



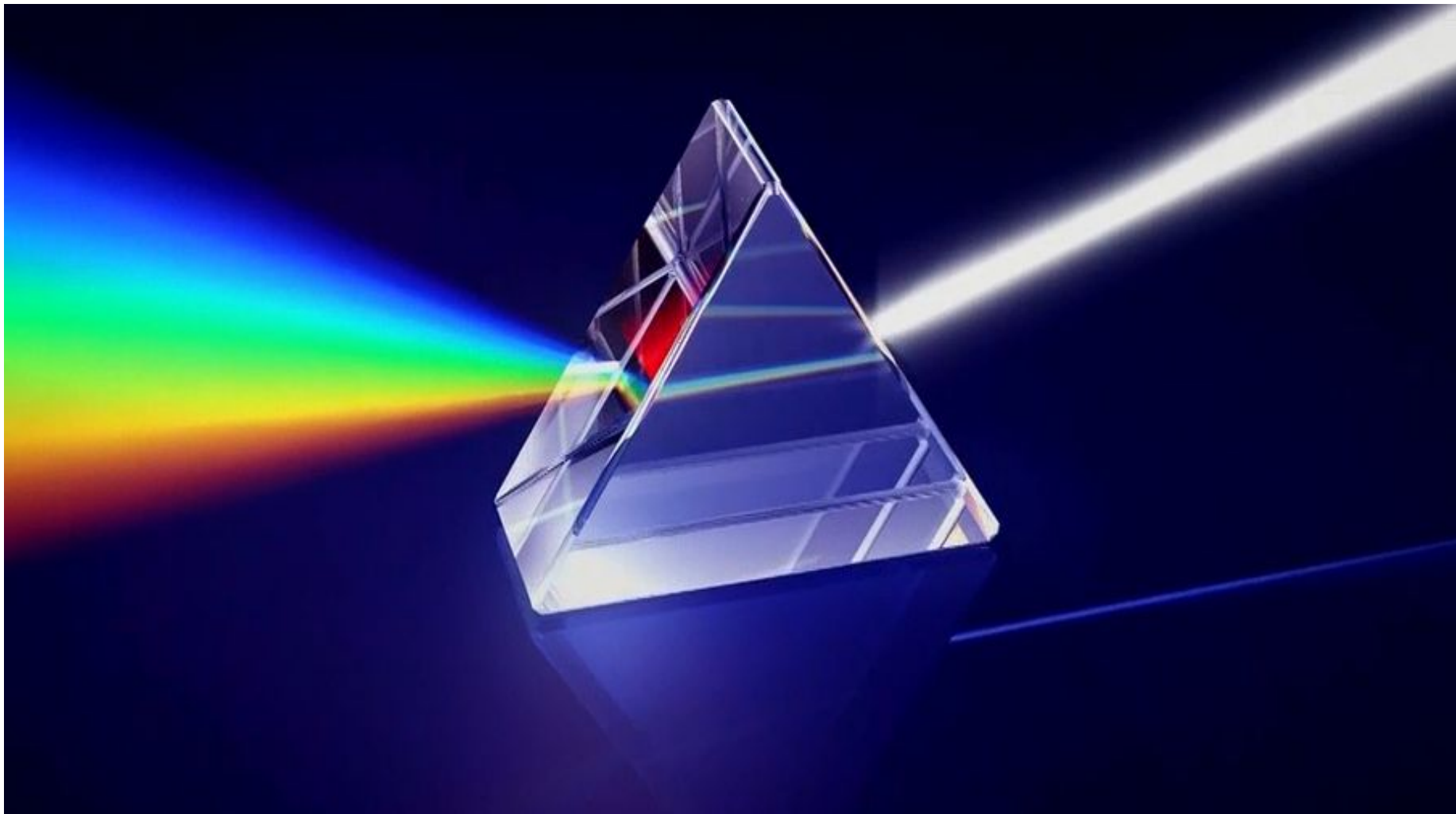
Волновая оптика

Волновая оптика

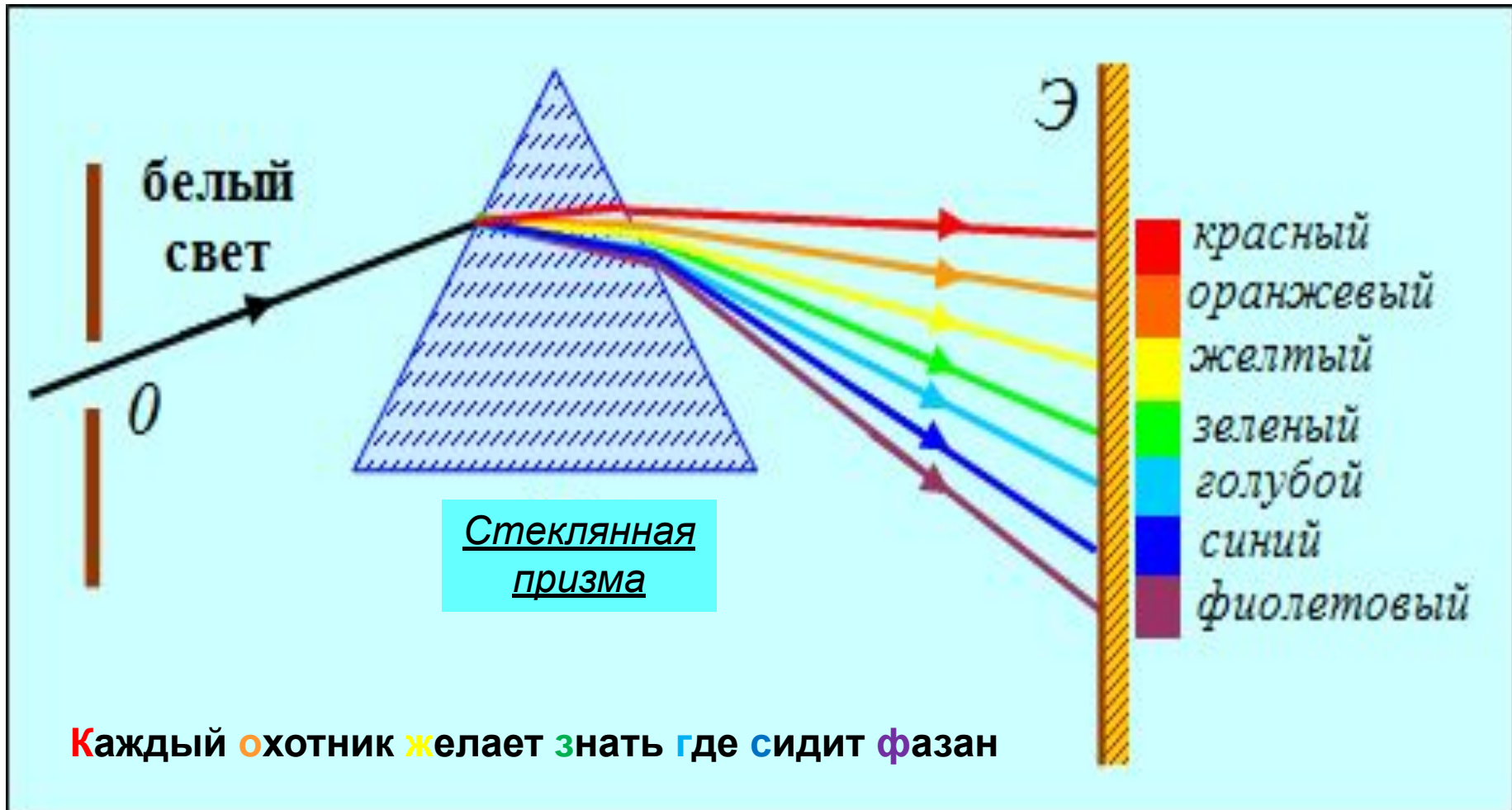
- **Дисперсия света**
- **Интерференция света**
- **Дифракция света**
- **Дифракционная решетка**
- **Поляризация света**

Дисперсия света

- Белый свет имеет сложную структуру



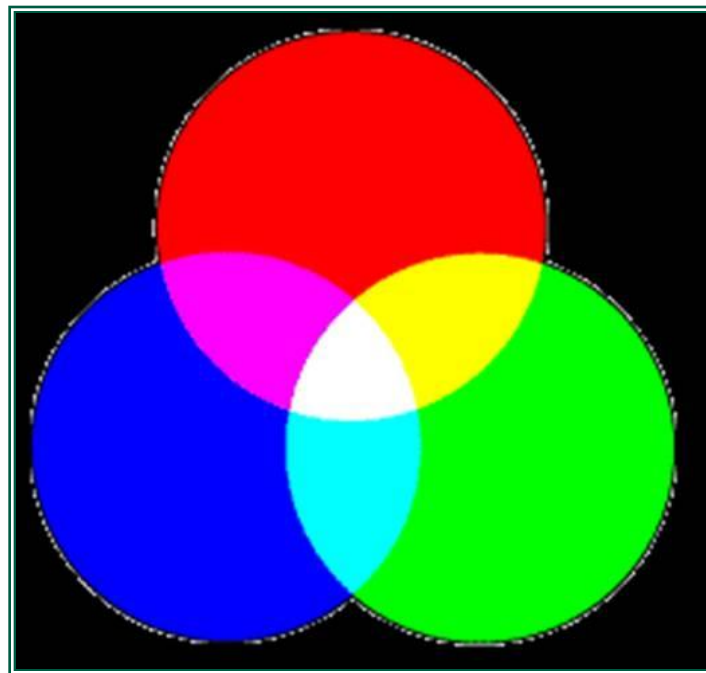
Дисперсия - зависимость показателя преломления среды от длины волны света $n = f(\lambda)$.



Дисперсия света

- Белый свет представляет собой набор волн различной длины.

$$400 \text{ нм} \leq \lambda_{\text{света}} \leq 760 \text{ нм}$$



- Свет, представляющий собой набор волн одинаковой длины – монохроматичный.
- Свет, представляющий собой набор волн различных длин – полихроматичный.
(Белый свет является полихроматичным).

Дисперсия света

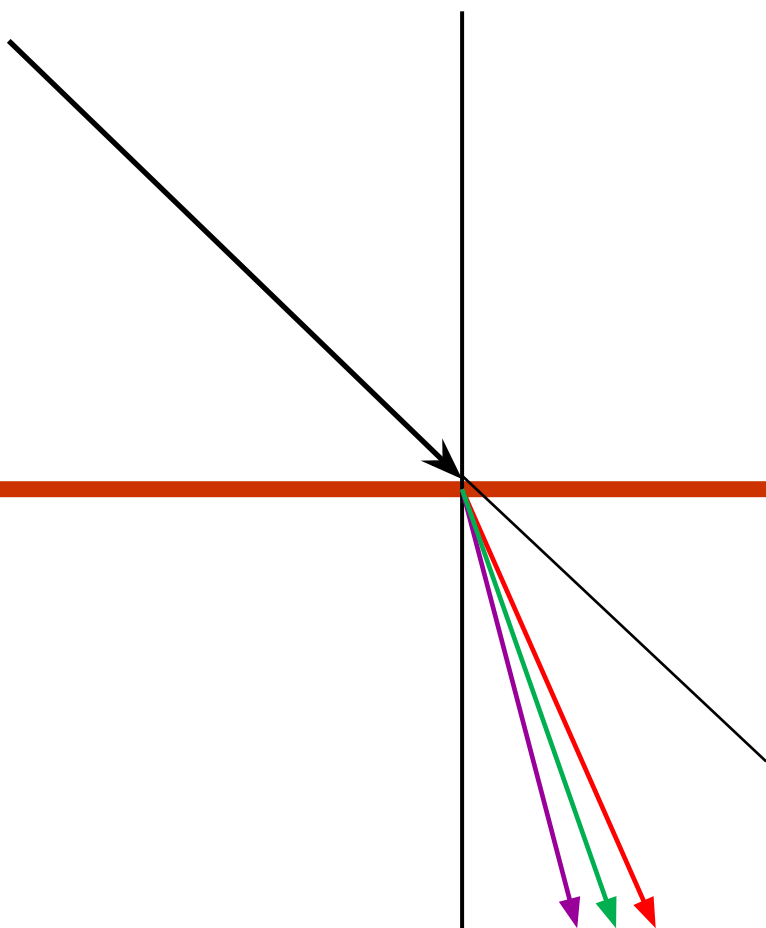
Дисперсия - зависимость показателя преломления

среды от длины волны света $n = f(\lambda)$.



Разложение света в спектр вследствие дисперсии при прохождении через призму (опыт Ньютона)

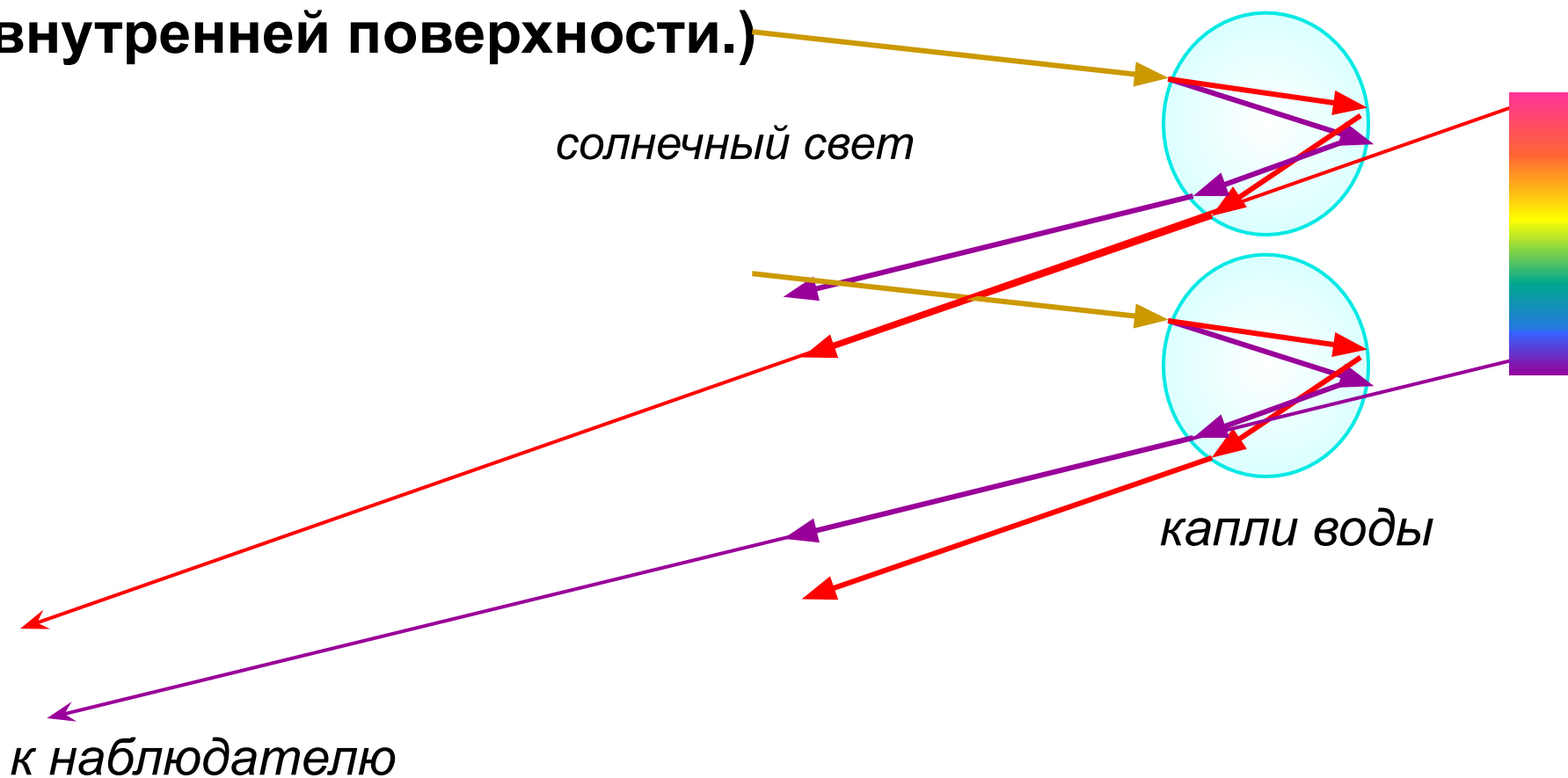
Дисперсия света



$$\left. \begin{array}{l} n_{\text{ф}} > n_{\text{зел}} > n_{\text{кр}} \\ n_{\text{ср}} = \frac{c}{v_{\text{ср}}} \end{array} \right\} v_{\text{ф}} < v_{\text{зел}} < v_{\text{кр}}$$

Дисперсия света

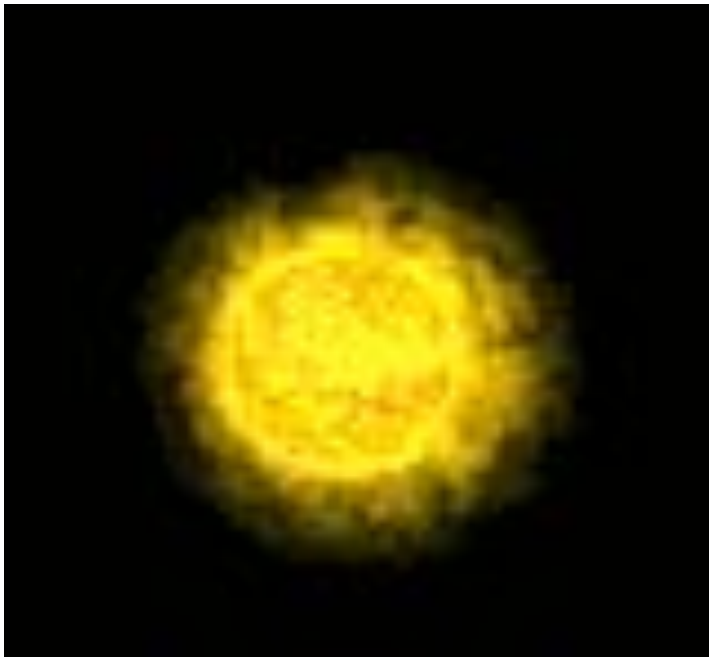
- Пример дисперсии света – **радуга**. (Разложение света в спектр происходит из-за преломления лучей сферическими капельками воды и отражения от их внутренней поверхности.)



Явления излучения и поглощения света легко можно было объяснить, если свет считать потоком частиц.

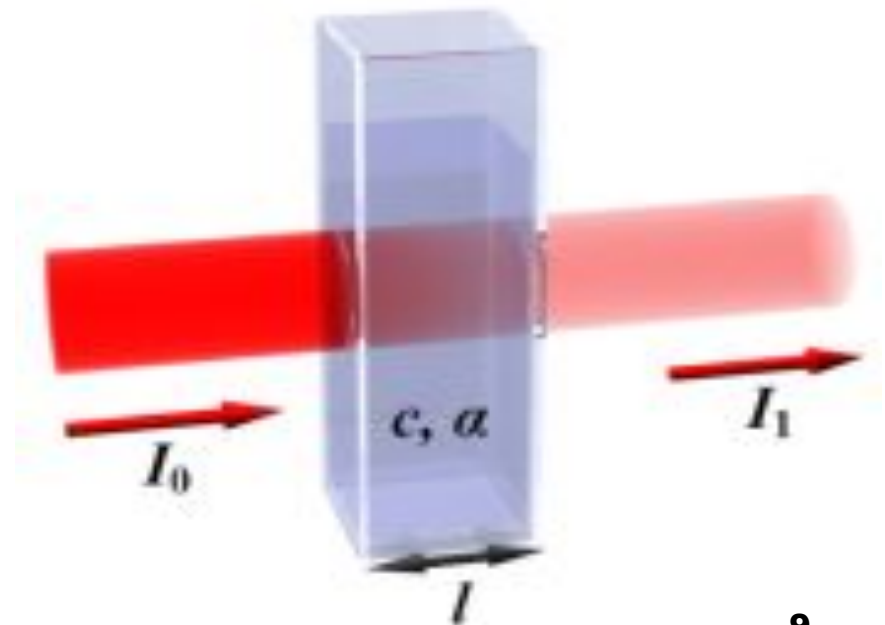
Излучение света -

процесс испускания и распространения энергии в виде волн и частиц.



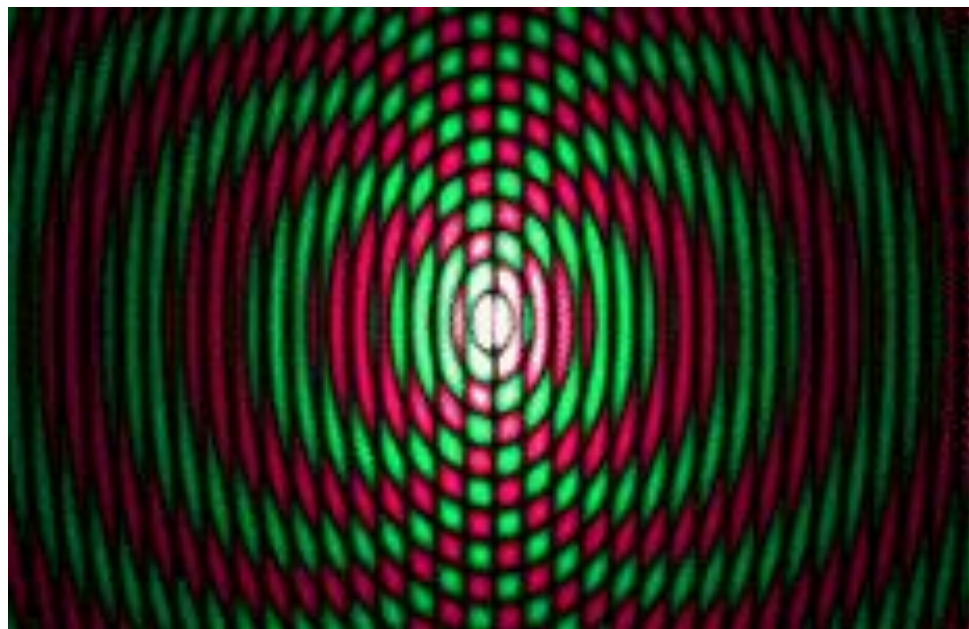
Поглощение света -

уменьшение интенсивности света, при прохождении его через вещество.

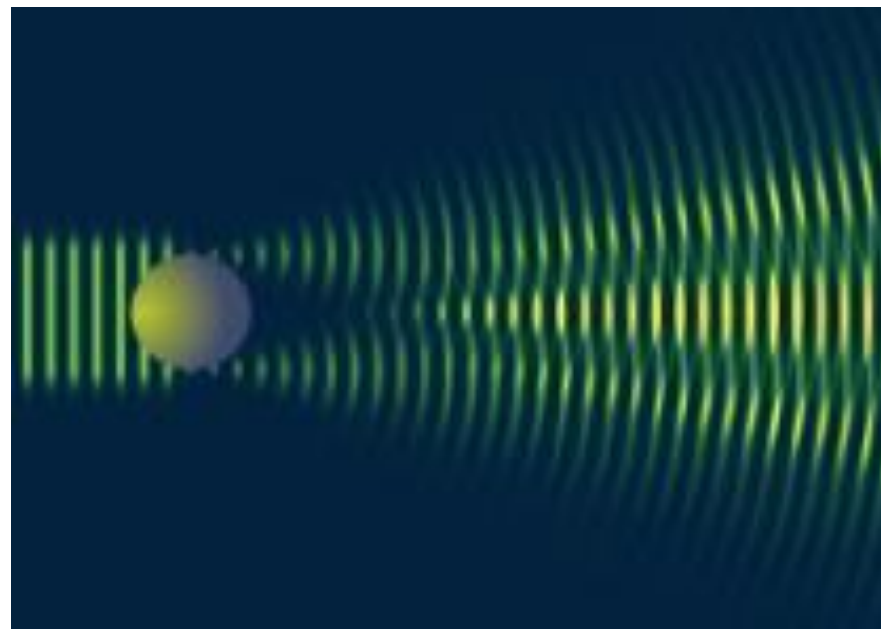


Явления интерференции и дифракции можно было объяснить, если **свет** считать волной.

Интерференция света
сложение световых волн.



Дифракция света
огибание малых препятствий.



Интерференция света

- Когерентные волны - волны с одинаковой частотой, поляризацией и постоянной разностью фаз.
- Устойчивой интерференционной картины от двух **независимых** источников света не наблюдается, т.к. волны не являются когерентными из-за непостоянства разности фаз.
- Атомы источников излучают свет прерывисто в виде "цуга" гармонических колебаний - импульса длительностью порядка 10^{-8} с (время когерентности).
- За это время свет распространяется на расстояние $l_k = 1$ м, называемое **длиной когерентности** (расстояние, на котором происходит устойчивое гармоническое колебание световой волны). Спустя время когерентности разность фаз хаотически изменяется.

Интерференция света

■ При одинаковом законе колебаний двух источников **интерференционные максимумы** наблюдаются в точках пространства, для которых **геометрическая разность хода** интерферирующих волн **равна целому числу длин волн**:

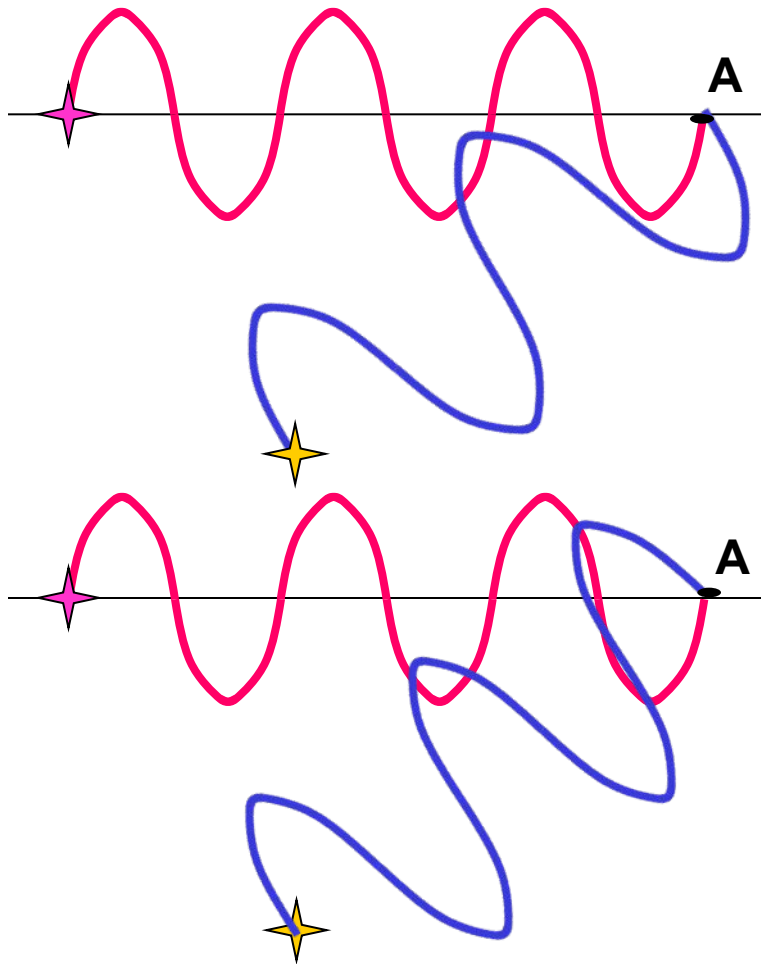
■ Дисперсия - зависимость показателя преломления среды от длины волны света $n = f(\lambda)$.

Интерференция света

- При одинаковом законе колебаний двух источников **интерференционные минимумы** наблюдаются в тех точках пространства, для которых **геометрическая разность хода** интерферирующих волн **равна нечетному числу полуволн**.

■ **Дисперсия** - зависимость показателя преломления среды от длины волны света $n = f(\lambda)$.

Условия max и min



- **Усиление (max)**

$$\Delta d = k\lambda$$

- **Ослабление (min)**

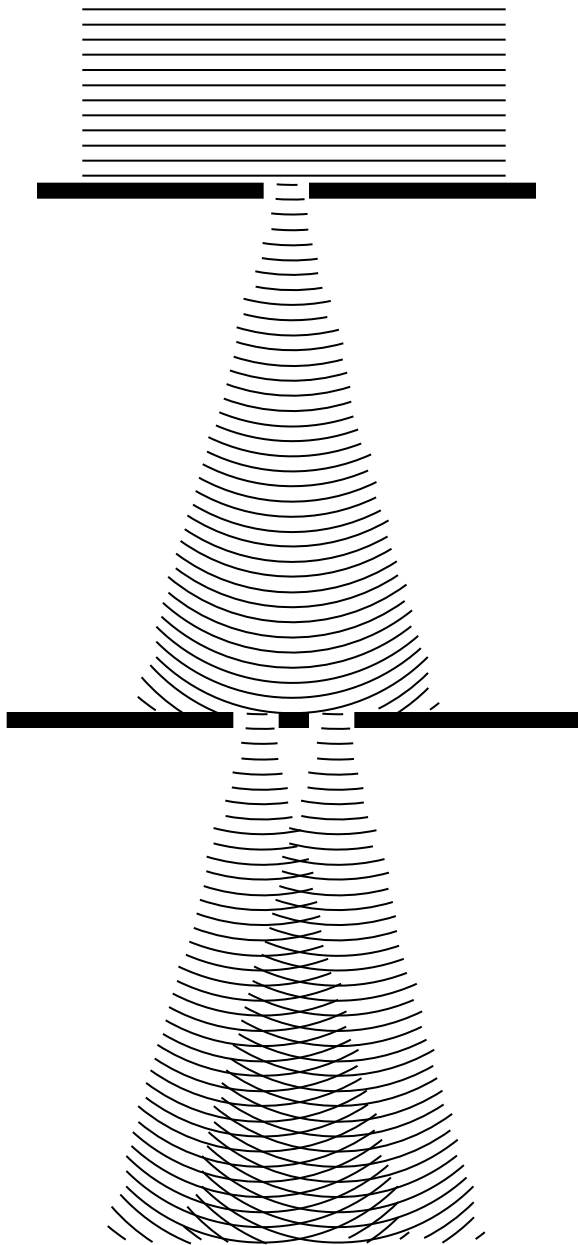
$$\Delta d = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$$

Δd — *разность хода волн*

Дифракция света

- Дифракция – отклонение при распространении волн от законов геометрической оптики.

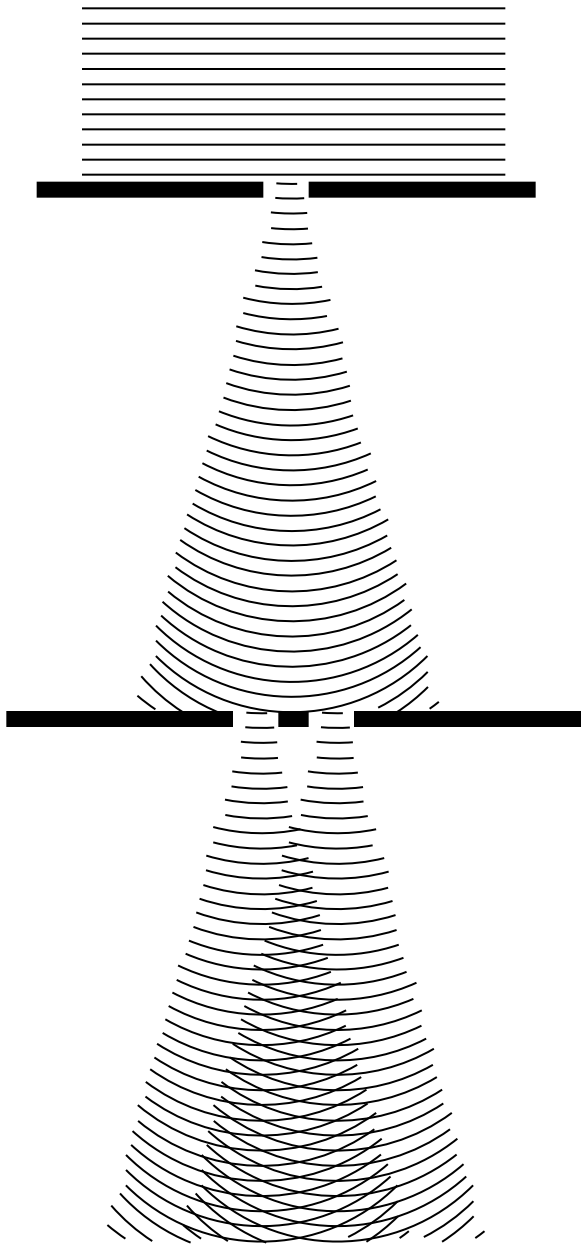
1800 г. Томас Юнг



Дифракция света

- **Дифракция** сопровождается нарушением целостности фронта световой волны, вызванным резкими неоднородностями среды (например, поверхность диска). Светлое пятно может возникнуть в области геометрической тени за освещенным непрозрачным диском (в **1818**г. предсказал французский математик **Пуассон** на основе волновой теории света, что позже было подтверждено опытами).
- Дифракция проявляется в **нарушении прямолинейности распространения световых лучей, огибании волнами препятствий**, например в проникновении света в область геометрической тени.

Дифракция света



Дифракция света

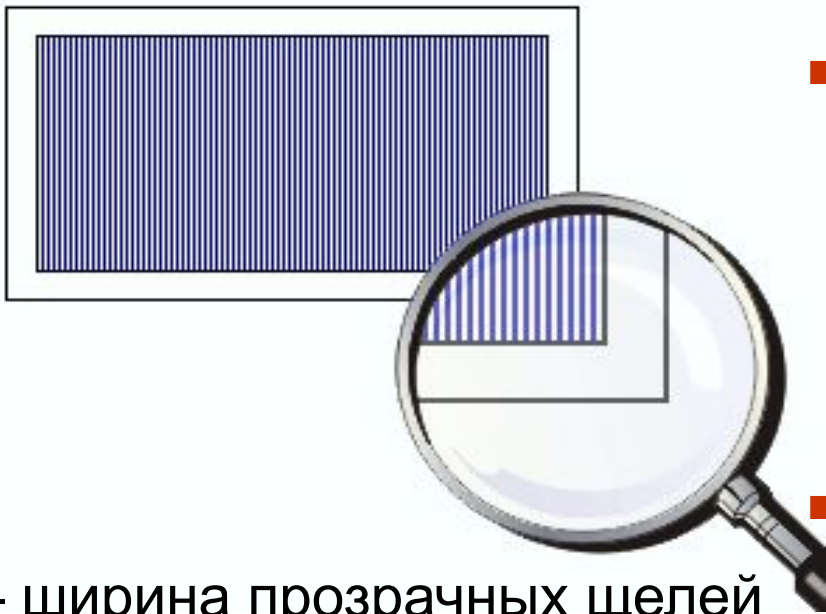
- Теория **дифракции света** была разработана в **1816** году французским ученым **Огюстеном Френелем**, развившем идеи Гюйгенса.
- Согласно **принципу Гюйгенса**:
 - каждая точка фронта волны является источником вторичных волн, распространяющихся во все стороны со скоростью распространения волны в среде;
 - огибающая этих волн определяет положение фронта волны в следующий момент времени.

Френель дополнил принцип Гюйгенса идеей об интерференции вторичных волн.

- Принцип **Гюйгенса - Френеля**:

Возмущение в любой точке пространства является результатом интерференции когерентных вторичных волн, излучаемых каждой точкой фронта волны.

Дифракционная решетка



- **Дифракционная решетка** — это совокупность большого числа очень узких щелей, разделенных непрозрачными промежутками.
- С помощью дифракционной решетки можно проводить очень точные измерения длины волны.

a – ширина прозрачных щелей

b – ширина непрозрачных промежутков

d – период решетки (**d = a + b**)

d sin α = k λ, где $k = 0, 1, 2, \dots$ (Условие главных максимумов дифракционной решетки)

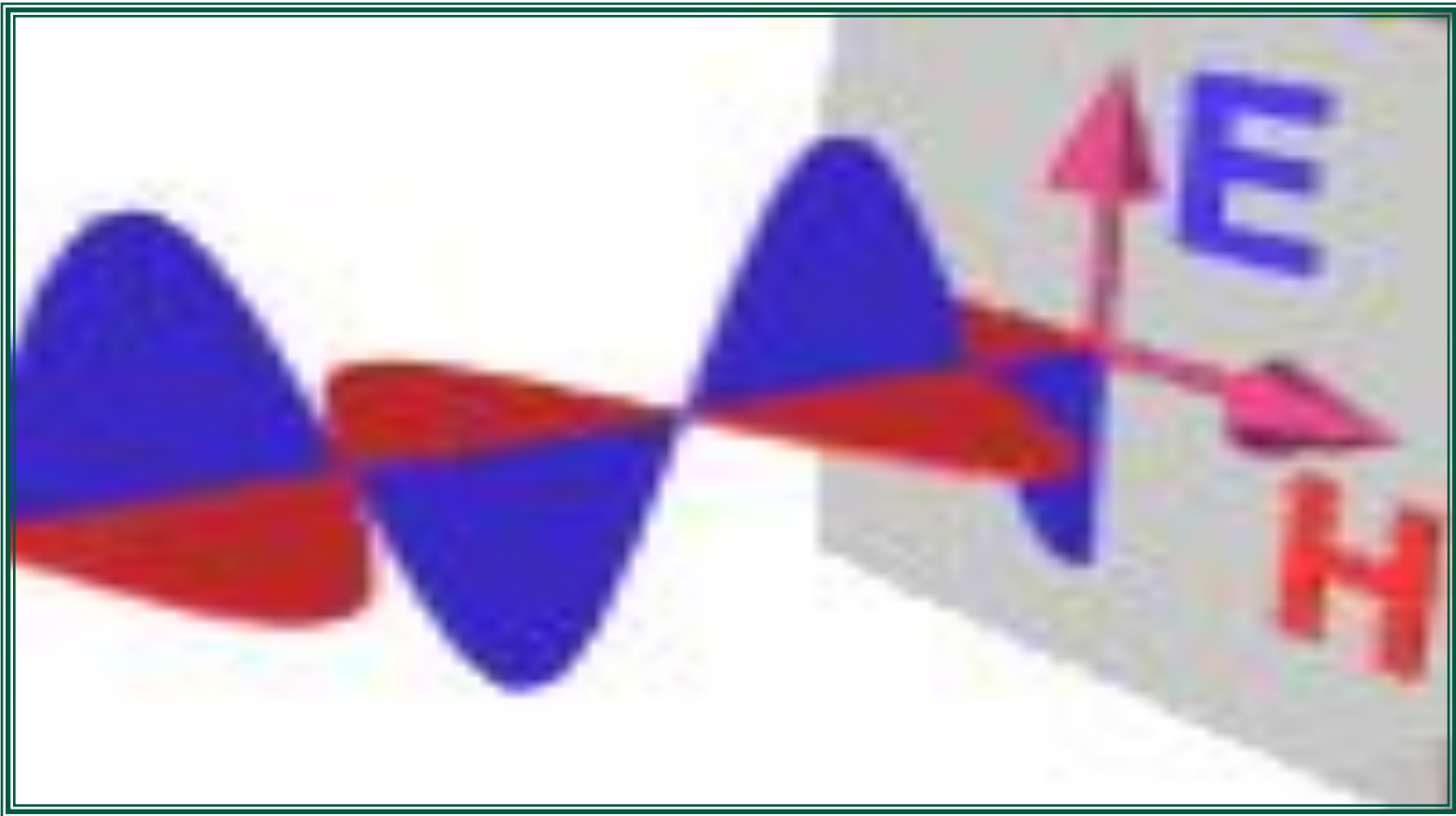
Дифракционная решетка

- Увеличение числа щелей приводит к увеличению интенсивности и уменьшению ширины главных максимумов.
- Возможность раздельного наблюдения главных максимумов m -го порядка близких длин волн λ_1 и λ_2 характеризуется **разрешающей способностью A** дифракционной решетки: $A = \lambda_1 / |\lambda_2 - \lambda_1| = Nm$



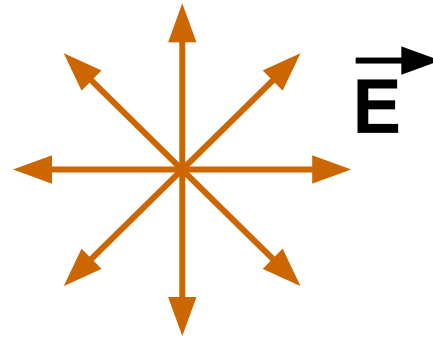
Поляризация света

- Свет – электромагнитная волна – поперечная волна.

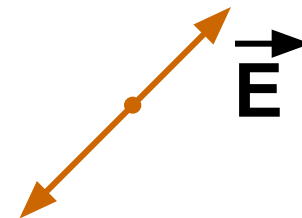
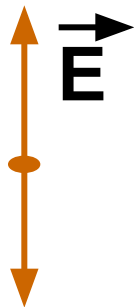


Поляризация света

- **Естественный** (неполяризованный) свет – свет, в котором присутствуют все возможные направления вектора напряженности.

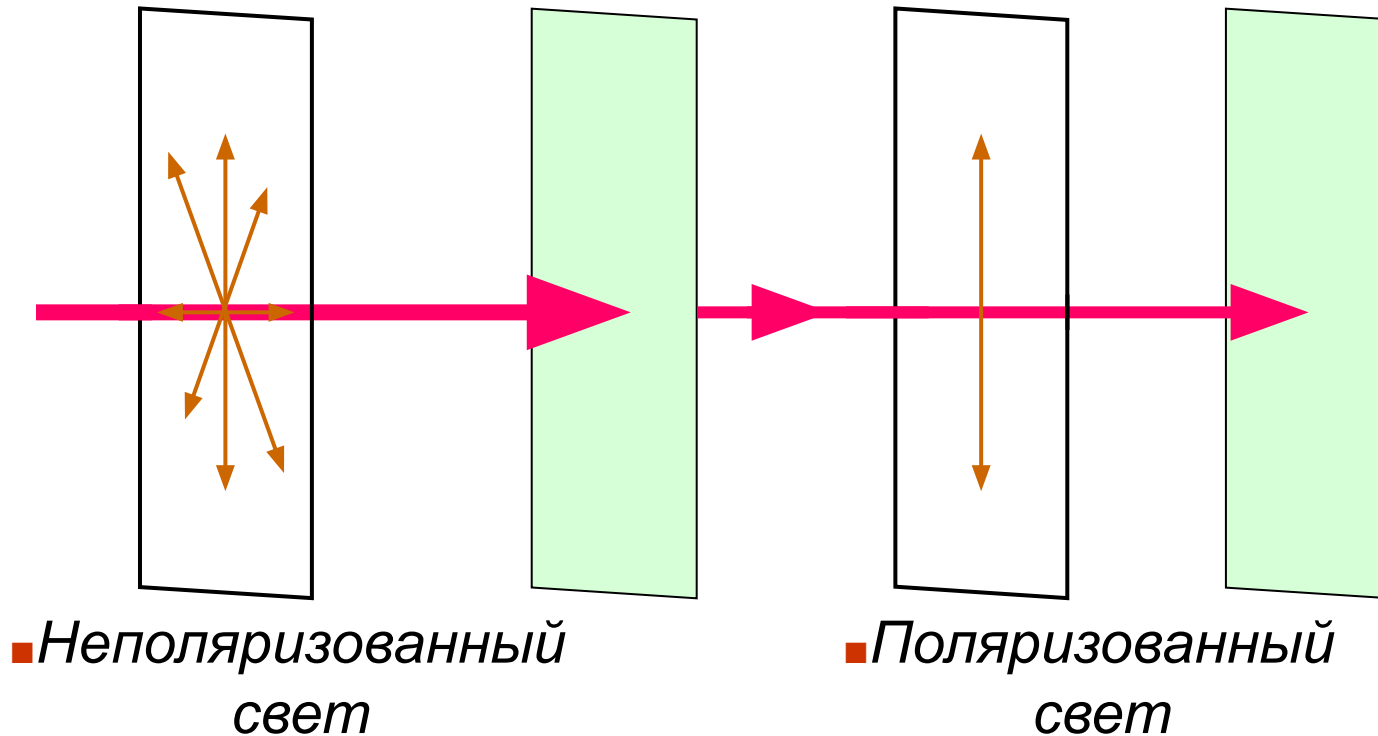


- **Поляризованный** свет – свет, в котором присутствует только одно направление вектора напряженности, перпендикулярное направлению распространения волны.



Поляризация света

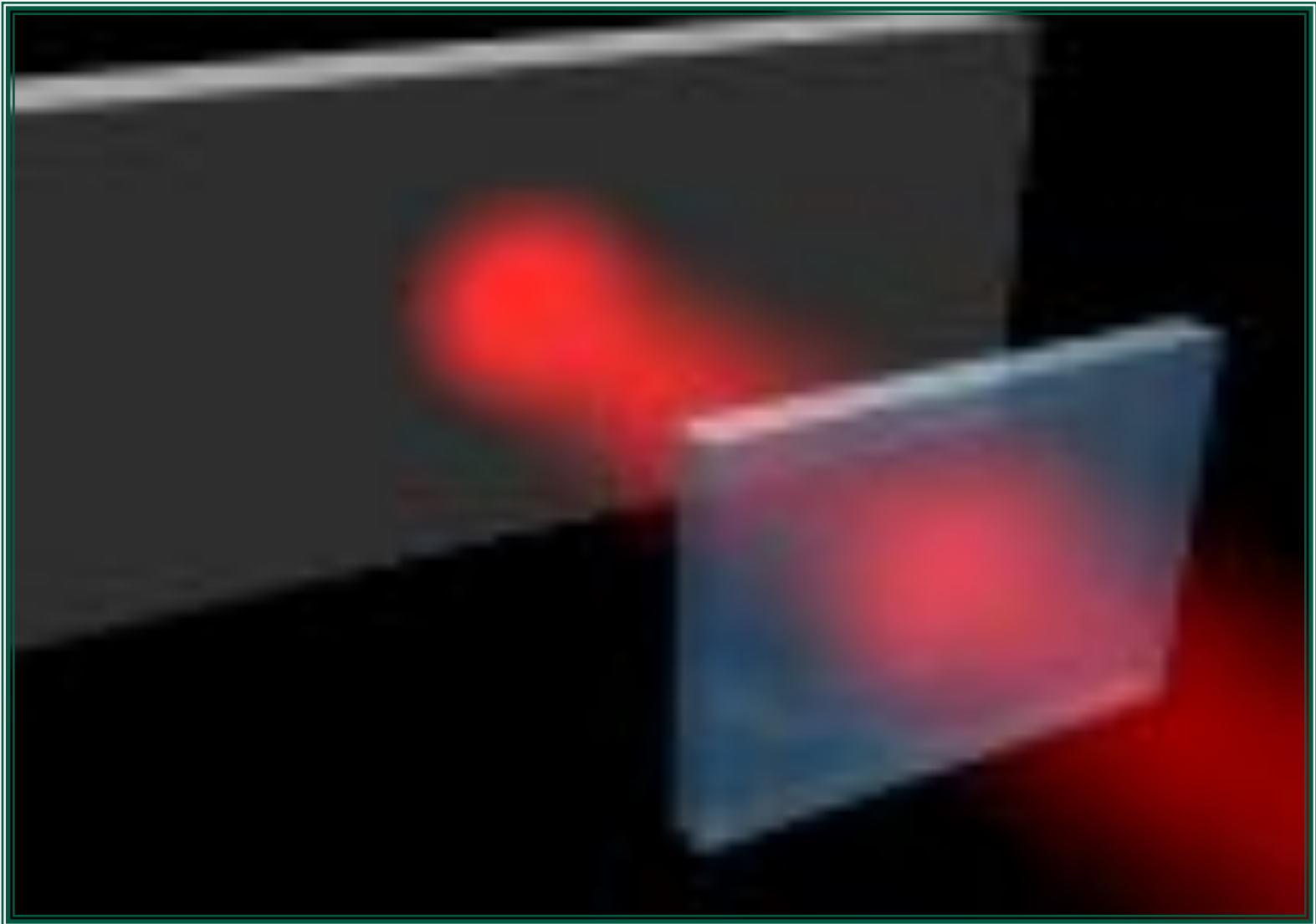
- Свет поляризуется при прохождении через поляроид.



Свет не проходит через второй поляроид, если они ориентированы взаимно-перпендикулярно

Поляризация света

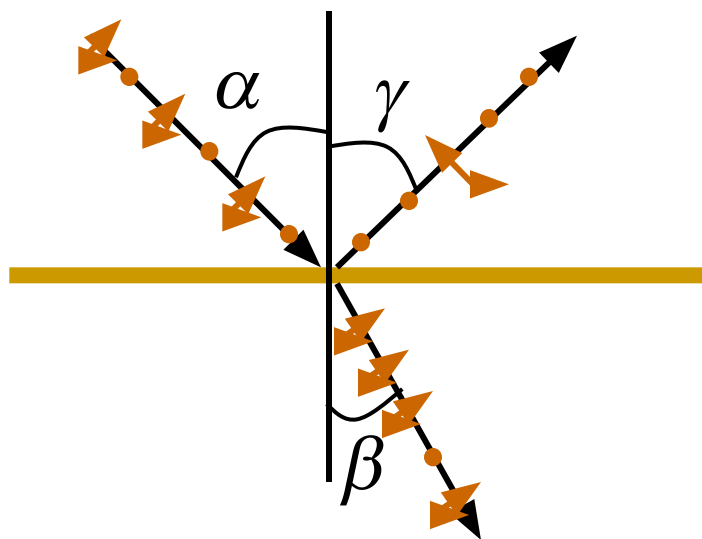
Поляроид – вещество, вызывающее поляризацию света.



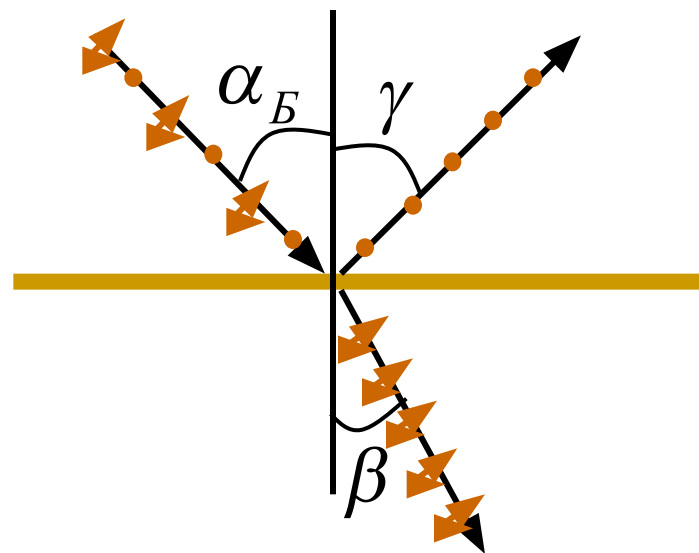
Поляризация света

■ При отражении и преломлении свет поляризуется.

■ Частичная поляризация



■ Полная поляризация




$$\alpha = \alpha_B$$

$$\operatorname{tg} \alpha_B = n$$

$$\alpha + \beta = 90^0$$

- **угол Брюстера** (угол падения, при котором происходит полная поляризация).



Задача №1. Узкий пучок света в результате прохождения через стеклянную призму расширяется, и на экране наблюдается разноцветный спектр. Это явление объясняется тем, что призма:

1. поглощает свет с некоторыми длинами волн;
2. окрашивает белый свет в разные цвета;
3. преломляет свет с разной длиной волн по-разному, разлагая его на составляющие;
4. изменяет частоту волн.



Задача №2. При **дисперсии** света

- А. сильно отклоняются красные лучи, слабо - фиолетовые.
- Б. сильно отклоняются фиолетовые лучи, слабо - красные.
- В. Все лучи отклоняются одинаково.

Задача №3. Определите, что будет наблюдаться в точке А при интерференции света, если разность хода равна 8,723мкм, а длина волны 671нм. Чему равна k ?

Решение:

$$\Delta d = k\lambda$$

$$k = \frac{\Delta d}{\lambda} = \frac{8,723 * 10^{-6}}{671 * 10^{-9}} = 13$$

Задача №4. Дифракционная решетка имеет период $1/100\text{мм}$. Определить длину волны, если угол отклонения для первого максимума составляет 4° .

Решение: $d \sin \alpha = k\lambda$

$$\lambda = \frac{d \sin \alpha}{k} = \frac{10^{-5} * 0,0698}{1} = 698 * 10^{-9} \text{ м} = 698 \text{ нм}$$

Задача №5. Плоскополяризованный свет:

- А. испускается всеми монохроматическими источниками света;
- Б. получается в результате дифракции;
- В. получается в результате интерференции;
- Г. испускается при отражении от диэлектрика при падении на него лучей под углом Брюстера.