

Тема урока: Волновые свойства света.

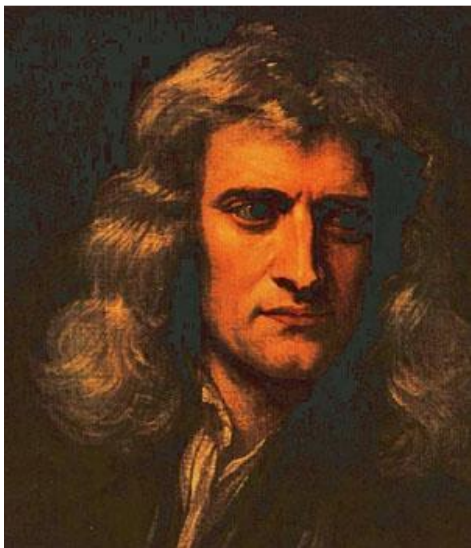
## Цель урока:

- Изучить явления:


1. Интерференция света.
2. Дифракция света.
3. Дисперсия света.
4. Поляризация света.

Свет проявляет двойственную природу  
и при распространении он ведет себя  
как волна.

Поэтому свету присущи все свойства  
электромагнитных волн:  
Интерференция, дифракция,  
поляризация,  
а также дисперсия света.



Начнем с вопроса:

A diagram illustrating the dispersion of light. A horizontal red line representing a beam of light enters a triangular prism from the right. As the light passes through the prism, it is refracted and dispersed into a spectrum of colors, with red at the top and violet at the bottom. The background is black, and the prism is a light blue color.

Дисперсия света

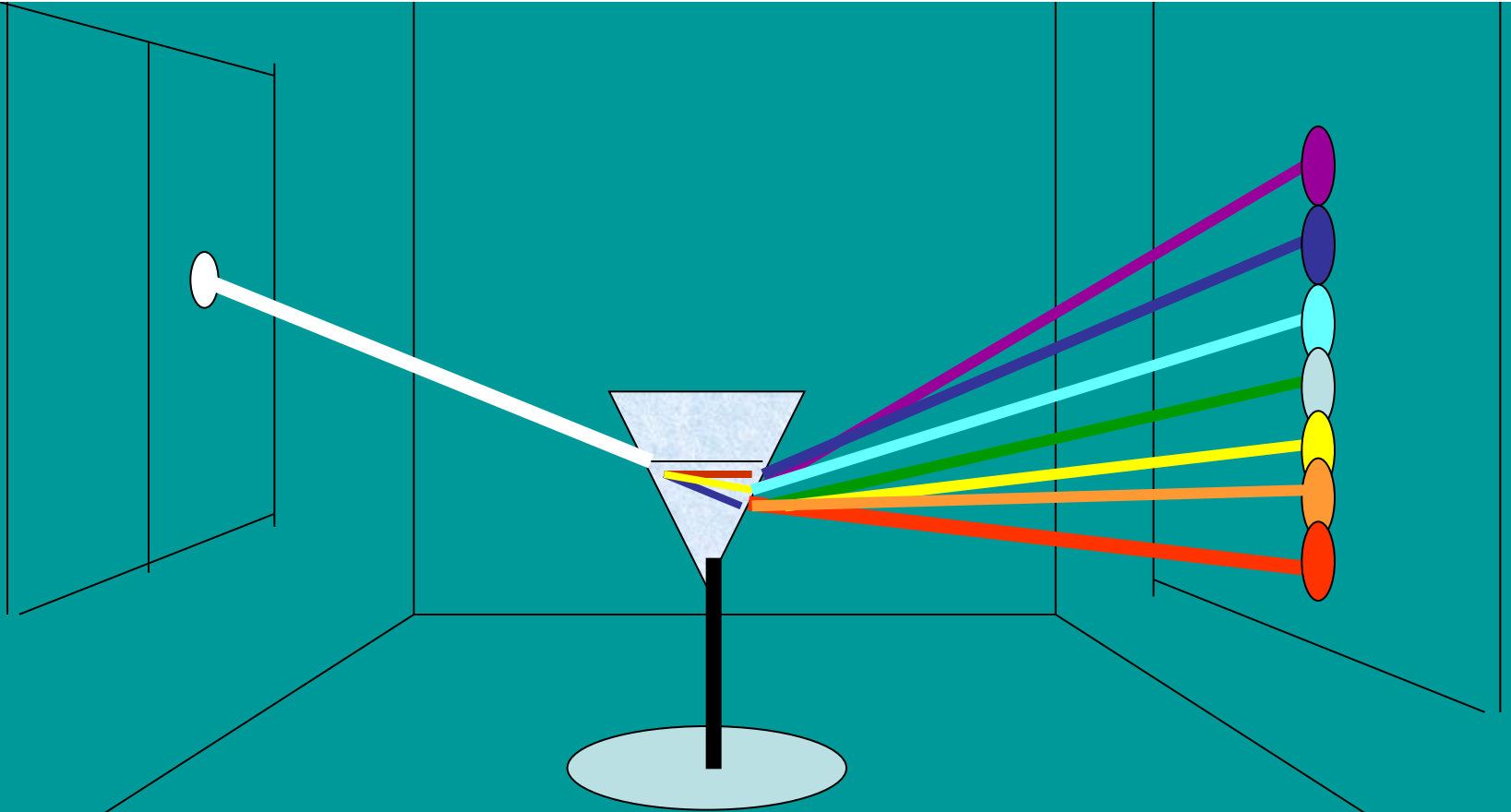
Занимаясь усовершенствованием телескопа И. Ньютон заметил, что изображение, даваемое объективом телескопа, по краям окрашено.

Было замечено также, что радужные края имеют предметы, рассматриваемые через призму.

Т.о. пучок света, прошедший через призму, по краям окрашивается.

Для изучения этого явления Ньютон расположил в комнате стеклянную призму. Через узкое отверстие в ставне окна направил на нее узкий пучок белого солнечного света.

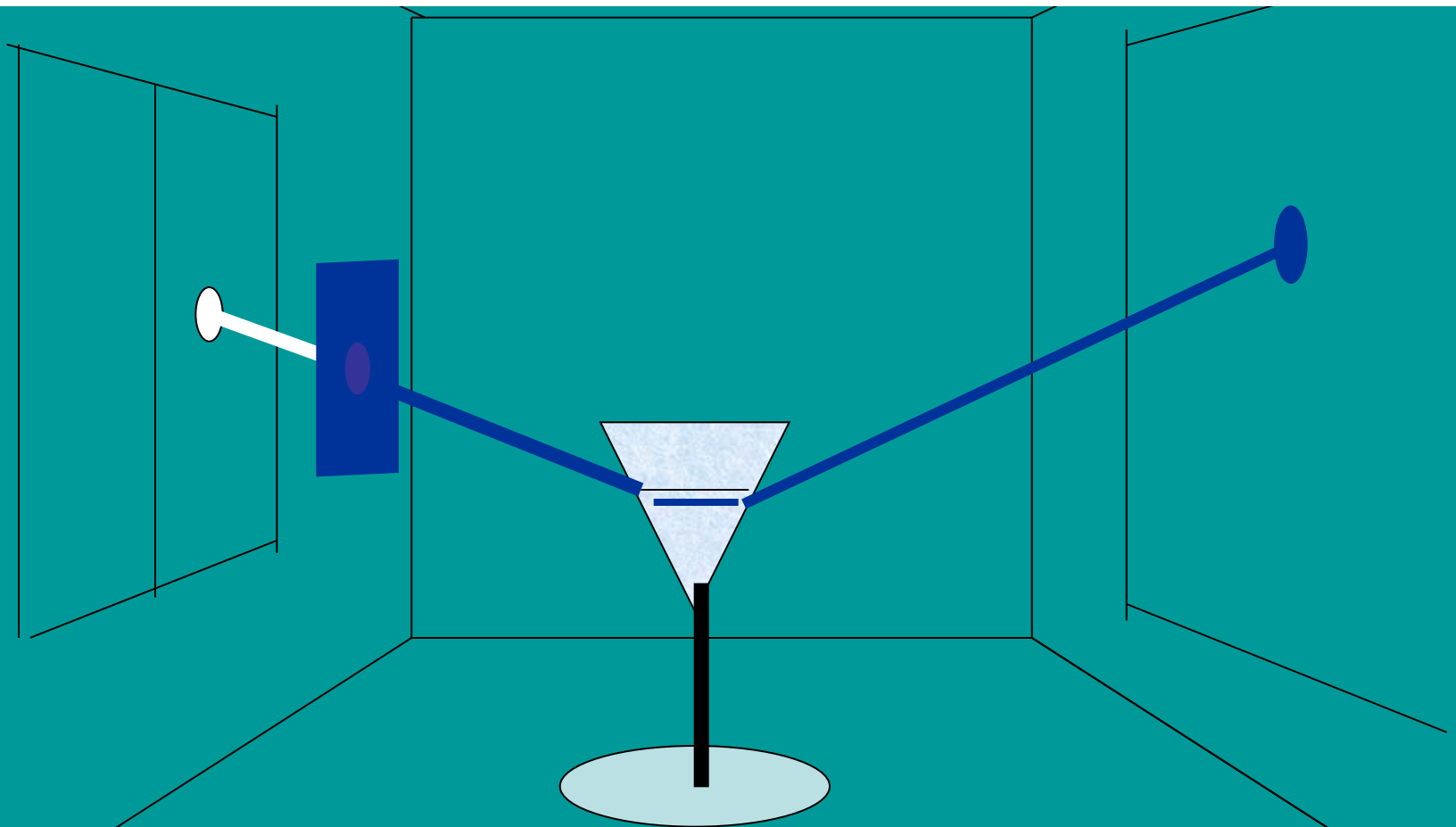
Падая на стеклянную призму, луч преломлялся и давал на противоположной стене удлиненное изображение с радужным чередованием цветов.



Полученную радужную полоску Ньютон назвал **спектром** и выделил в нем как в радуге **семь цветов**:

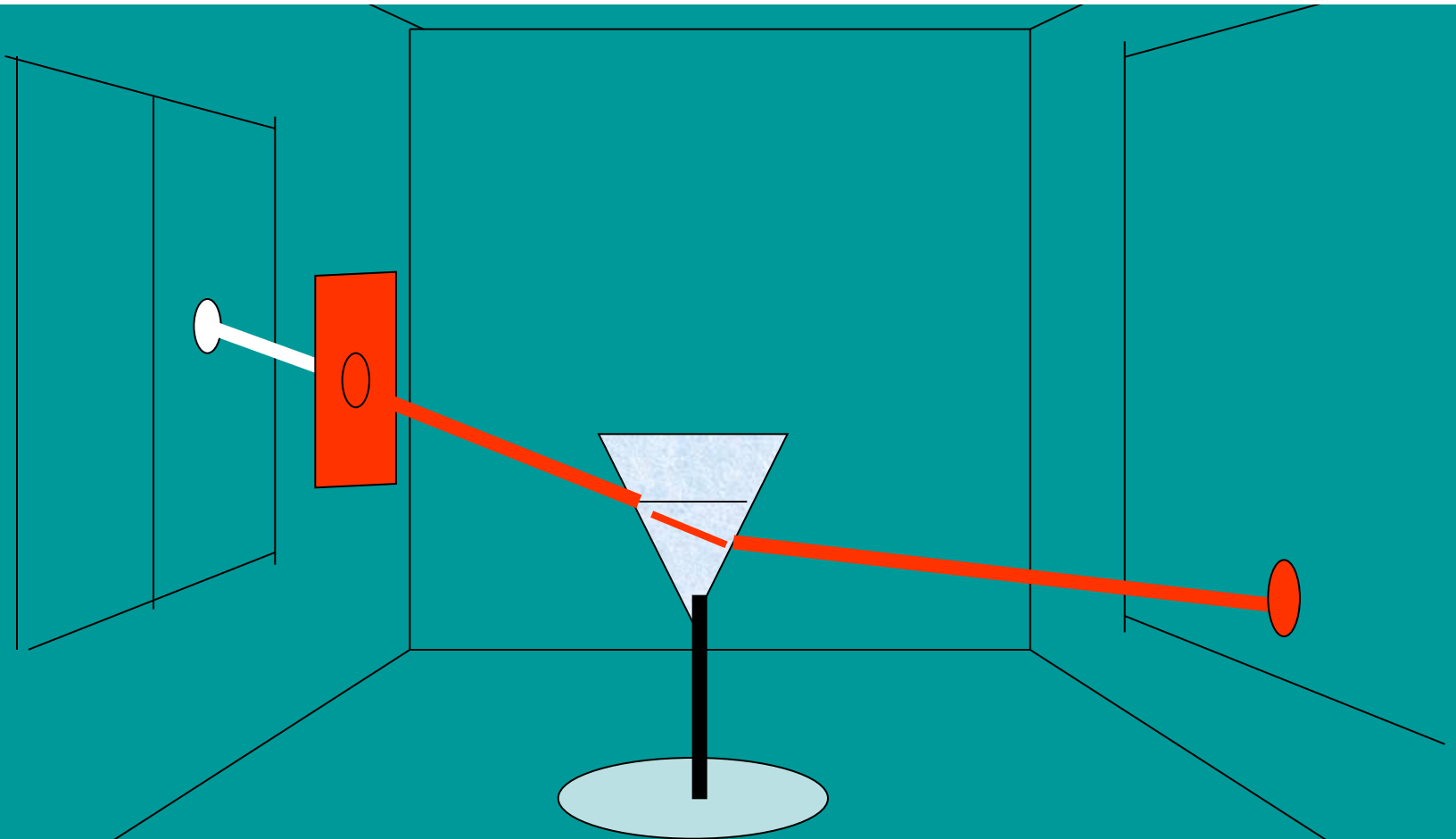
**К**расный, **О**ранжевый, **Ж**елтый,  
**З**еленый, **Г**олубой, **С**иний, **Ф**иолетовый.  
(**К**аждый **О**хотник **Ж**елает **З**нать, **Г**де  
**С**идит **Ф**азан)

Закрив отверстие **синим** стеклом, Ньютон наблюдал на стене только **синее** пятно.





Закрыв отверстие **красным** стеклом, Ньютон наблюдал на стене только **красное** пятно.



Следовательно, это не призма окрашивает белый свет в цвета радуги (как предполагалось раньше). Она лишь разлагает свет на его составные части. Т.О.

**Белый свет имеет сложную структуру** (это пучки различных цветов и только их совместное действие вызывает у нас впечатление белого света)

**В самом деле, если с помощью второй призмы, перевернутой на  $180^\circ$  относительно первой, собрать все пучки спектра, то опять получится белый цвет.**



## Явление дисперсии открыл Ньютон:

- Дисперсией называется зависимость показателя преломления света от его цвета, а, следовательно, от частоты колебаний (или длины волны)
  - Белый свет состоит из цветных лучей, которые имеют разный показатель преломления в веществе.
  - Радужную полоску полученную после прохождения белого света через призму называют *спектром*.
  - *Монохроматическим* называют свет одной частоты (цвета).
  - Фиолетовые лучи преломляются сильнее красных, т.к. имеют наименьшую скорость в веществе.
- Красный свет меньше преломляется и имеет наибольшую скорость в веществе.
- Каждый цвет света имеет свою длину волны и частоту колебаний.

**Сложная структура белого света  
объясняет многообразие красок в  
природе:**

**Листья на деревьях зеленые потому что  
все цвета спектра они поглощают, а  
отражают только зеленый.**

**Красные поверхности отражают только  
красный цвет, а все другие - поглощают.**

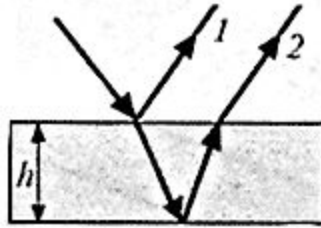
# Рассмотрим вопрос об интерференции света.

Интерференцию э/м волн мы изучали в первом полугодии:

Но для получения устойчивой интерференционной картины необходимо, чтобы источники волн были когерентными.

Все неоднократно наблюдали ИНТЕРФЕРЕНЦИЮ света: радужную окраску мыльных пузырей, пятен масел на поверхности луж.

Открытие явления интерференции света принадлежит английскому ученому Томасу Юнгу, который первым объяснил эту радужную окраску тонких пленок интерференцией:



При попадании монохроматического света (самый простой случай) на тонкую пленку часть света отражается от наружной поверхности пленки (луч 1), другая часть света, пройдя через пленку, отражается от внутренней поверхности (луч 2).

При наложении этих когерентных лучей образуется интерференционная картина: чередование темных и светлых пятен в случае монохроматического света и радужных в случае белого света.

**Интерференцией света** называют наложение двух **когерентных** волн при котором в одних точках пространства образуется усиление, а в других ослабление света.

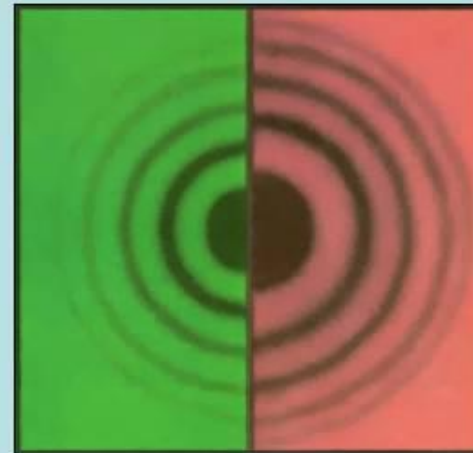
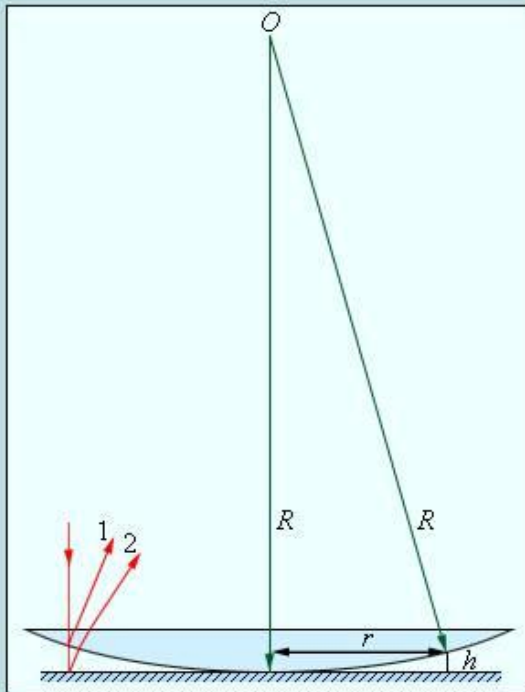
**Когерентные волны** - это волны, испускаемые источниками, имеющими одинаковую частоту и постоянную разность фаз.

$$\Delta d = k\lambda = 2k\frac{\lambda}{2} - \text{условие максимума (усиление света)}$$

$$\Delta d = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} - \text{условие минимума (ослабление света)}$$



# Наблюдение интерференции: «кольца» Ньютона



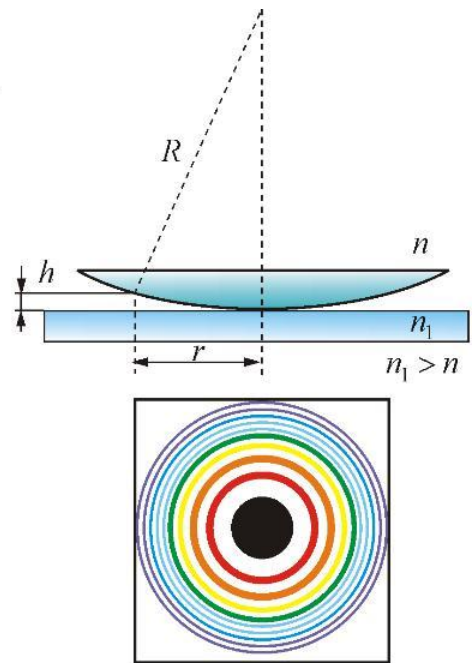
# Кольца Ньютона

$$h = R - \sqrt{R^2 - r^2} \approx \frac{r^2}{2R}$$

$$\Delta = 2h + \frac{\lambda}{2}$$

$$\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \quad \text{min}$$

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



радиус  $m$ -го темного кольца

# Кольца Ньютона

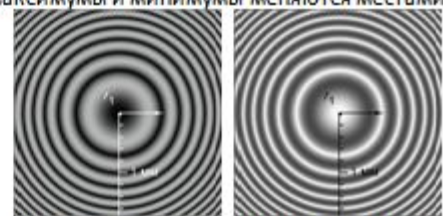
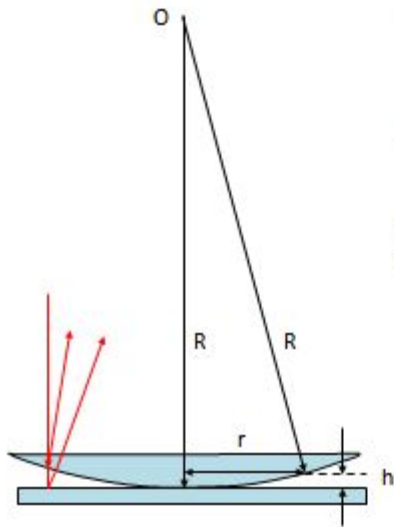
Для светлых колец в отраженном свете

$$r_{\text{св}}^{\text{отр}} = \sqrt{\frac{(2m + 1) R \lambda}{2}}$$

Для темных колец в отраженном свете

$$r_{\text{тем}}^{\text{отр}} = \sqrt{m R \lambda}$$

В проходящем свете интерференционные максимумы и минимумы меняются местами



отраженный свет      проходящий свет

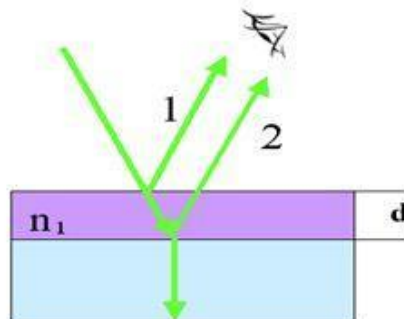
---

# Использование интерференции

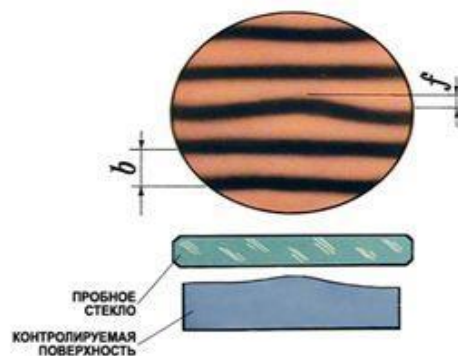
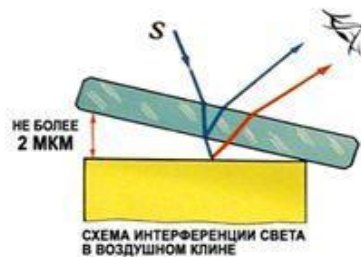
- Явление интерференции нашло широкое практическое применение
  - Создание просветлённых покрытий
  - Измерение малых расстояний и перемещений
  - Контроль поверхности
  - Измерение показателя преломления
  - Голография

# Применение интерференции света

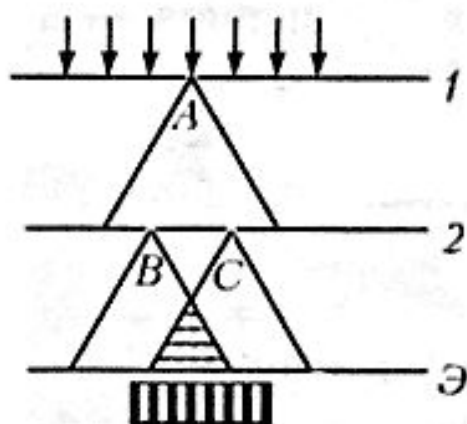
## Просветление оптики



## Контроль качества поверхности



3. **Дифракция света** была открыта в 1802 году Томасом Юнгом на основе опыта:



В непрозрачной ширме 1 он проколол булавкой малое отверстие, а в ширме 2 проколол два отверстия. Свет от источника падал на первую ширму. В следствии дифракции свет из отверстия выходит в виде конуса, т.е. дифрагирует.

Этот свет освещает отверстия В и С. Из них свет из-за дифракции выходит тоже двумя конусами. Эти световые конусы накладываются друг на друга и на экране Э Юнг наблюдал интерференционную картину.

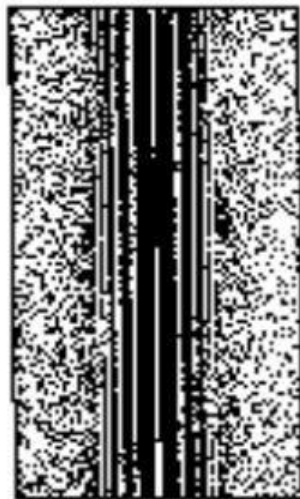
Дифракция света – это огибание светом препятствий или отклонение света от прямолинейного распространения.

Дифракция наблюдается, если размеры преград сравнимы с длиной волны.



## Дифракция от различных препятствий:

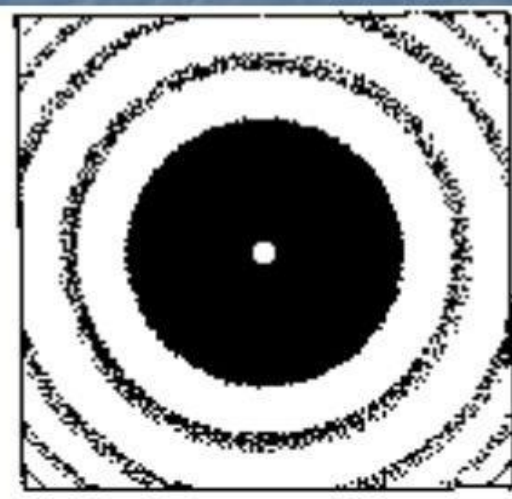
- а) от тонкой проволоочки;
- б) от круглого отверстия;
- в) от круглого непрозрачного экрана.



а)



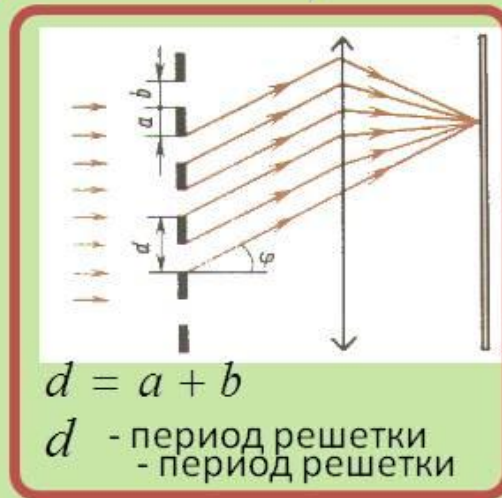
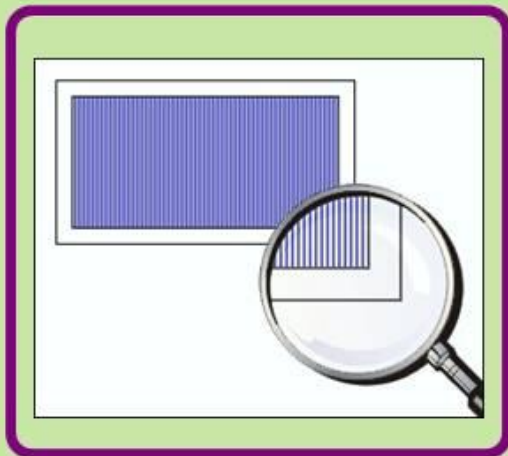
б)



в)

# Дифракционная решетка

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



Условие max:

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

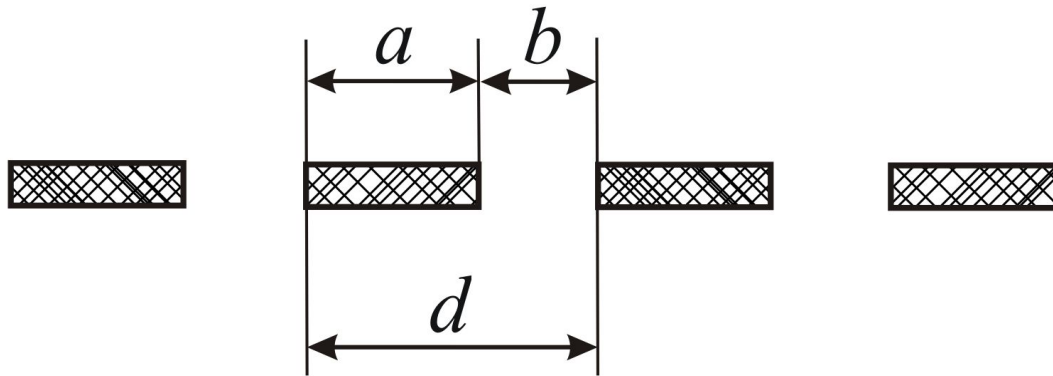
$\lambda$  - длина волны

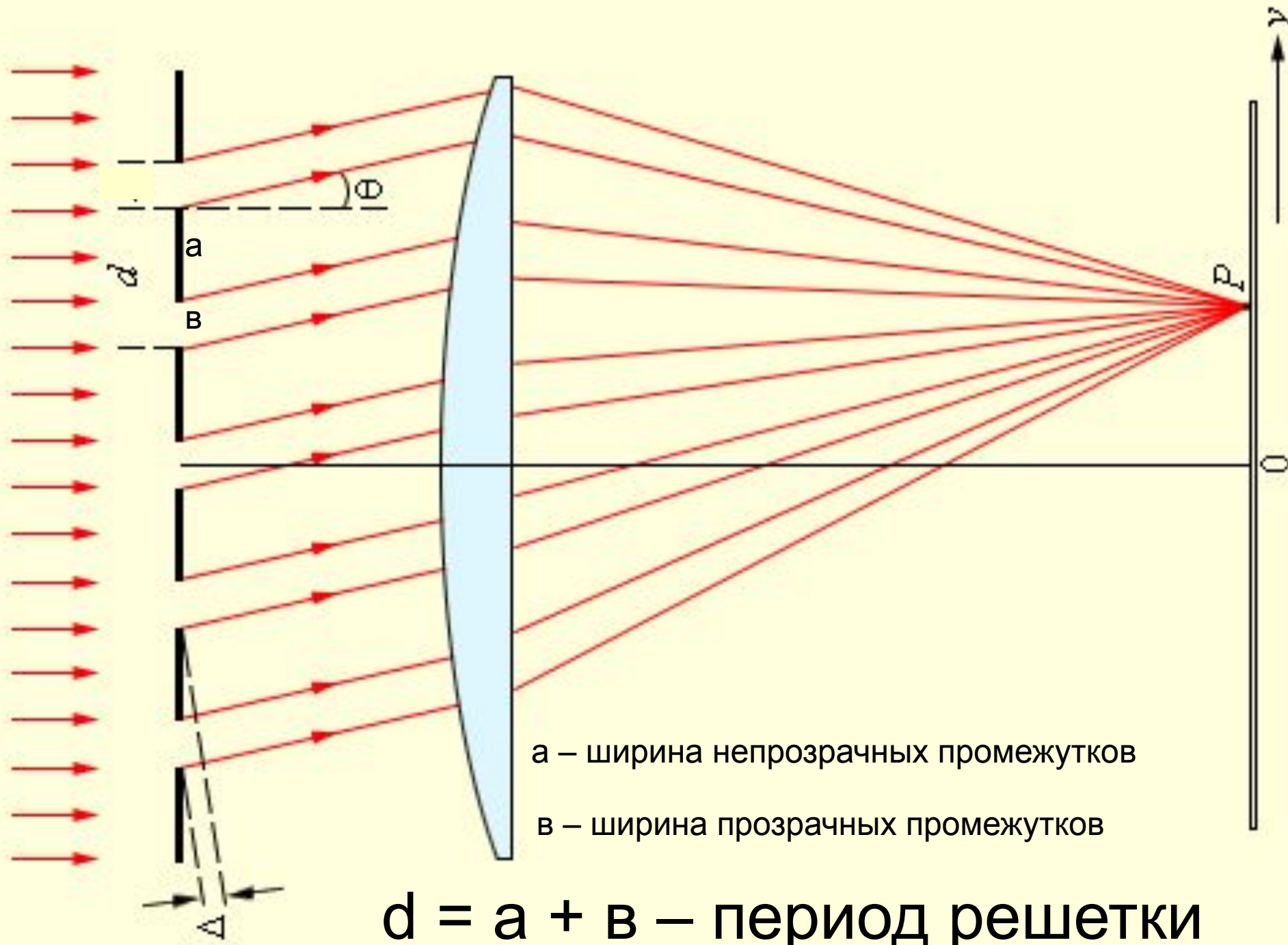
$\varphi$  - угол отклонения  
световых лучей  
вследствие дифракции

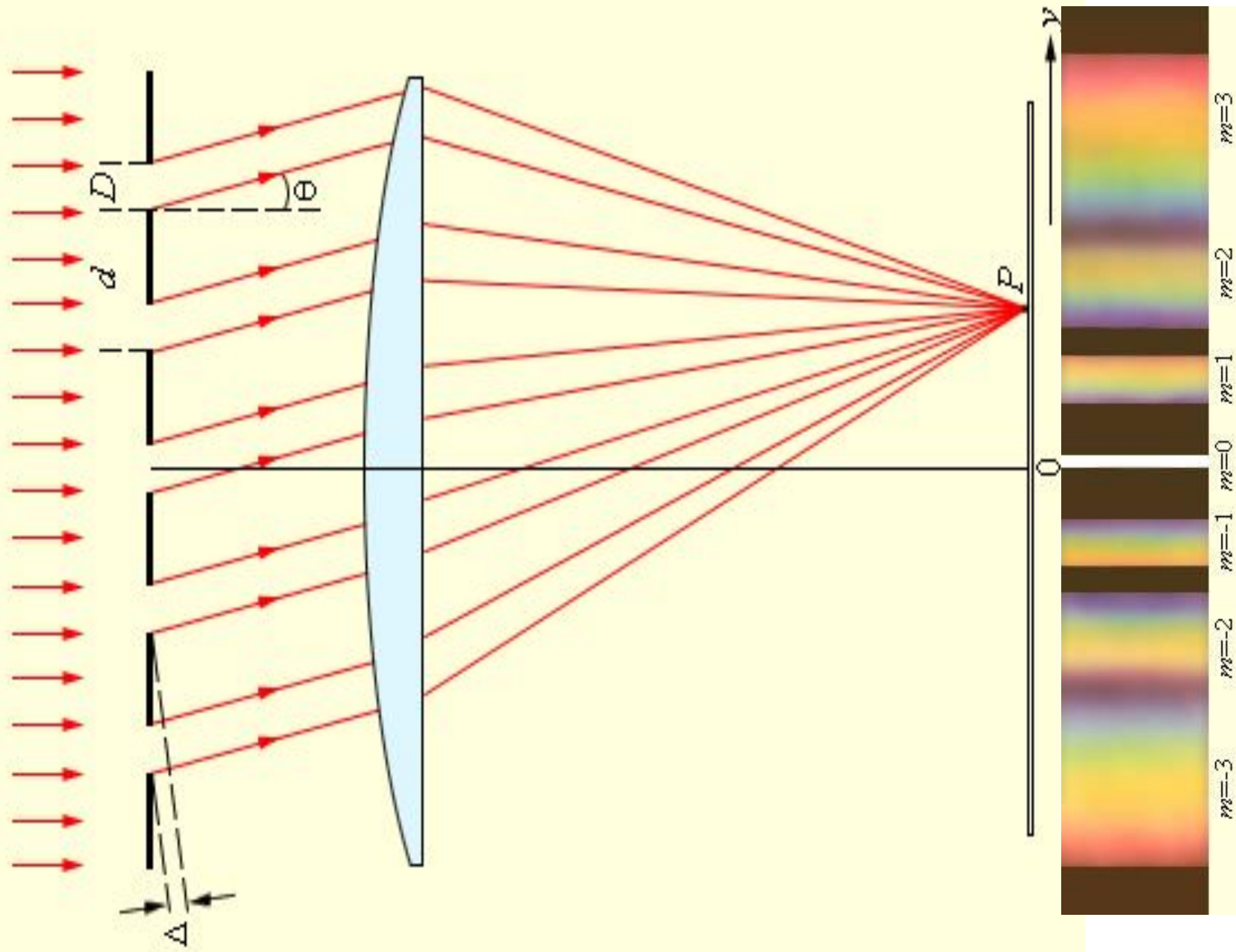
$k$  - порядок спектра



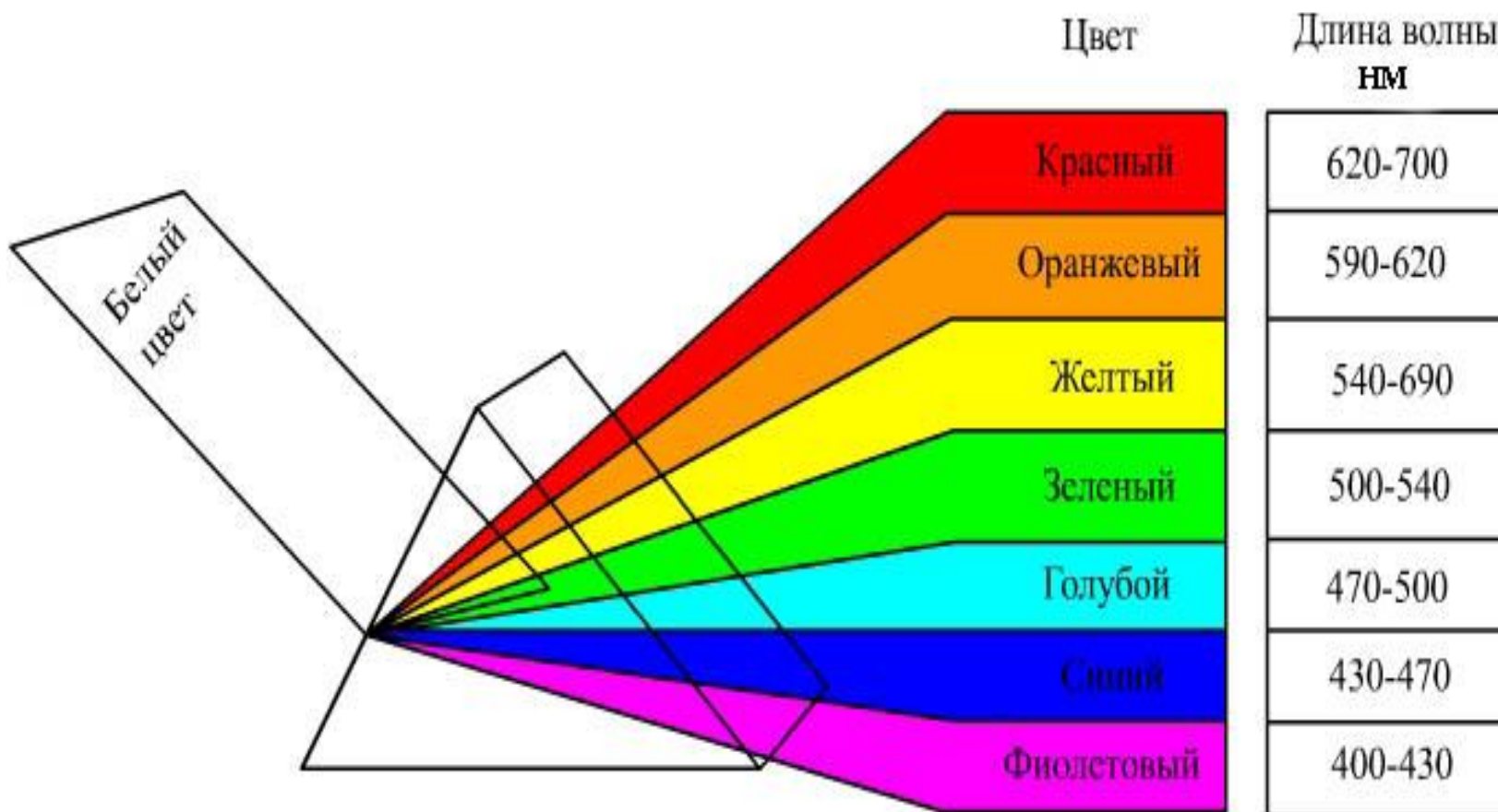
Период дифракционной решетки  $d$  – сумма ширины прозрачной и непрозрачной частей:







# Длины волн видимого спектра:



# Дифракционные спектры



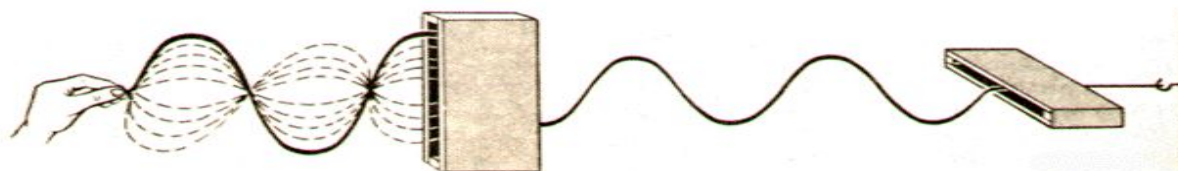
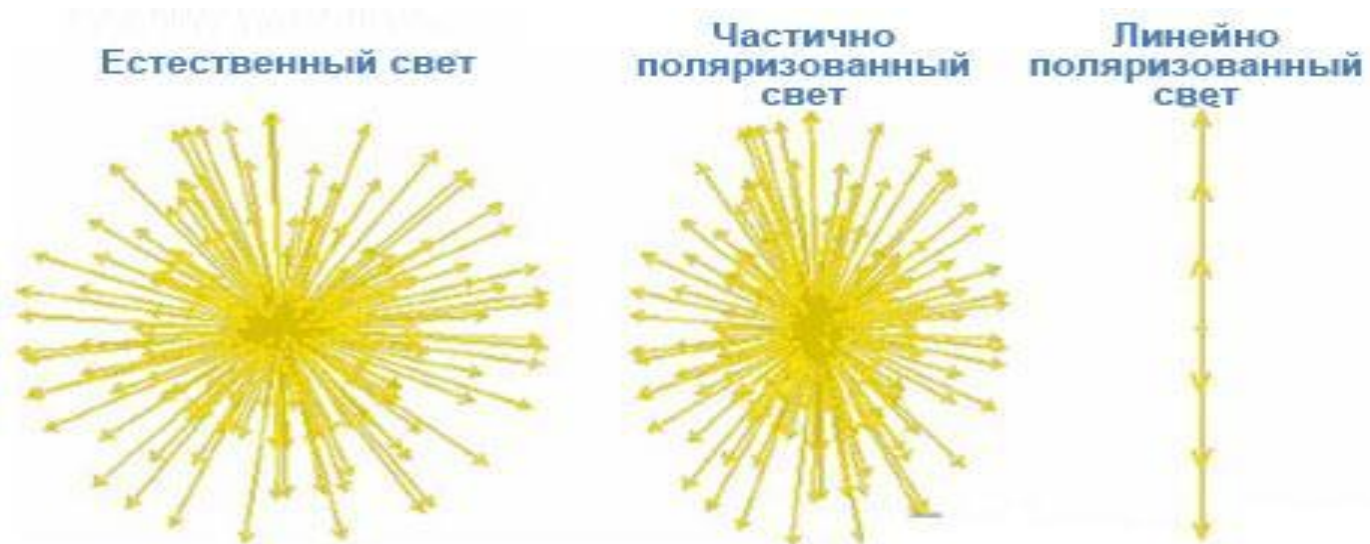
Дифракционная решетка – спектральный прибор, служащий для разложения света и измерения длины волны

**Лабораторная работа № 6.  
Измерение длины световой волны с  
помощью дифракционной решетки**

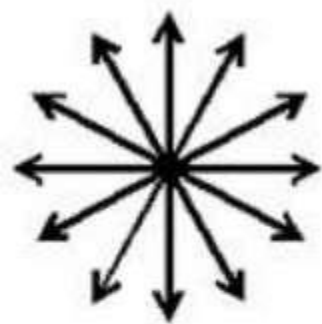




# Поляризация света



# Виды поляризации света



В поперечной волне колебания могут происходить в любых направлениях, лежащих в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. Если направления колебаний при этом беспорядочно меняются, но амплитуды их во всех направлениях одинаковы, то такая волна называется **естественной**.



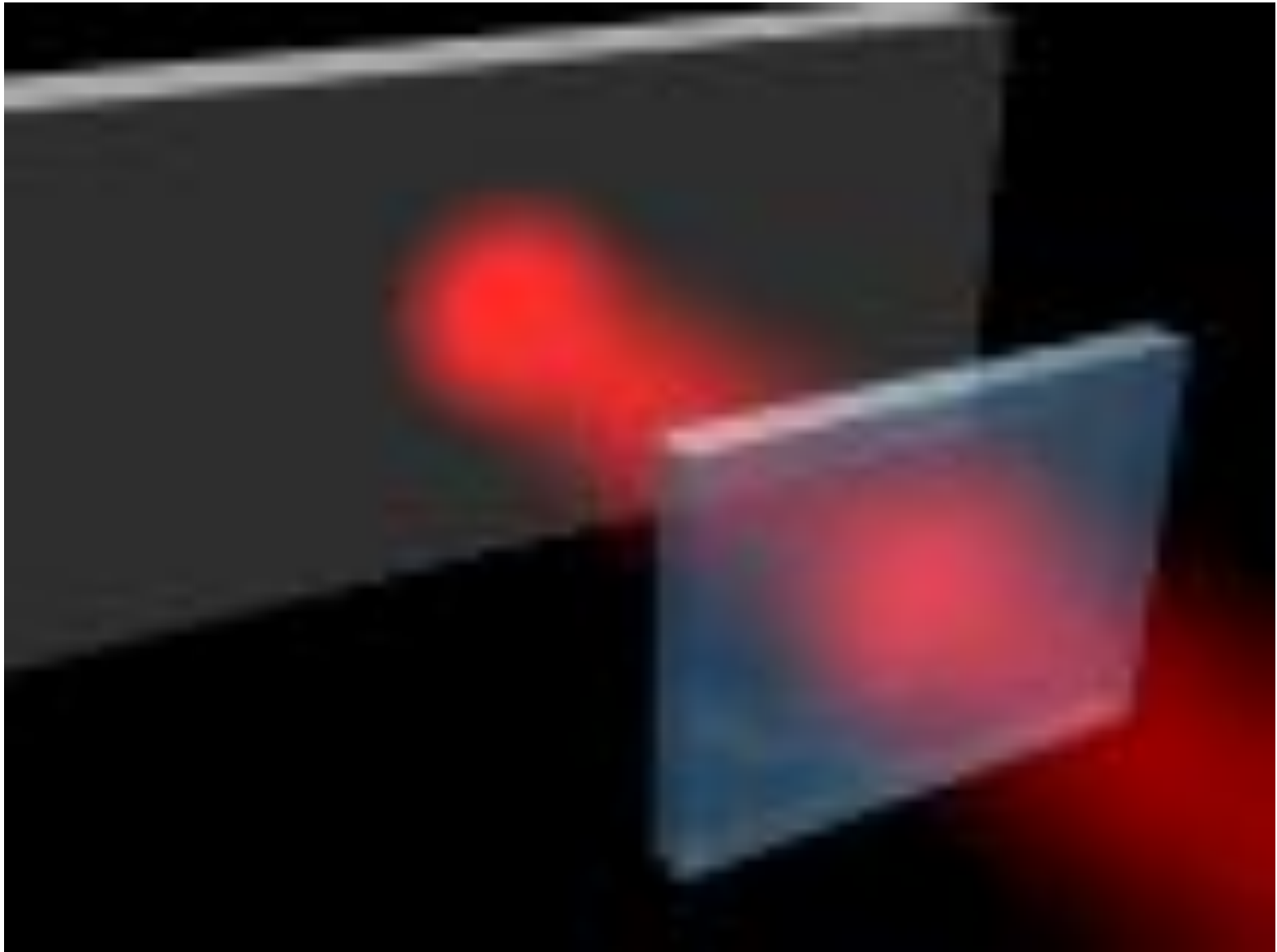
Если колебания происходят только в одном постоянном направлении, то такая волна называется **плоско поляризованной**.



Если колебания происходят в различных направлениях, но в определенных направлениях амплитуды колебаний больше, чем в других, волна называется **частично поляризованной**.

Искусственную поляризацию можно осуществить, пропуская волну через **поляризатор**.





Явление	Проявления в природе. Использование в технике
Интерференция света	Радужные цвета тонких пленок. Просветление оптики. Интерферометры. Метрология. Контроль качества полированных и шлифованных поверхностей
Дифракция света	Гало. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Голография
Дисперсия света	Радуга. Спектроскоп. Спектральный анализ
Поляризация света	Поляроиды. Оптоволоконная связь Поляриметры — определение концентрации сахара, органических кислот в растворах
Эффект Доплера	Определение величины и направления скорости планет и звезд в астрономии, автомобилей и самолетов