

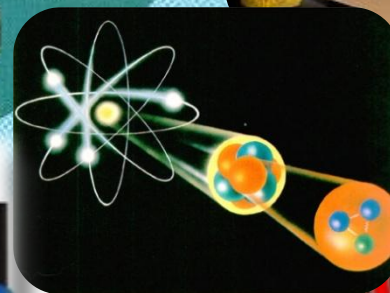
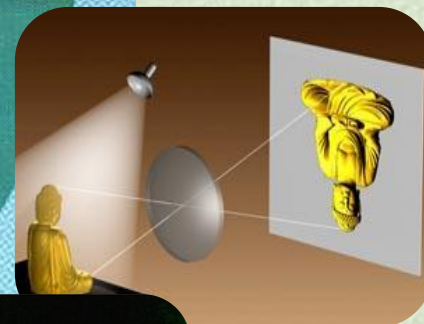
# ФИЗИКА



# 11

## Тема № 8

## Дифракция



Автор: Г.Г. Бажина – учитель физики  
МБОУ «ГИМНАЗИЯ № 11» г.Красноярск

# Урок № 74-75 Дифракция света

## План урока

1. Дифракция света
2. Дифракция Френеля
3. Дифракция Фраунгофера
4. Дифракционная решетка

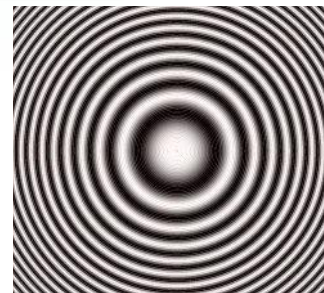
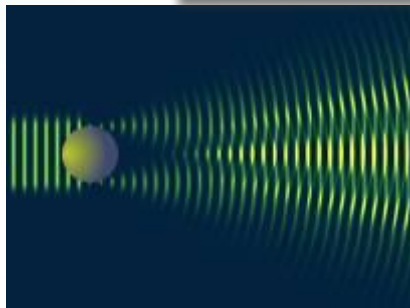
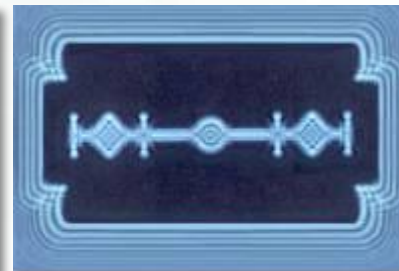
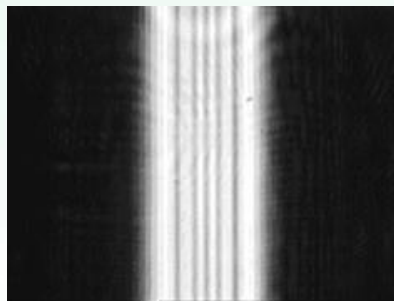
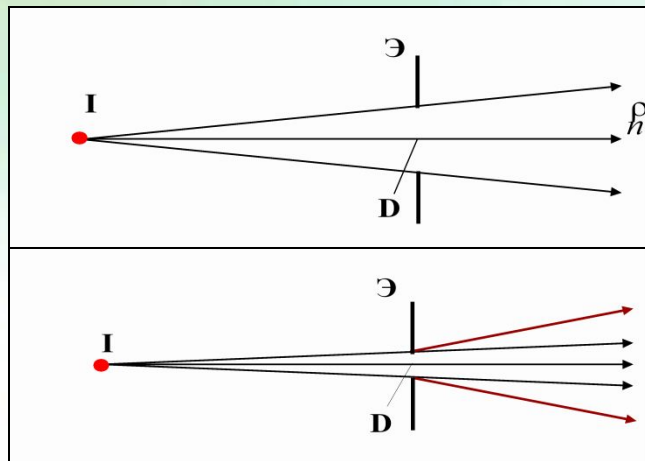


**Ключевые слова:** дифракция света, дифракционная решетка



# Урок № 74-75 Дифракция света

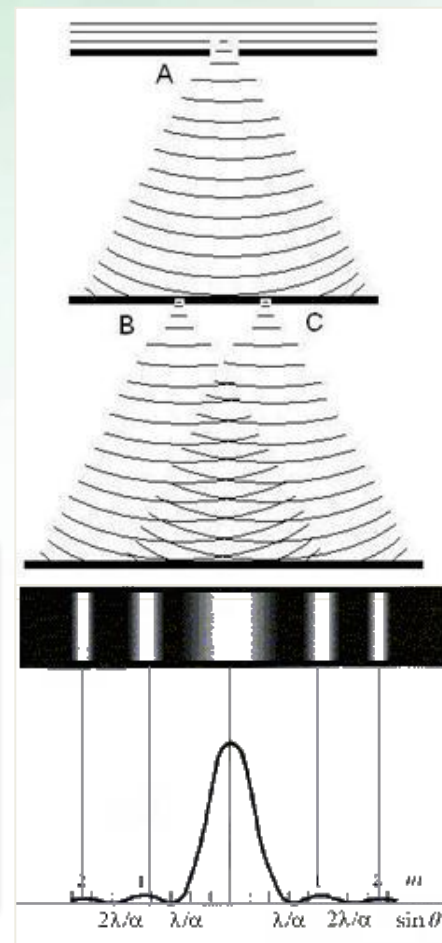
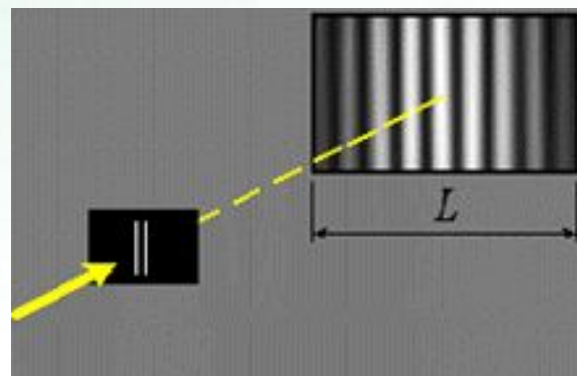
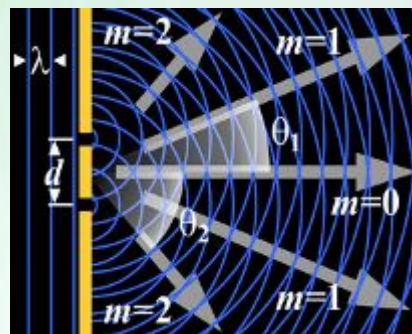
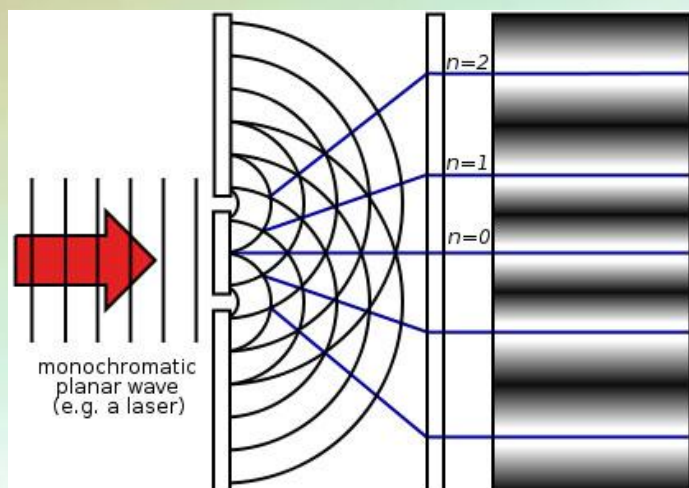
**Дифракция света** - явление отклонения световых лучей в область геометрической тени при прохождении мимо краев препятствий или сквозь отверстия, размеры которых сравнимы с длиной световой волны




**Свет** заходит за края препятствия!

# Урок № 74-75 Дифракция света

## Опыт Юнга по дифракции

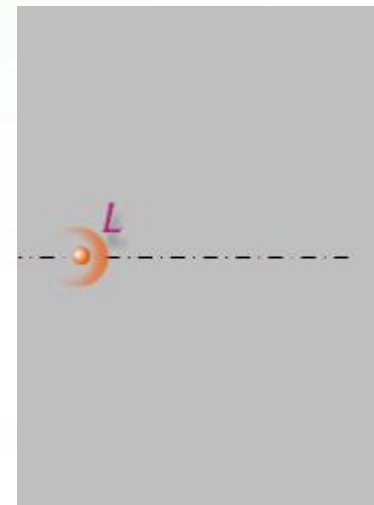
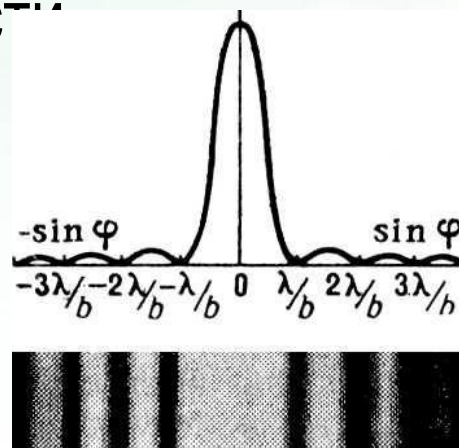
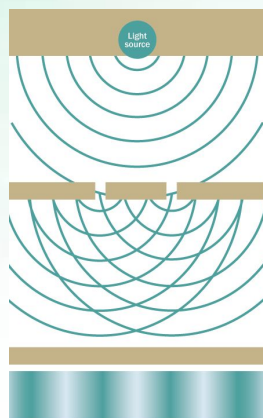
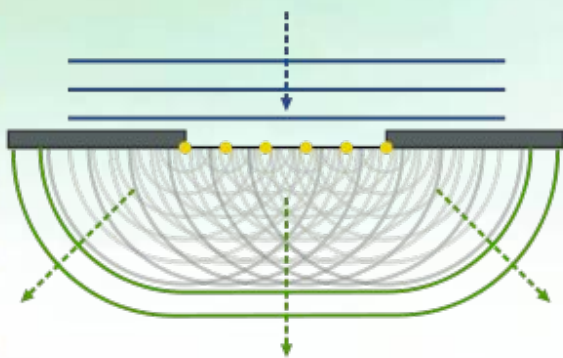
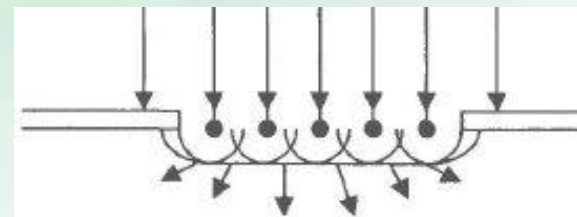


 **Дифракция** проявляется в нарушении прямолинейности распространения света!

# Урок № 74-75 Дифракция света

## Принцип Гюйгенса- Френеля

Возмущение в любой точке является **результатом интерференции** элементарных вторичных волн, излучаемых каждым элементом некоторой волновой поверхностью



**Решить задачу дифракции** – значит найти распределение интенсивности света на экране в зависимости от размеров и формы препятствий вызывающих дифракцию

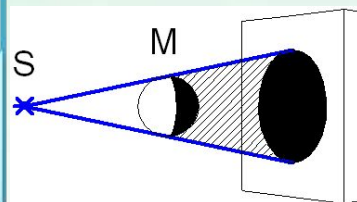




# Урок № 74-75 Дифракция света

## Виды дифракции

Геометрическая  
оптика!



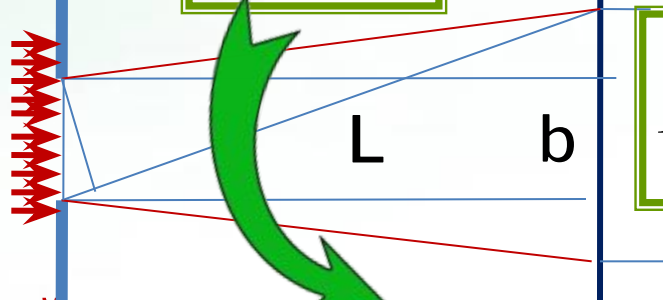
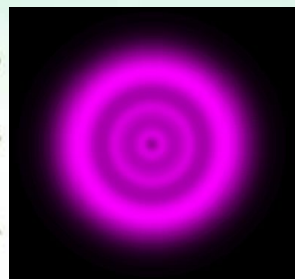
Дифракция  
Френеля

$$L \ll \frac{b^2}{\lambda}$$

Дифракция  
Фраунгофера

$$L \gg \frac{b^2}{\lambda}$$

$$L \geq \frac{b^2}{\lambda}$$

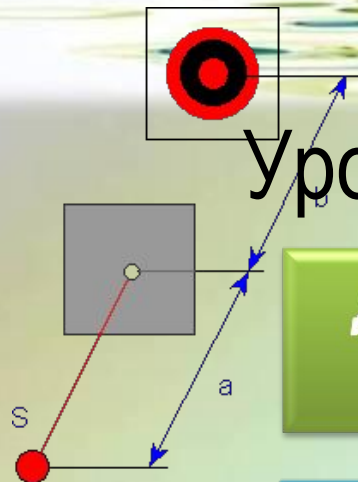


**Закон прямолинейного распространения света** выполняется достаточно точно в том случае, когда размеры щели на пути распространения света много больше длины световой волны!



# Урок № 74-75 Дифракция света

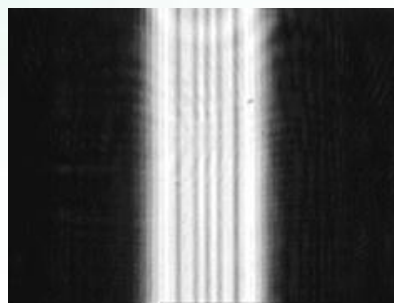
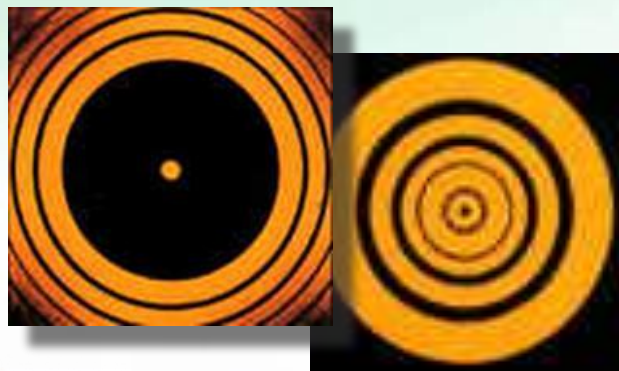
## Дифракция Френеля на простых объектах



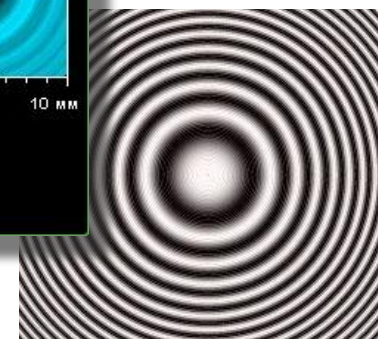
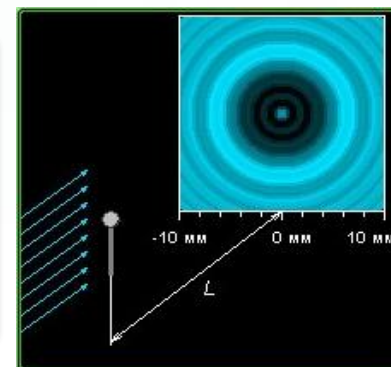
Дифракция на малом отверстии

Дифракция на нити

Дифракция на круглом экране



$$b \ll \lambda$$



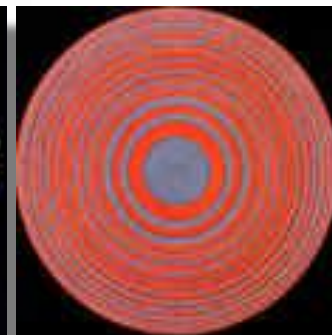
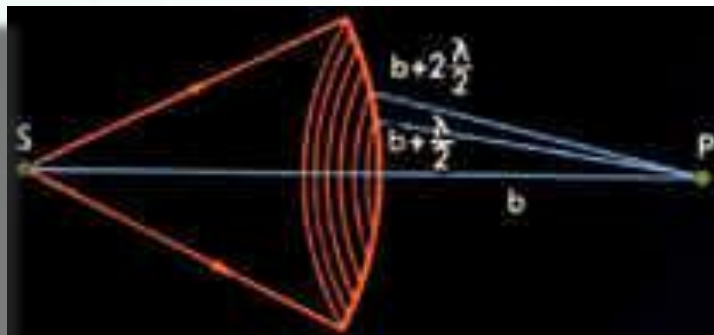
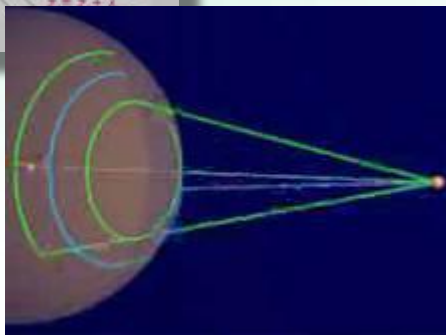
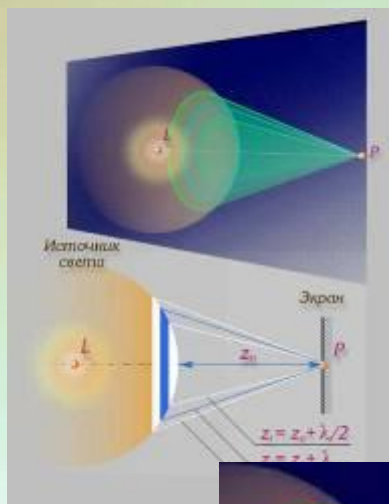
Щель играет роль точечного источника волн!



# Урок № 74-75 Дифракция света

## Метод зон Френеля

Для нахождения **результата интерференции** колебаний от вторичных источников Френель предложил метод разбиения волнового фронта на зоны



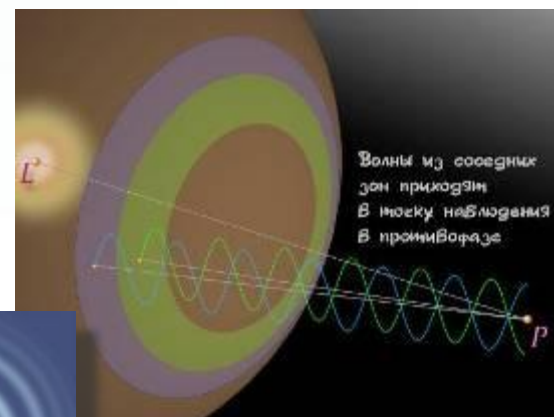
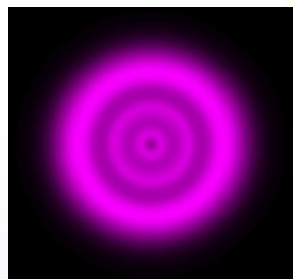
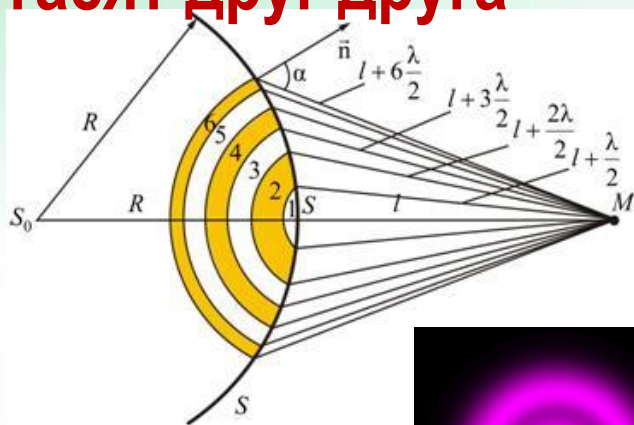
**Зоны Френеля** – множество когерентных источников вторичных волн, максимальная разность хода между которыми равна  $\lambda/2$



# Урок № 74-75 Дифракция света

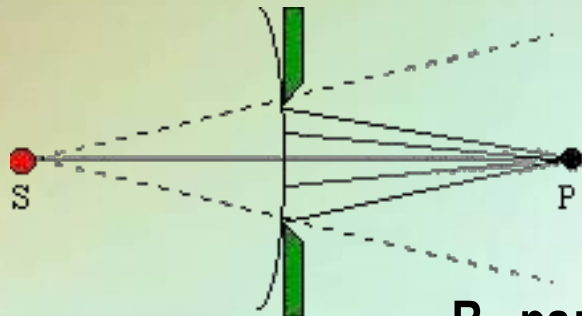
## Теория дифракции

Разность хода от двух соседних зон равна  $\lambda/2$ , следовательно, колебания от них приходят в точку наблюдения М в противоположных фазах, так, что **волны от любых двух соседних зон Френеля гасят друг друга**



# Урок № 74-75 Дифракция света

## Дифракция на малом отверстии



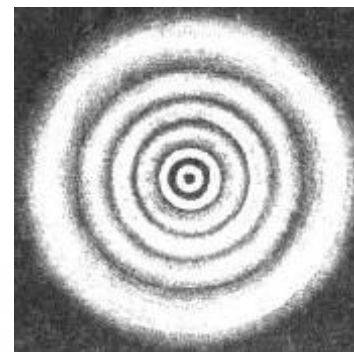
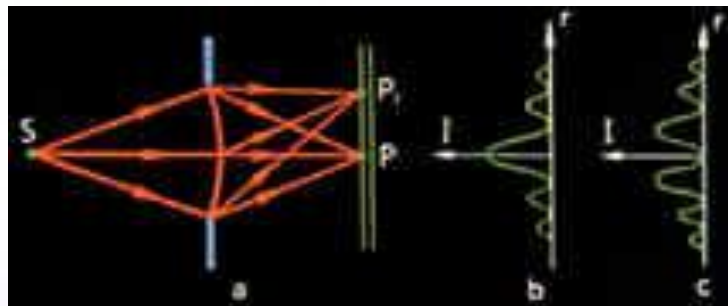
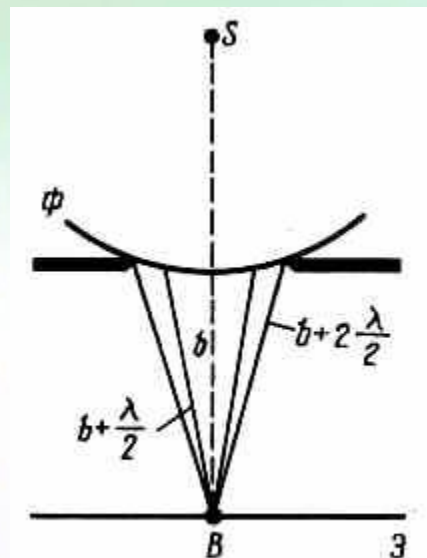
$$m = \frac{R^2}{\lambda} \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)$$

$R$  – радиус отверстия

$a$  – расстояние от источника света до экрана с отверстием

$b$  – расстояние от экрана до точки наблюдения

$m$  – число открытых зон Френеля





# Урок № 74-75 Дифракция света

## Условие минимума

Когда на отверстии укладывается **четное ЧИСЛО ЗОН**, то в точке наблюдения возникнет минимум (темное пятно)

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - A_4 \approx 0$$

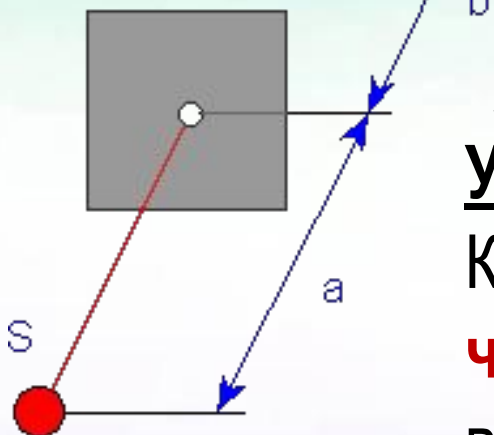


**Дифракция  
на малом отверстии**

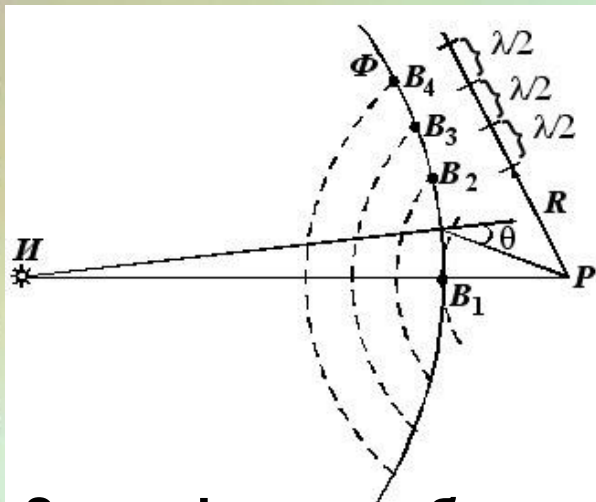
$$A = A_1 - A_2 + A_3 \approx A_1$$

## Условие максимума

Когда на отверстии укладывается **нечетное ЧИСЛО ЗОН**, то в точке наблюдения возникнет максимум (светлое пятно)

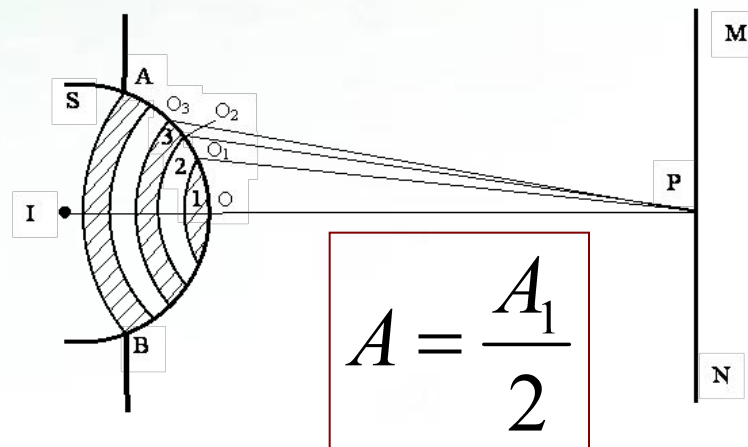


# Урок № 74-75 Дифракция света



Амплитуда колебаний в точке наблюдения монотонно убывает по мере увеличения угла между нормалью к поверхности и направлением на точку наблюдения

**Зоны Френеля больших номеров вносят малый вклад в интенсивность из-за большого угла наклона зон!**



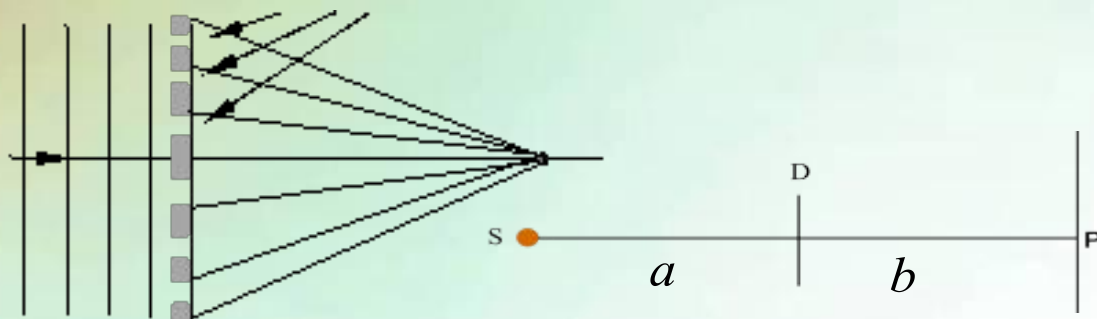
**Результирующая амплитуда колебаний в точке наблюдения** примерно равна половине амплитуды колебаний, создаваемой центральной зоной Френеля





# Урок № 74-75 Дифракция света

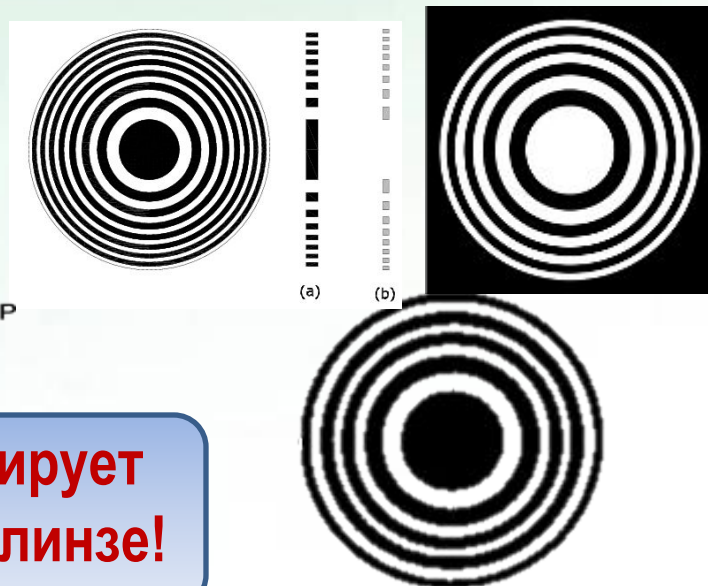
**Зонная пластинка** – это прозрачный экран с чередующимися светлыми и темными кольцами



$$R_m = \sqrt{\frac{ab\lambda m}{a+b}}$$

**Зонная пластинка фокусирует световые лучи подобно линзе!**

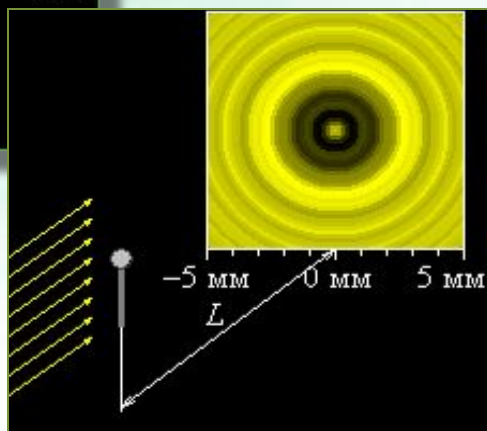
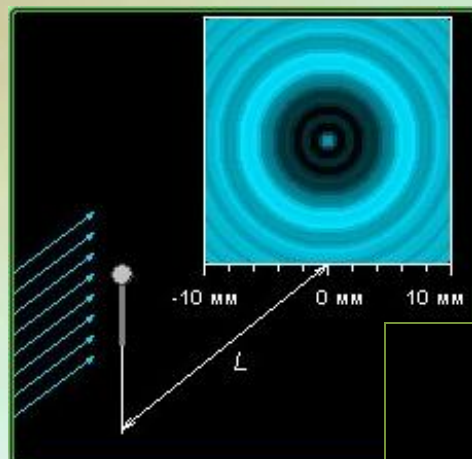
Радиусы колец подбираются так, что при заданных  $\lambda$ ,  $a$  и  $b$  кольца из непрозрачного материала закрывают все четные зоны, тогда в точку наблюдения приходят колебания только от нечетных зон, происходящих в одной и той же фазе, что приводит к увеличению интенсивности света в точке наблюдения



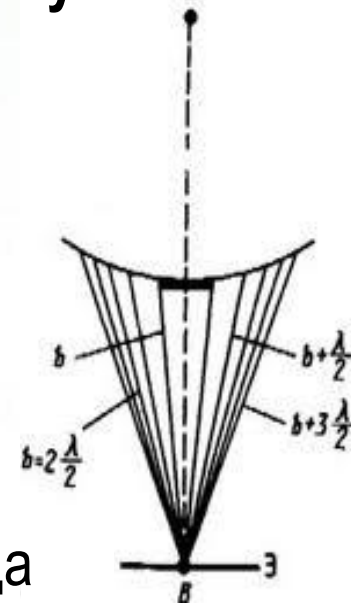
# Урок № 74-75 Дифракция света

## Дифракция от круглого диска

...Светлое пятно может возникнуть даже области геометрической тени за освещенным непрозрачным диском...



Пуассон



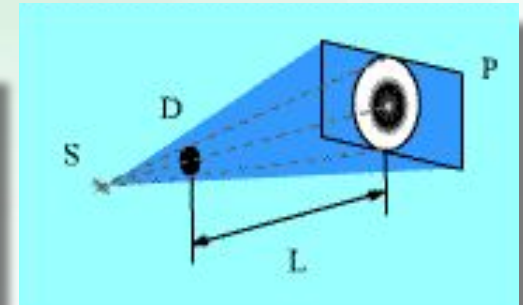
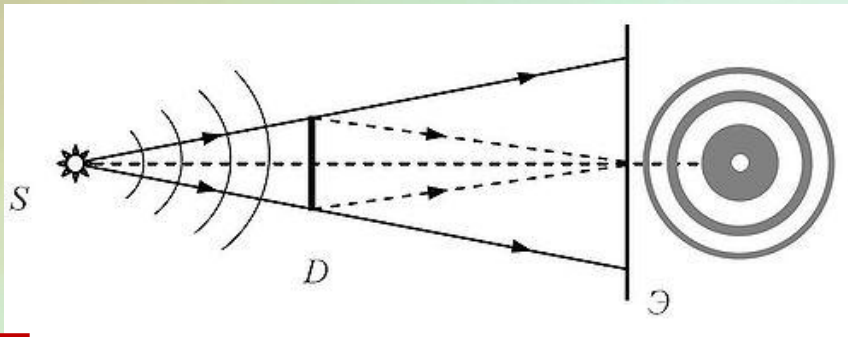
**Дифракционное пятно** появляется только тогда, когда диск закрывает малое число центральных зон Френеля (одну-две)



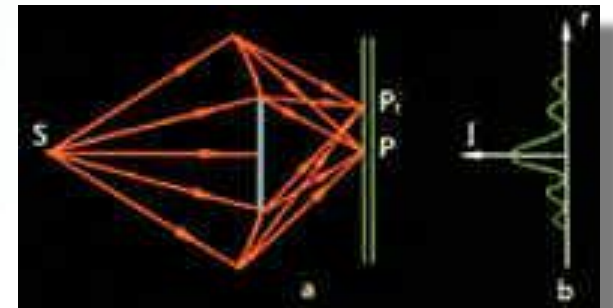
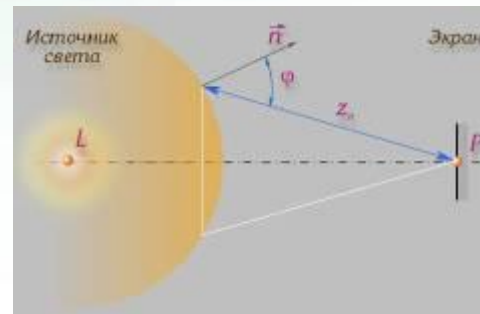


# Урок № 74-75 Дифракция света

## Дифракция от круглого диска



**Если диск закрывает много зон Френеля, то центрального светлого пятна не будет!**

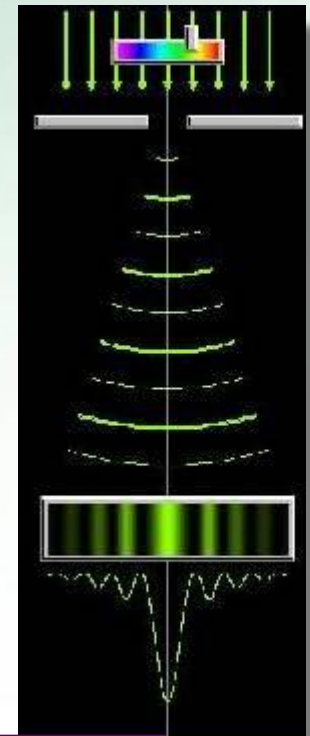
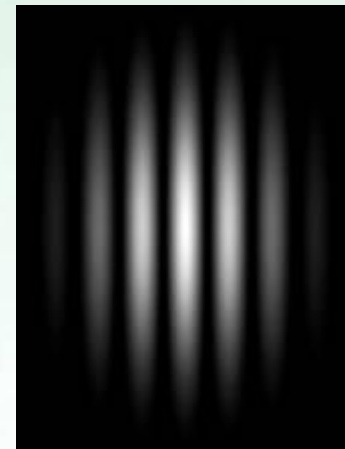
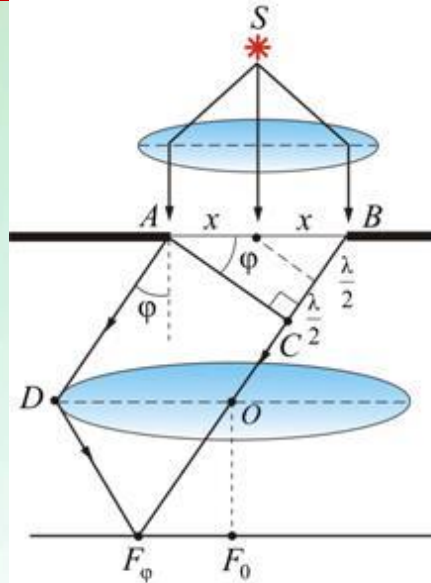
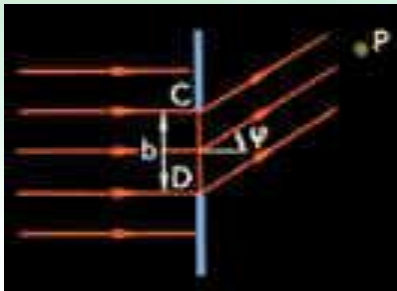
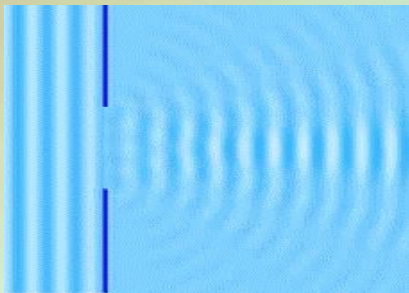


**Зоны Френеля** больших номеров вносят малый вклад в интенсивность из-за большого угла наклона зон!



# Урок № 74-75 Дифракция света

## Дифракция в параллельных лучах



**Дифракция Фраунгофера**

$$L \geq \frac{b^2}{\lambda}$$

**Дифракция на узкой щели**

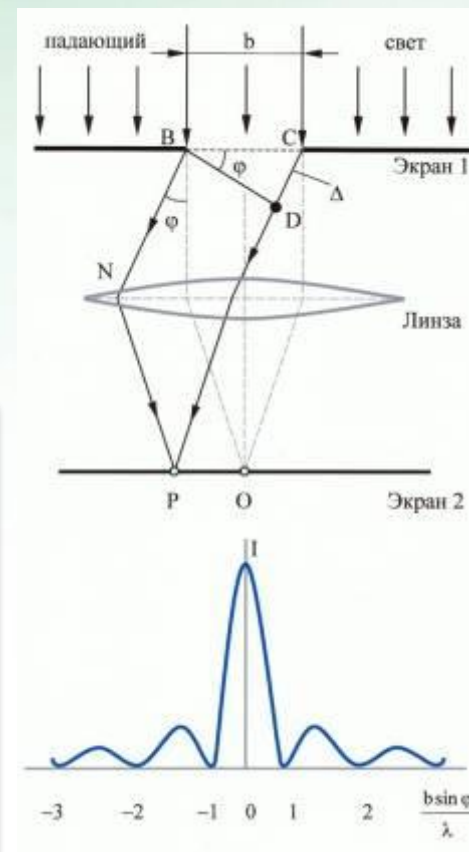
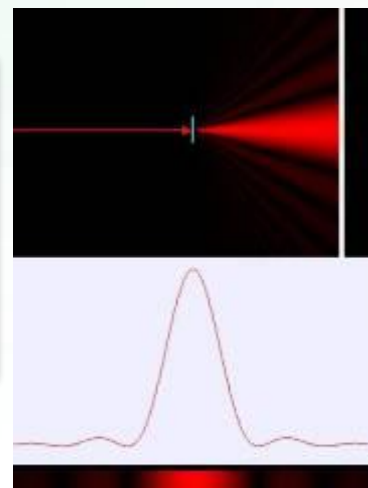
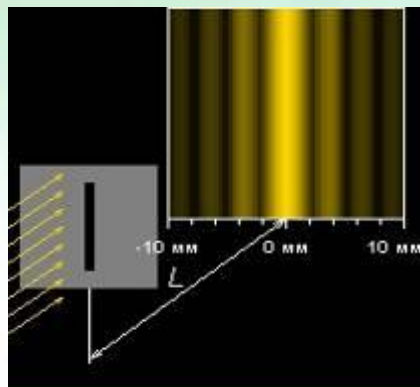
**Дифракция на двух щелях**

**Дифракционная решетка**

# Урок № 74-75 Дифракция света

## Дифракция на длинной узкой щели

Для наблюдения дифракции за щелью нужно расположить **собирающую линзу**, в фокальной плоскости которой находится экран!



Для получения **пучка параллельных лучей** света, падающих на щель или отверстие, обычно пользуются небольшим источником света, который помещается в фокусе собирающей линзы





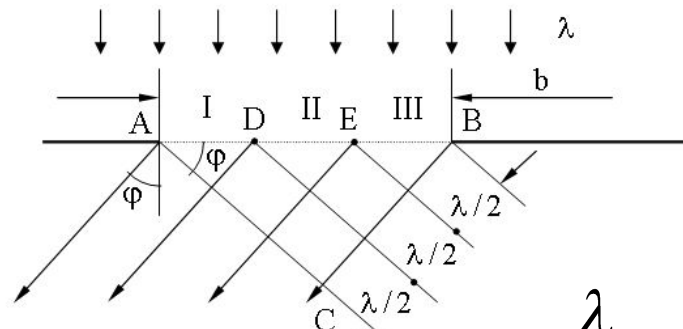
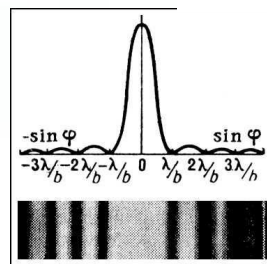
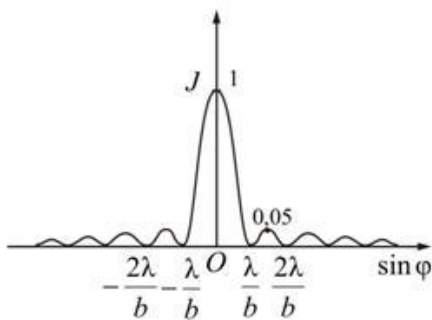
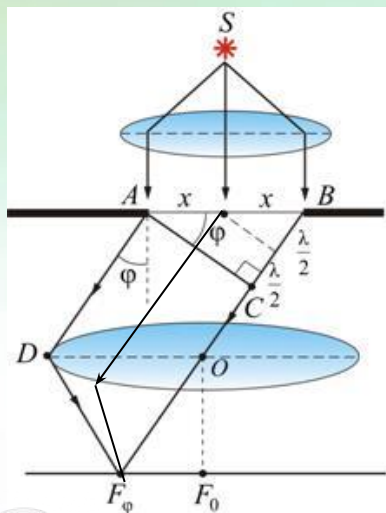
# Урок № 74-75 Дифракция света

## Дифракция на длинной узкой щели

Если в щели шириной  $b$  укладывается **четное число** зон Шустера, то на отрезке  $BC$  укладывается целое число длин волн. При этом световые волны, собираемые линзой вместе в побочном фокусе, полностью гасят друг друга

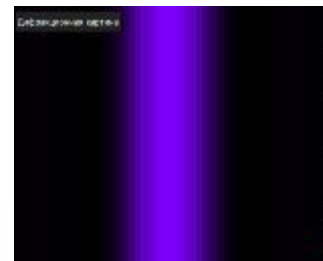
**условие минимумов**

$$b \sin \varphi = k\lambda, k = 1, 2, 3 \dots$$



$$b \sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

**условие максимумов**

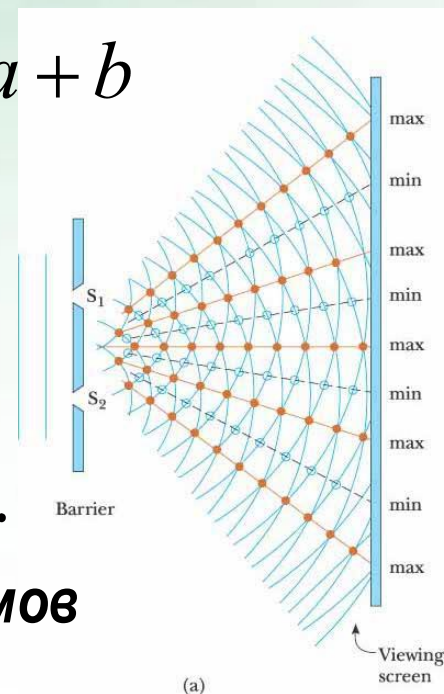
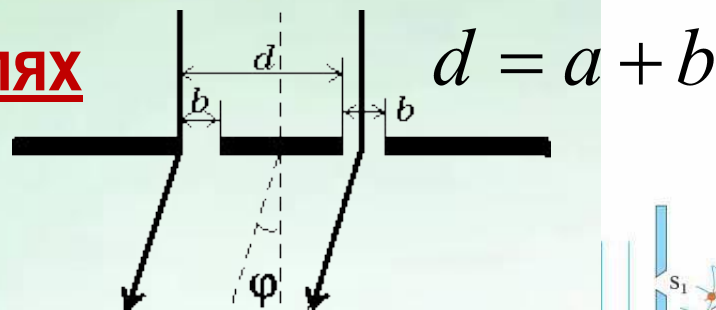


**При  $b \geq \lambda$  минимумов освещенности не будет!**



# Урок № 74-75 Дифракция света

## Дифракция на двух щелях



$$d \sin \varphi = k\lambda, k = 0, 1, 2, \dots$$

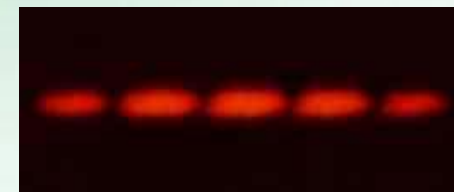
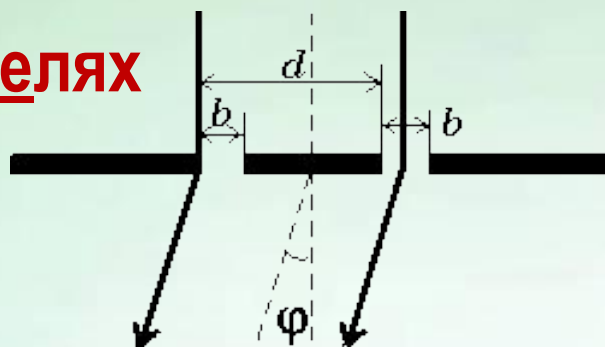
*условие главных максимумов*

Если ширина каждой щели  $b$  изменяется, а расстояние  $d$  между щелями остается постоянным то:

- ❖ при уменьшении  $b$  ширина дифракционной картины увеличивается, а ее яркость уменьшается
- ❖ при этом период интерференционных полос остаётся неизменным

# Урок № 74-75 Дифракция света

## Дифракция на двух щелях



*условие дополнительных минимумов*

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

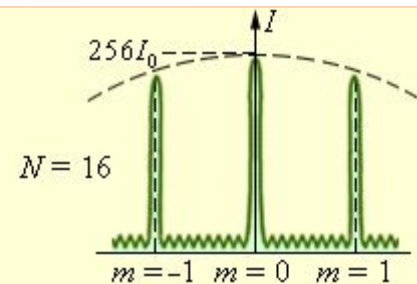
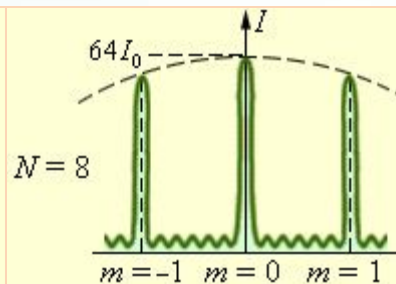
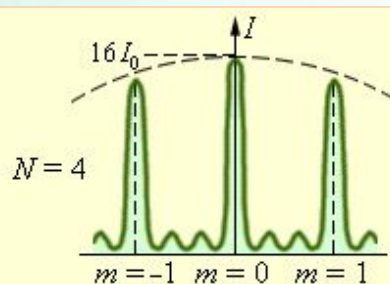
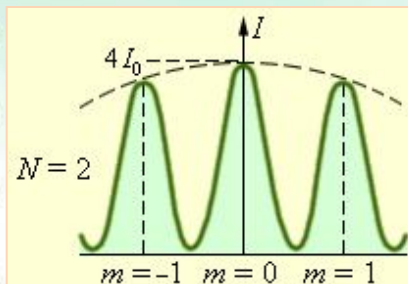
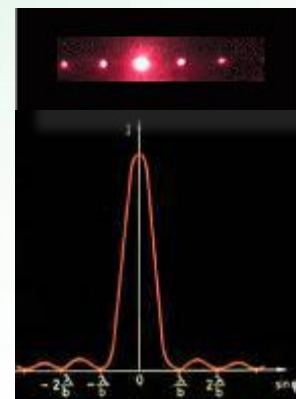
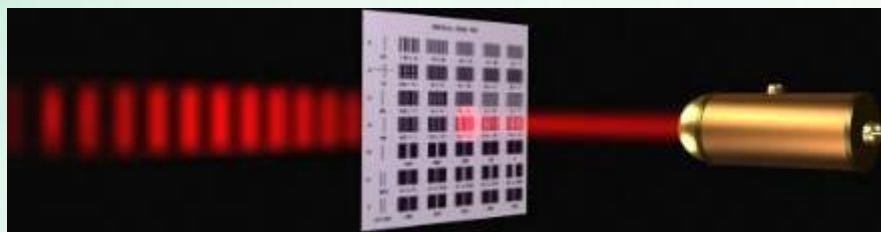
**Если ширина щелей  $b$  остается постоянной, а расстояние  $d$  между щелями изменяется то:**

- ❖ частота следования интерференционных полос увеличивается пропорционально расстоянию  $d$  между щелями, в то время как ширина дифракционной картины остаётся неизменной и зависит только от  $b$



# Урок № 74-75 Дифракция света

Чем больше число щелей, тем более резко очерчены максимумы и тем более широкими минимумами они разделены

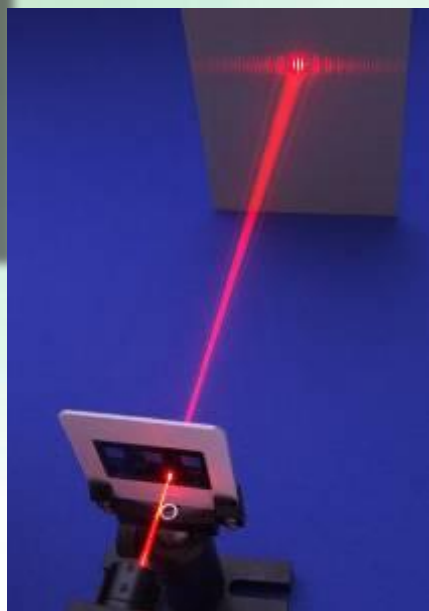
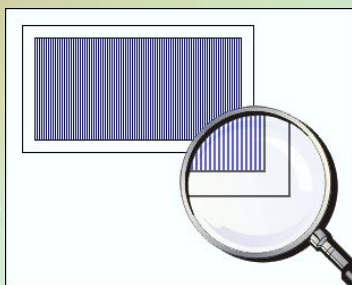


**Световая энергия** перераспределяется так, что большая ее часть приходится на максимумы, а в минимумы попадает незначительная часть энергии

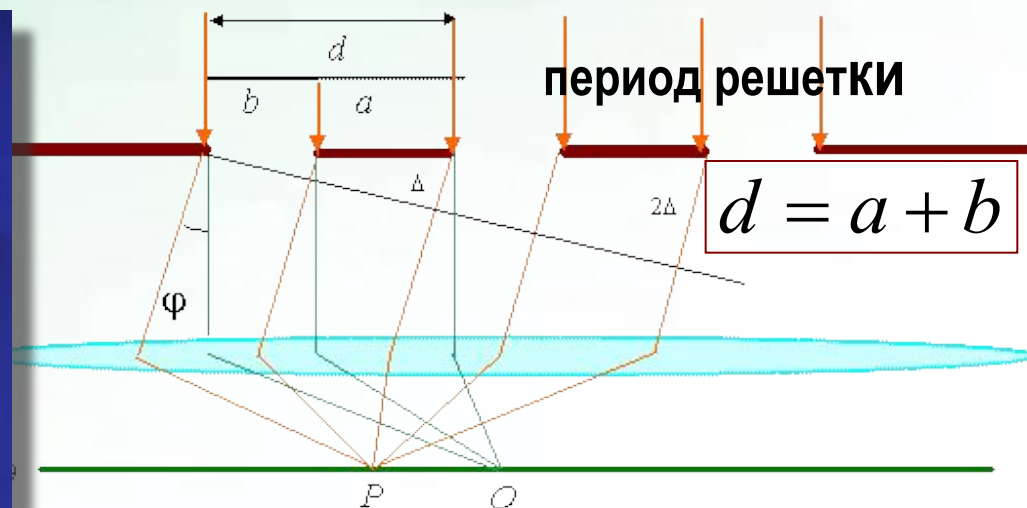


# Урок № 74-75 Дифракция света

**Дифракционная решетка** - спектральный прибор, служащий для разложения света в спектр и измерения длины волны



$$d = \frac{1}{N}$$



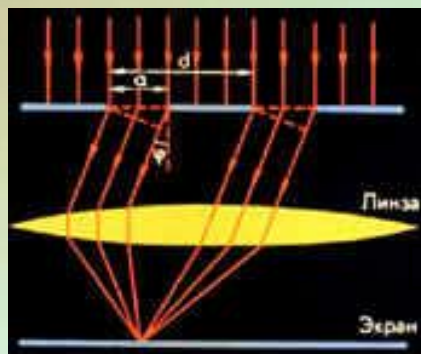
**Дифракционная решетка** представляет собой совокупность большого числа очень узких щелей, разделенных непрозрачными промежутками



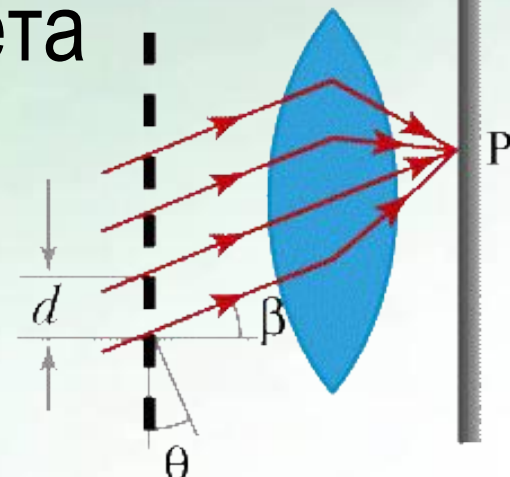
# Урок № 74-75 Дифракция света

## Формула дифракционной решетки

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



$$\sin \varphi = \frac{k\lambda}{d}$$



- различным длинам волн соответствуют разные углы, на которых наблюдаются интерференционные максимумы (разложение белого света в спектр)
- большие дифракционные углы (т.е. более широкий спектр) дают решетки с малым периодом
- амплитуда в главных максимумах пропорциональна числу штрихов  $N$
- интенсивность света в главных максимумах пропорциональна квадрату числа штрихов



# Урок № 74-75 Дифракция света

## Дифракционный спектр

$$\sin \varphi = \frac{k\lambda}{d}$$

**При освещении решетки белым светом:**

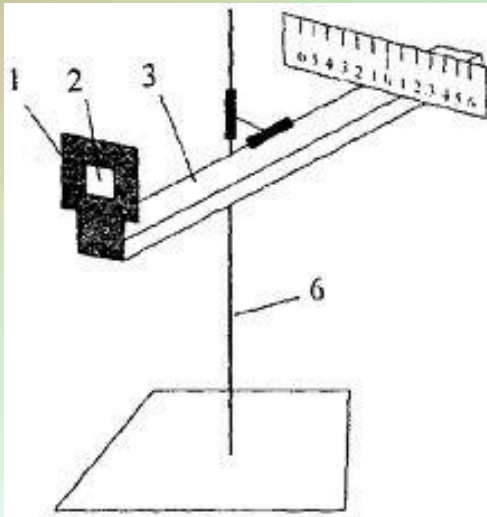
- только максимум нулевого порядка имеет белый свет
- дифракционный угол для синего цвета меньше, чем для красного
- каждому значению  $k$  соответствует свой спектр



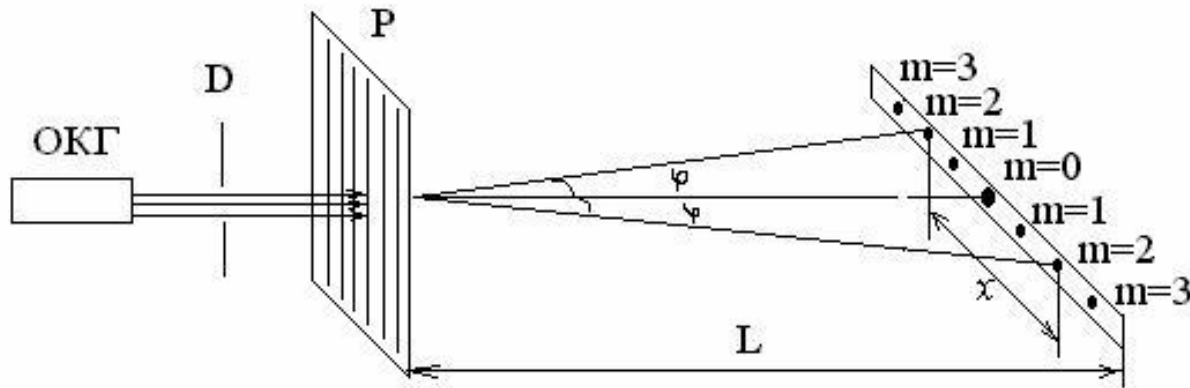
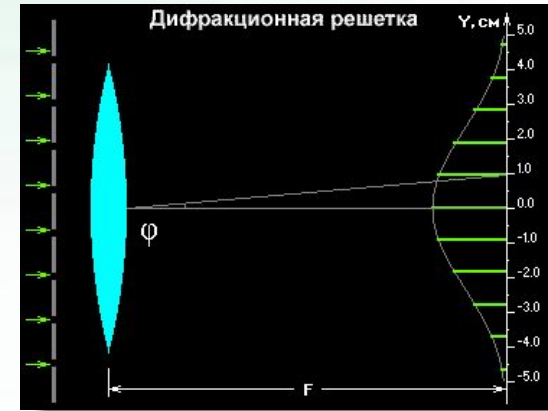
# Урок № 74-75 Дифракция света

## Определение длины волны света

$$\sin \varphi = \frac{k\lambda}{d}$$

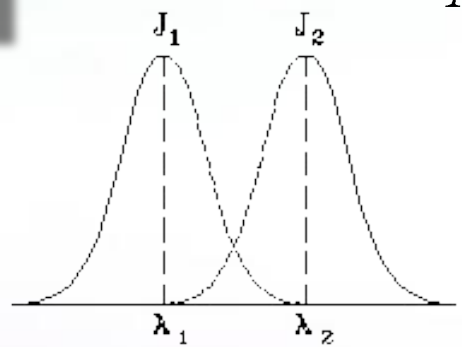
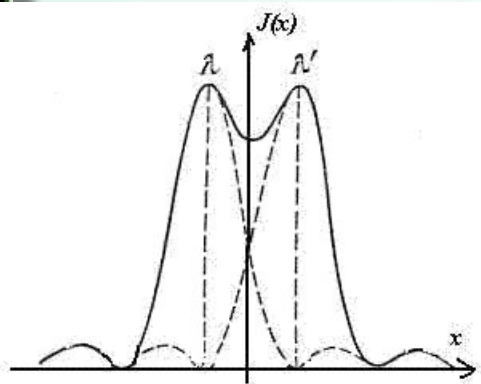
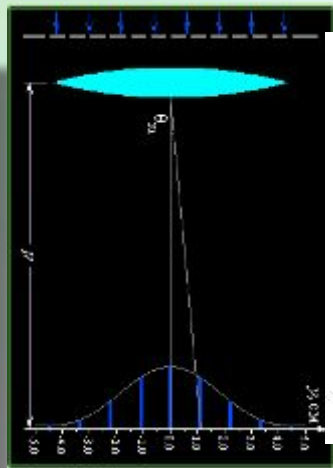
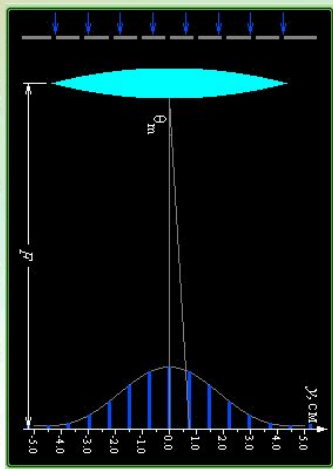


$$= \frac{k\lambda}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{d \operatorname{tg} \varphi}{k} = \frac{dx}{kL}$$



# Урок № 74-75 Дифракция света

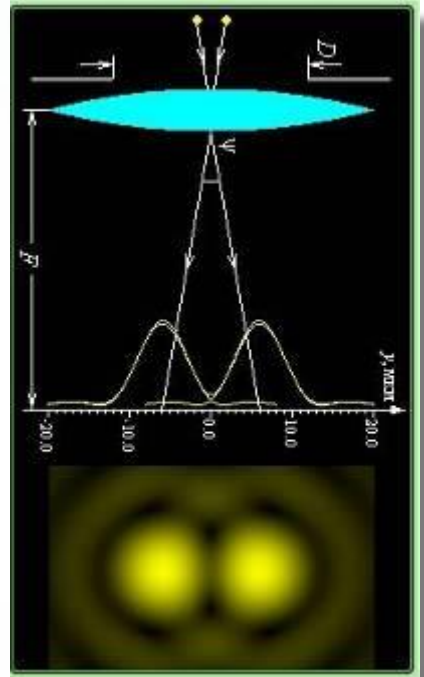
Способность раздельного наблюдения двух спектральных линий, имеющих близкие длины волн называют **разрешающей способностью решетки**



$$\Delta \lambda = \frac{\lambda_1}{\Delta \lambda} = \kappa N$$

$$= \frac{d}{\lambda_1}$$

$$\Delta \lambda = \frac{l}{d}$$



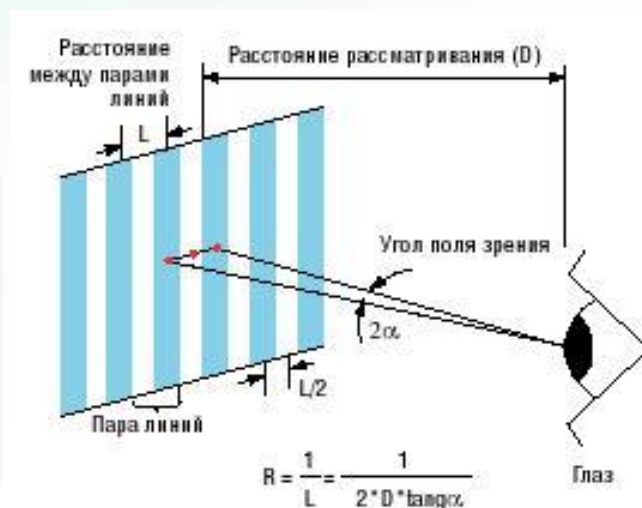
$$\lambda_1 = \lambda$$

$$\lambda_2 = \lambda + \Delta \lambda$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Возможность различать две близко друг к другу расположенные точки, называется **разрешающей способностью, или остротой зрения**. В качестве стандарта остроты зрения принята способность различить две точки, разделенные углом в  $1'$ .

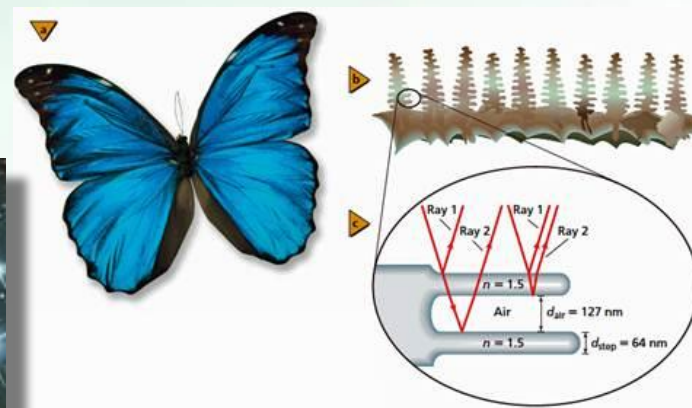
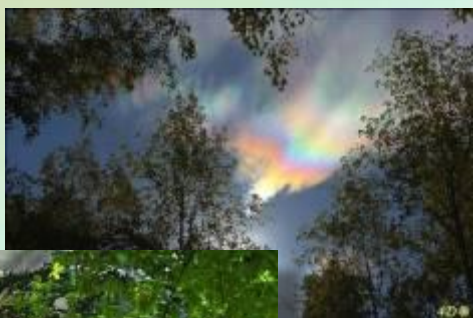


**Наши ресницы** с промежутками между ними представляют собой грубую дифракционную решетку. Если посмотреть прищурившись, на яркий источник света, то можно обнаружить радужные цвета

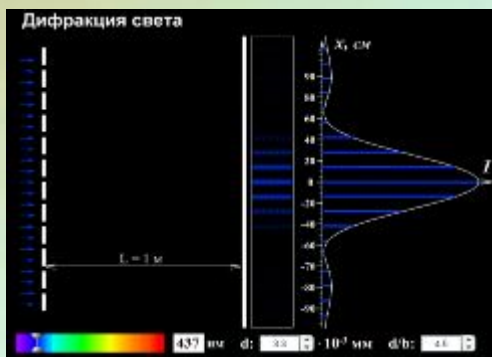


# Урок № 74-75 Дифракция света

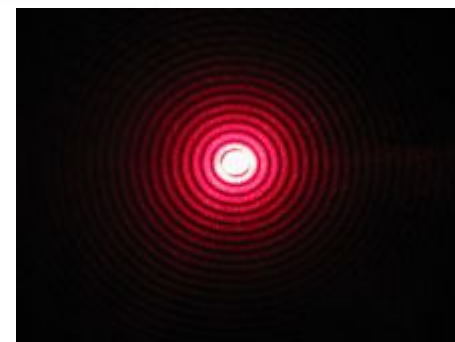
Явления дифракции и интерференции света помогают  
Природе раскрашивать всё живое, не прибегая к  
использованию красителей



# Урок № 74-75 Дифракция света



*Дифракция света*  
(практикум по решению задач)





## Урок № 74-75 Дифракция света

Дифракционная решетка, постоянная которой равна 0,004 мм, освещается светом с длиной волны 687 нм. Под каким углом к решетке нужно проводить наблюдение, чтобы видеть изображение спектра второго порядка

*Дано*

$$d = 0,004 \text{ мм}$$

$$\lambda = 687 \text{ нм}$$

$$k = 2$$

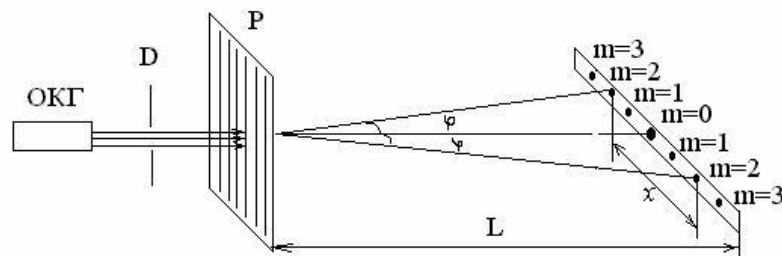
$$\varphi = ?$$

*Анализ*

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

$$\sin \varphi = \frac{k \lambda}{d} = \frac{2 \cdot 687 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 10^{-6}} = 0,3435$$

$$\varphi = 20^\circ$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

На дифракционную решетку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, падает монохроматический свет длиной волны 500 нм. Свет падает на решетку перпендикулярно. Какой наибольший порядок спектра можно наблюдать?

*Дано*

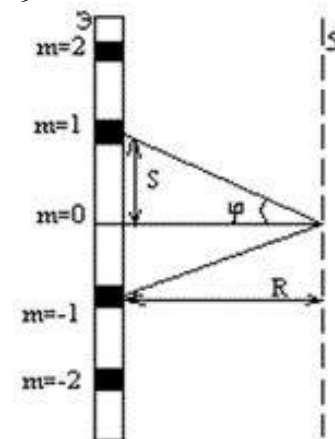
$$N = 500$$

$$\lambda = 500 \text{ нм}$$

$$k = ?$$

*Анализ*

$$\begin{cases} d \sin \varphi = k\lambda \\ \sin \varphi = 1 \end{cases} \Rightarrow k = \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{N\lambda} = \frac{10^{-3}}{500 \cdot 500 \cdot 10^{-9}} = 4$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Дифракционная решетка расположена параллельно экрану на расстоянии 0,7 м от него. Определите количество штрихов на 1 мм для этой дифракционной решетки, если при нормальном падении на нее светового пучка с длиной волны 430 нм первый дифракционный максимум на экране находится на расстоянии 3 см от центральной светлой полосы. Считать, что  $\sin\varphi \approx \operatorname{tg}\varphi$

*Дано*

$$l = 0,7 \text{ м}$$

$$\lambda = 430 \text{ нм}$$

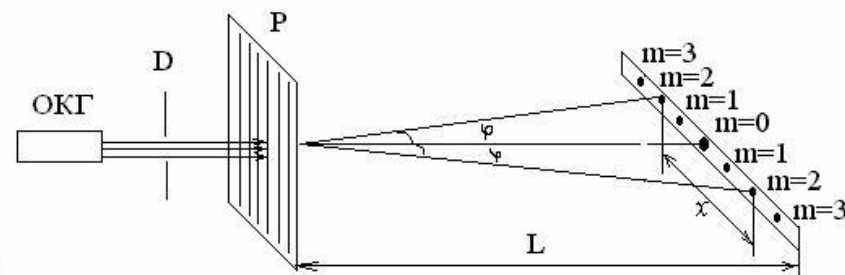
$$k = 1$$

$$a = 3 \text{ см}$$

$$N = ?$$

*Анализ*

$$\begin{cases} d \sin\varphi = k\lambda \\ d = \frac{1}{N} \end{cases} \Rightarrow N = \frac{1}{d} = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{k\lambda} = \frac{1 \cdot a}{lk\lambda} = \frac{10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{0,7 \cdot 1 \cdot 430 \cdot 10^{-9}} \approx 100$$





## Урок № 74-75 Дифракция света

Дифракционная решетка, период которой равен 0,005 мм, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,6 м от него и освещается пучком света длиной волны 0,6 мкм, падающим по нормали к решетке. Определите расстояние между центром дифракционной картины и вторым максимумом. Считать, что  $\sin\varphi \approx \operatorname{tg}\varphi$

*Дано*

$$d = 0,005 \text{ мм}$$

$$l = 1,6 \text{ м}$$

$$\lambda = 0,6 \text{ мкм}$$

$$k = 2$$

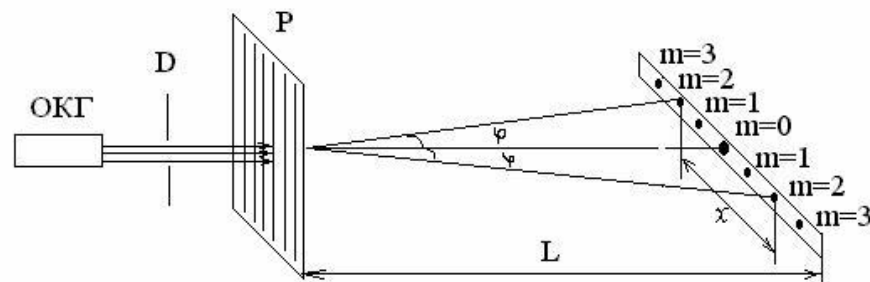
$$a = ?$$

*Анализ*

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

$$d \operatorname{tg} \varphi = k\lambda$$

$$d \frac{a}{l} = k\lambda \Rightarrow a = \frac{k\lambda l}{d} = 384 \text{ мм}$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Дифракционная решетка с периодом  $10^{-5}$  м расположена параллельно экрану на расстоянии 1,8 м от него. Решетка освещается нормально падающим пучком света длиной волны 580 нм. На экране на расстоянии 20,88 см от центра дифракционной картины наблюдается максимум освещенности. Определите порядок этого максимума. Считать, что  $\sin\varphi \approx \operatorname{tg}\varphi$

*Дано*

$$d = 10^{-5} \text{ м}$$

$$l = 1,8 \text{ м}$$

$$\lambda = 580 \text{ нм}$$

$$a = 20,88 \text{ см}$$

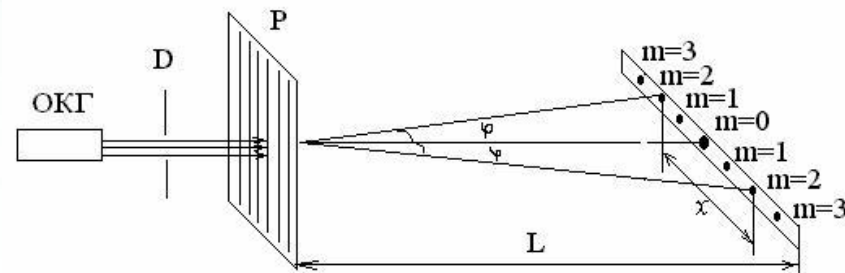
$$k = ?$$

*Анализ*

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

$$d \operatorname{tg} \varphi = k \lambda$$

$$d \frac{a}{l} = k \lambda \Rightarrow k = \frac{da}{\lambda l} = 2$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

При помощи дифракционной решетки с периодом 0,02 мм получено первое дифракционное изображение на расстоянии 3,6 см от центрального и на расстоянии 1,8 м от решетки. Найдите длину световой волны

*Дано*

$$d = 0,02 \text{ мм}$$

$$a = 3,6 \text{ см}$$

$$l = 1,8 \text{ м}$$

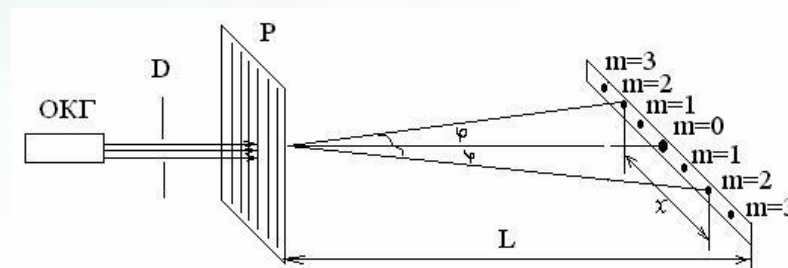
$$\lambda = ?$$

*Анализ*

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

$$d \operatorname{tg} \varphi = k\lambda$$

$$d \frac{a}{l} = k\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{da}{kl} = 0,4 \text{ мкм}$$





## Урок № 74-75 Дифракция света

Спектры второго и третьего порядков в видимой области дифракционной решетки частично перекрываются друг с другом. Какой длине волны в спектре третьего порядка соответствует длина волны 700 нм в спектре второго порядка?

*Дано*

$$\lambda_1 = 700 \text{ нм}$$

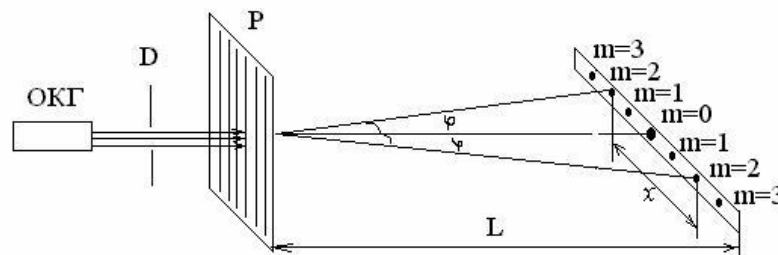
$$k_1 = 2$$

$$k_2 = 3$$

$$\lambda_2 = ?$$

*Анализ*

$$\begin{cases} d \sin \varphi = k_1 \lambda_1 \\ d \sin \varphi = k_2 \lambda_2 \end{cases} \Rightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 \Rightarrow \lambda_2 = \frac{k_1 \lambda_1}{k_2} = 466,7 \text{ нм}$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Плоская монохроматическая волна с частотой  $8 \cdot 10^{14}$  Гц падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в фокальной плоскости линзы. Найдите расстояние между ее главными максимумами 1 и 2 порядков. Считать, что  $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi$

*Дано*

$$\nu = 8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

$$d = 5 \text{ мкм}$$

$$F = l = 20 \text{ см}$$

$$k_1 = 1$$

$$k_2 = 2$$

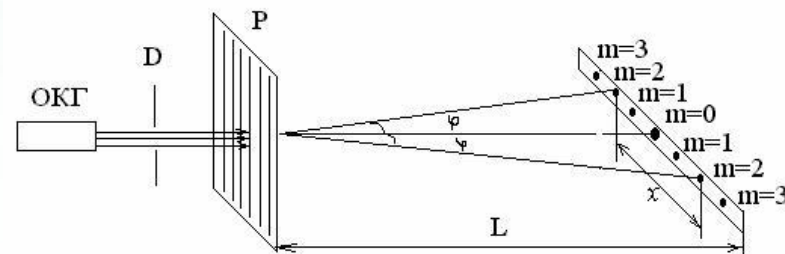
$$\Delta a = ?$$

*Анализ*

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

$$d \operatorname{tg} \varphi = k \lambda$$

$$d \frac{a}{l} = k \lambda \Rightarrow \begin{cases} a_1 = \frac{k_1 \lambda l}{d} \\ a_2 = \frac{k_2 \lambda l}{d} \end{cases} \Rightarrow \Delta a = \frac{\lambda l}{d} = \frac{c l}{\nu d} = 15 \text{ мм}$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Какова ширина всего спектра первого порядка (длины волн заключены в пределах от 380 нм до 760 нм), полученного на экране, отстоящем на 3 м от дифракционной решетки с периодом 0,01 мм?

Дано

$$\lambda_{\kappa} = 760 \text{ нм}$$

$$\lambda_{\phi} = 380 \text{ нм}$$

$$\kappa = 1$$

$$l = 3 \text{ м}$$

$$d = 0,01 \text{ мм}$$

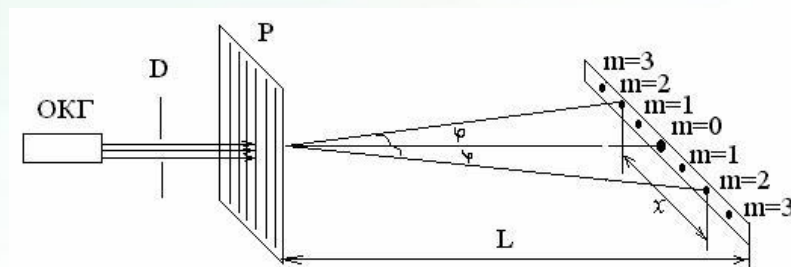
$$\Delta a = ?$$

Анализ

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

$$d \operatorname{tg} \varphi = k\lambda$$

$$d \frac{a}{l} = k\lambda \Rightarrow \begin{cases} a_{\kappa} = \frac{k\lambda_{\kappa} l}{d} \\ a_{\phi} = \frac{k\lambda_{\phi} l}{d} \end{cases} \Rightarrow \Delta a = \frac{\kappa(\lambda_{\kappa} - \lambda_{\phi}) l}{d} = 114 \text{ мм}$$





## Урок № 74-75 Дифракция света

На дифракционную решетку падает нормально параллельный пучок белого света. Между решеткой и экраном вплотную к решетке расположена линза, которая фокусирует свет, проходящий через решетку, на экране. Чему равно число штрихов на 1 см, если расстояние до экрана 2 м, а ширина спектра первого порядка 4 см. Длины красной и фиолетовой волн соответственно равны 800 нм и 400 нм. Считать, что  $\sin\varphi \approx \operatorname{tg}\varphi$

*Дано*

$$\lambda_k = 800 \text{ нм}$$

$$\lambda_\phi = 400 \text{ нм}$$

$$k = 1$$

$$l = 2 \text{ м}$$

$$\Delta a = 4 \text{ см}$$

$$N = ?$$

*Анализ*

$$\Delta a = \frac{kl(\lambda_k - \lambda_\phi)}{d} \Rightarrow N = \frac{\Delta a d}{kl(\lambda_k - \lambda_\phi)} = 500$$

## Урок № 74-75 Дифракция света

Плоская монохроматическая световая волна с частотой  $\nu = 8 \cdot 10^{14}$  Гц падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 6 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза. Дифракционная картина наблюдается в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между ее главными максимумами 1 и 2 порядков равно 16 мм. Найдите фокусное расстояние линзы. Считать, что  $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi$

Дано

$$\nu = 8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

$$d = 6 \text{ мкм}$$

$$\Delta a = 16 \text{ мм}$$

$$k_1 = 1$$

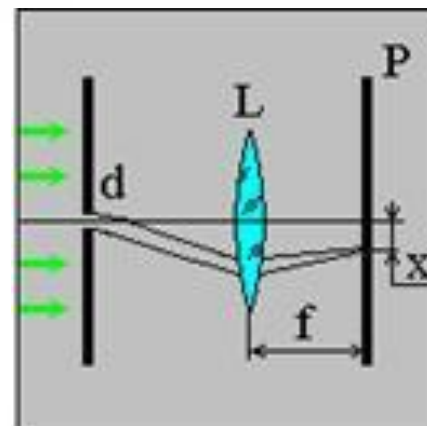
$$k_2 = 2$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$F = ?$$

Анализ

$$F = l = \frac{\Delta a \nu d}{c} = 256 \text{ мм}$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Какова должна быть общая длина дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на 1 мм, чтобы с ее помощью разрешить две линии спектра с длинами волн 600,0 нм и 600,05 нм?

*Дано*

$$N = 500$$

$$\lambda_1 = 600 \text{ нм}$$

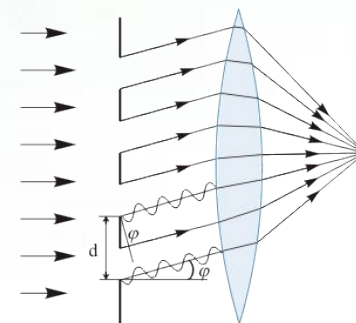
$$\lambda_2 = 600,05 \text{ нм}$$

$$l = ?$$

*Анализ*

$$4) l = dN = 8 \text{ мм} \Rightarrow 2) k = \frac{d}{\lambda_1} = 3 \Rightarrow$$

$$1) d = \frac{1}{N_1} = 2 \text{ мкм} \Rightarrow 3) N = \frac{\lambda}{\Delta \lambda k} = 4000$$





## Урок № 74-75 Дифракция света

Дифракционная решетка с периодом  $10^{-5}$  м имеет 1000 штрихов. Можно ли с помощью этой решетки в спектре первого порядка разрешить две линии спектра натрия с длинами волн 589.0 нм и 589,6 нм?

*Дано*

$$d = 10 \text{ мкм}$$

$$k = 1$$

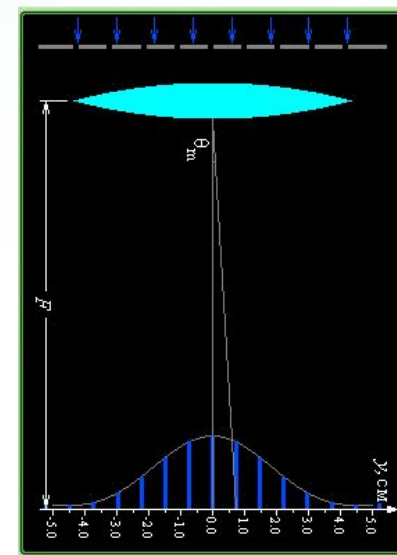
$$\lambda_1 = 500 \text{ нм}$$

$$\lambda_2 = 589,6 \text{ нм}$$

$$A = ?$$

*Анализ*

$$A = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = \frac{589,6}{0,6} = 982 < 1000 \Rightarrow \text{да}$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Определите разрешающую способность дифракционной решетки, период которой равен 1,5 мкм, а общая длина 12 мм, если на нее падает свет с длиной волны 530 нм

*Дано*

$$l = 12 \text{ мм}$$

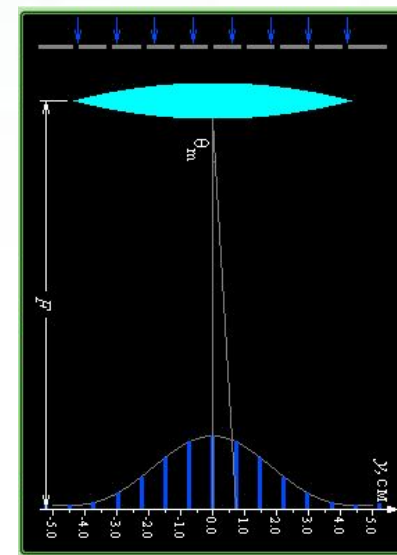
$$\lambda = 530 \text{ нм}$$

$$d = 1,5 \text{ мкм}$$

$$A = ?$$

*Анализ*

$$A = kN = \frac{d}{\lambda} \cdot \frac{l}{d} = \frac{l}{\lambda} \Rightarrow A = 20000$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Определите разрешающую способность дифракционной решетки, содержащей 200 штрихов на 1 мм, если ее общая длина равна 10 мм. На решетку падает излучение с длиной волны 720 нм

*Дано*

$$l = 10 \text{ мм}$$

$$\lambda = 720 \text{ нм}$$

$$N = 200$$

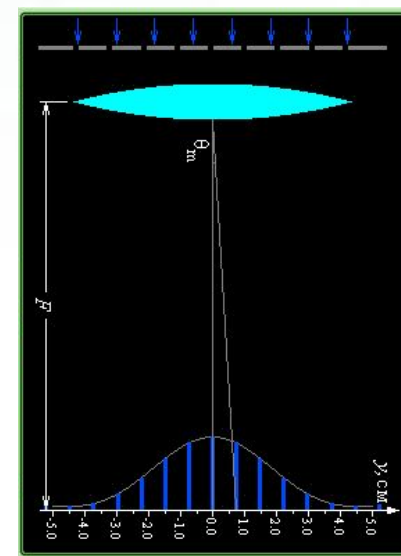
$$A = ?$$

*Анализ*

$$d = \frac{10^{-3}}{200} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$N = \frac{l}{d} = 2000 \Rightarrow k = \frac{d}{\lambda} = 6$$

$$A = kN = 12000$$





# Урок № 74-75 Дифракция света

Какое наименьшее число штрихов должна содержать решетка, чтобы в спектре первого порядка можно было разрешить две желтые линии натрия с длинами волн 589 нм и 589,6 нм. Какова длина такой решетки, если постоянная решетки 10 мкм

*Дано*

$$d = 10 \text{ мкм}$$

$$k = 1$$

$$\lambda_1 = 589 \text{ нм}$$

$$\lambda_2 = 589,6 \text{ нм}$$

$$A = ?$$

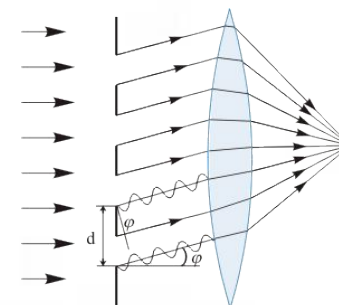
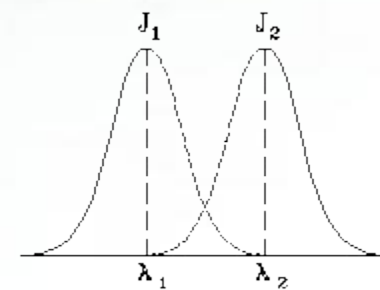
$$l = ?$$

*Анализ*

$$A = kN$$

$$A = \frac{\lambda_1}{\Delta\lambda} \Rightarrow N = \frac{\lambda_1}{\Delta\lambda k} = 982$$

$$l = dN = 9,8 \text{ мм}$$



# Урок № 74-75 Дифракция света

Определите число открытых зон при следующих параметрах:

$R = 2 \text{ мм}$ ;  $a = 2.5 \text{ м}$ ;  $b = 1.5 \text{ м}$

а)  $\lambda = 0.4 \text{ мкм}$ .

б)  $\lambda = 0.76 \text{ мкм}$

*Дано*

$R = 2 \text{ мм}$

$a = 2,5 \text{ м}$

$b = 1,5 \text{ м}$

$\lambda_1 = 0,4 \text{ мкм}$

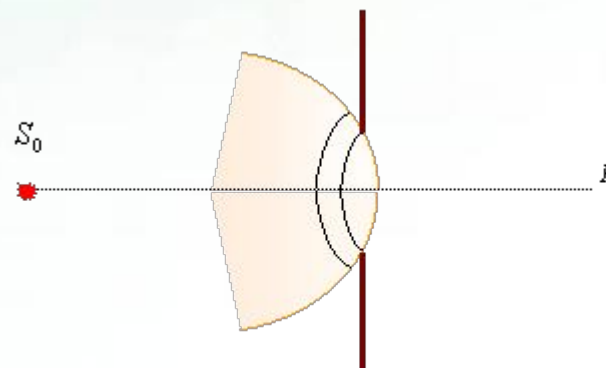
$\lambda_2 = 0,76 \text{ мкм}$

$m = ?$

*Анализ*

$$m_1 = \frac{R^2}{\lambda_1} \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) = 10$$

$$m_2 = \frac{R^2}{\lambda_2} \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) = 5$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Диафрагма диаметром 1 см освещается зеленым светом с длиной волны 0,5 мкм. На каком расстоянии от диафрагмы будет справедливо приближение геометрической оптики

*Дано*

$$b = 1 \text{ см}$$

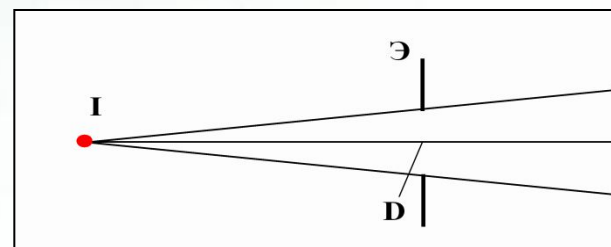
$$\lambda = 500 \text{ нм}$$

$$L = ?$$

*Анализ*

$$L \ll \frac{b^2}{\lambda} \ll 200 \text{ м}$$

Ответ :много меньше 200 м





## Урок № 74-75 Дифракция света

Щель размером 1,2 мм освещается зеленым светом с длиной волны 0,5 мкм. Наблюдатель расположен на расстоянии 3 м от щели. Увидит ли он дифракционную картину.

*Дано*

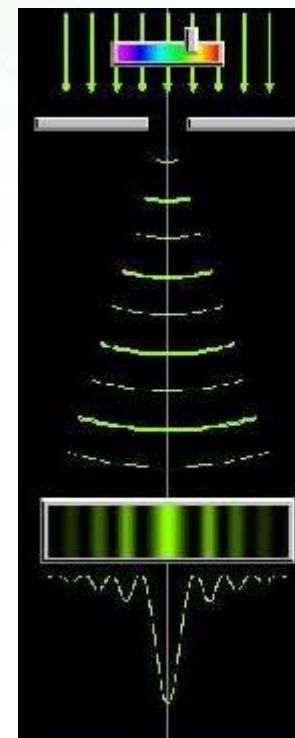
$$b = 1,2 \text{ мм}$$

$$\lambda = 500 \text{ нм}$$

$$L = ?$$

*Анализ*

$$L \geq \frac{b^2}{\lambda} = 2,88 \text{ м (да)}$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Экран расположен на расстоянии 50 см от диафрагмы, которая освещается желтым светом с длиной волны 589 нм от натриевой лампы. При каком диаметре диафрагмы будет справедливо приближение геометрической оптики

*Дано*

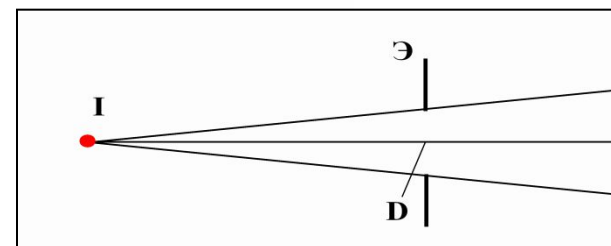
$$L = 50 \text{ см}$$

$$\lambda = 589 \text{ нм}$$

$$b = ?$$

*Анализ*

$$L \ll \frac{b^2}{\lambda} \Rightarrow b \gg \sqrt{L\lambda} \gg 0,54 \text{ мм}$$



## Урок № 74-75 Дифракция света

Щель размером 0,5 мм освещается зеленым светом от лазера с длиной волны 500 нм. На каком расстоянии от щели можно отчетливо наблюдать дифракционную картину

*Дано*

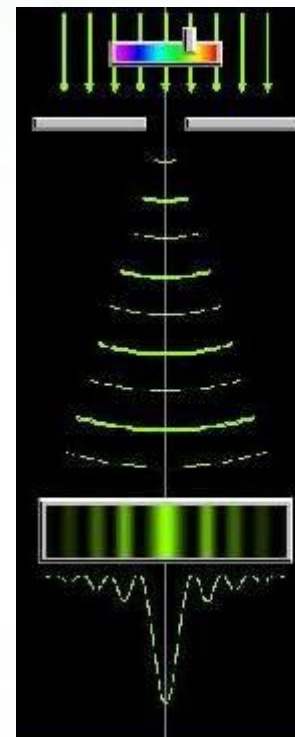
$$b = 0,5 \text{ мм}$$

$$\lambda = 500 \text{ нм}$$

$$L = ?$$

*Анализ*

$$L \geq \frac{b^2}{\lambda} = 50 \text{ см}$$





# Урок № 74-75 Дифракция света

Домашнее задание

Учебник § 71-72 (Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. Физика.11)

Сборник № 1606,1609,1612, 1613,1617(Г.Н.Степанова)



# Урок № 74-75 Дифракция света

## Интернетресурсы:

- [www.liveinternet.ru](http://www.liveinternet.ru)
- [prodety.ru](http://prodety.ru)
- [demiart.ru](http://demiart.ru)
- [www.en.edu.ru](http://www.en.edu.ru)
- [physics.ru](http://physics.ru)
- [elementy.ru](http://elementy.ru)
- [physoptirf.ru](http://physoptirf.ru)
- [phyzika.ru](http://phyzika.ru)
- [school.kievskiy.ru](http://school.kievskiy.ru)
- [ido.tsu.ru](http://ido.tsu.ru)
- [distedu.ru](http://distedu.ru)
- [himiki.com](http://himiki.com)
- [femto.com.ua](http://femto.com.ua)
- [kaf-fiz.1586.narod.ru](http://kaf-fiz.1586.narod.ru)
- [fiz.envy.ru](http://fiz.envy.ru)
- [edu-teacherzv.ru](http://edu-teacherzv.ru)

