

# «Поляризация света»

26.02.2021г



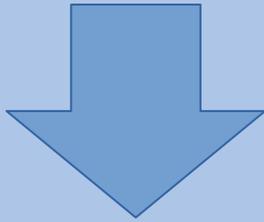
**Томас  
Юнг**  
1773–1829 гг.



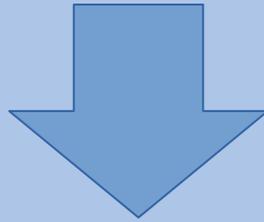
**Огюст Жан  
Френель**  
1788–1827 гг.

Продолжительное время основатели волновой оптики Томас Юнг и Огюст Жан Френель считали *световые волны*, как и звуковые, *продольными*.

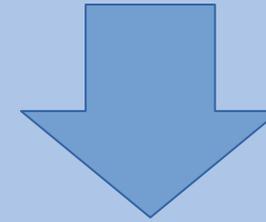
# Волновые свойства



ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ  
Света



ДИФРАКЦИЯ  
Света



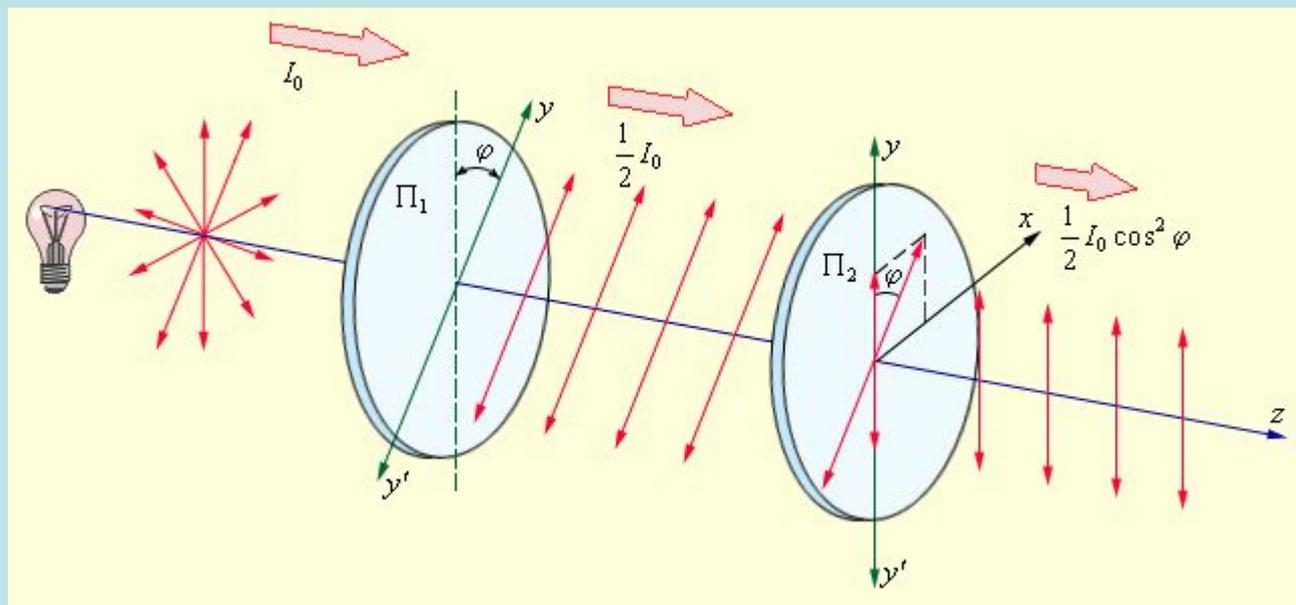
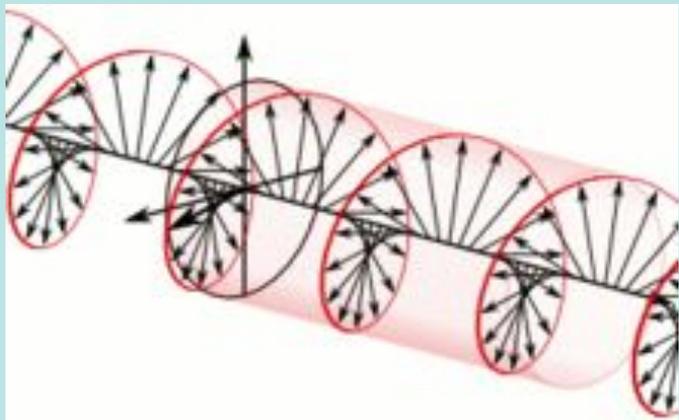
ПОЛЯРИЗАЦИЯ  
Света

**Интерференция света** — это явление сложения двух и более когерентных волн, приводящее к образованию в пространстве устойчивой картины чередующихся максимумов и минимумов интенсивности света.

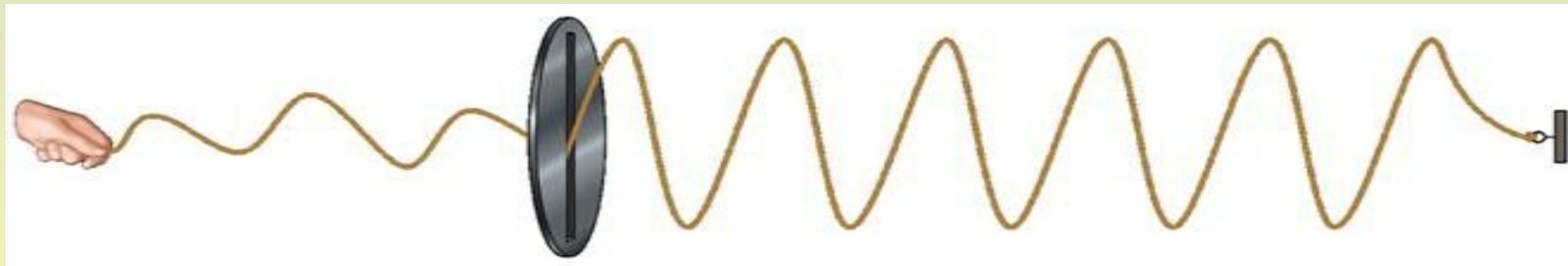
**Дифракция** — совокупность оптических явлений, обусловленных волновой природой света и наблюдающихся при его распространении в среде с резко выраженными неоднородностями. В результате происходит огибание волнами препятствий, размеры которых соизмеримы с длиной волны.

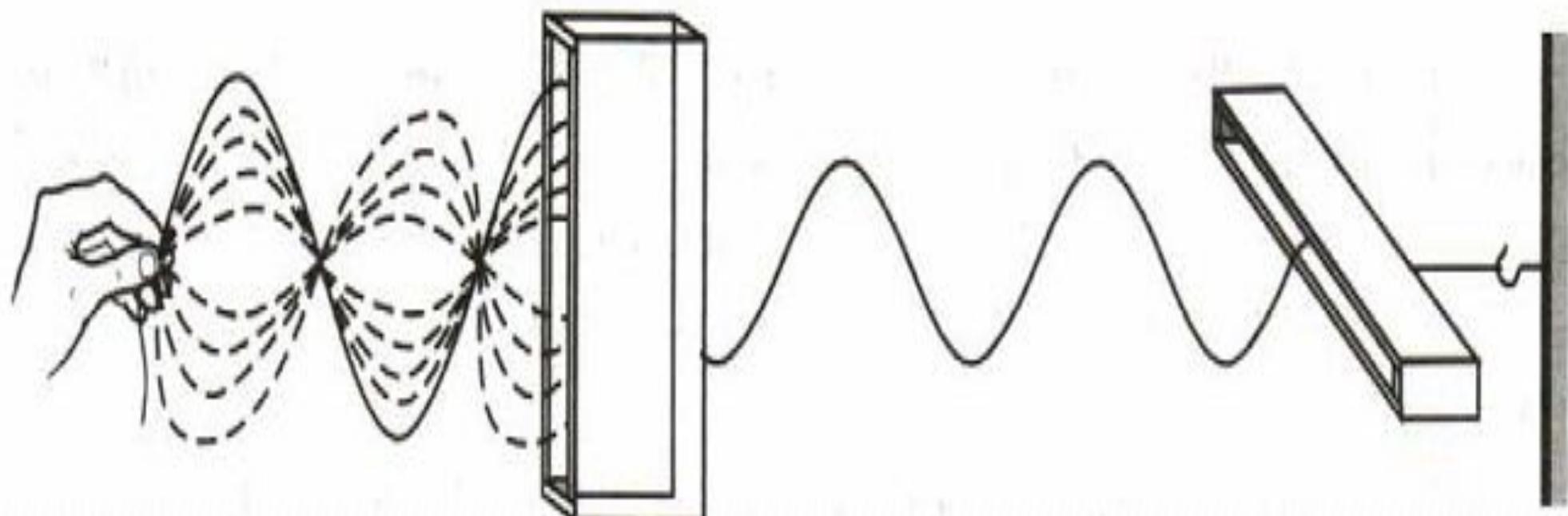
Применительно к свету термин «поляризация»  
впервые ввёл Исаак Ньютон

Под **поляризацией** понимают характеристику поперечных волн, описывающую поведение вектора колеблющейся величины в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны.

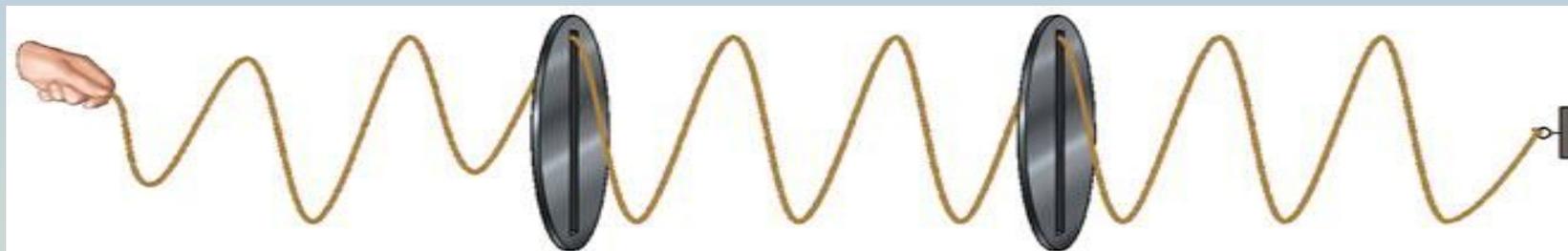


Возьмем верёвку, один конец которой закрепим к стене, и будем рукой создавать в ней колебания. Как можно видеть, колебания верёвки происходят с разными амплитудами и в разных направлениях. Однако если такую верёвку пропустить через узкую щель, то такая щель будет выделять из неполяризованной волны единственное направление колебаний, параллельное щели.

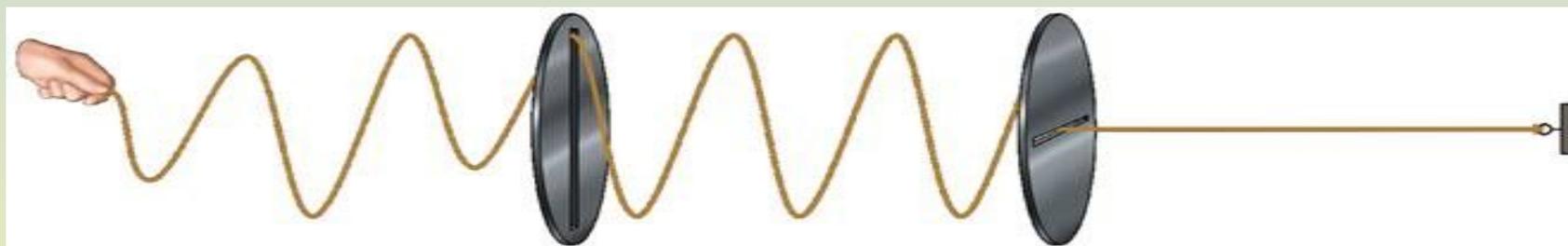




Теперь поставим на пути волны второй поляризатор с такой же щелью. Волна, выйдя из первой щели, свободно проходит через вторую, когда они *параллельны*.



Если же повернуть вторую щель, *перпендикулярно* первой, то волна полностью гасится.

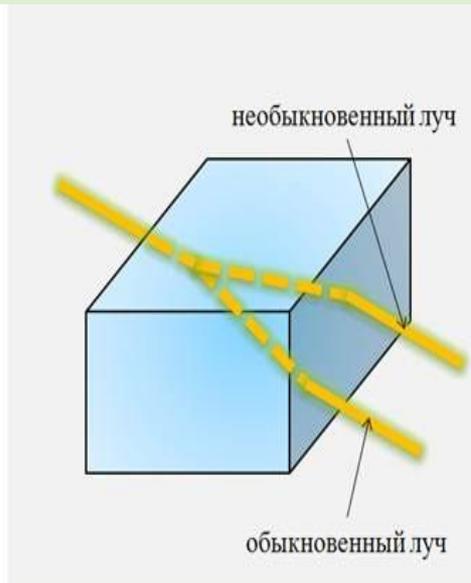


Таким образом, в *поляризованной* волне существует выделенное направление колебаний.

Поперечная волна называется *плоскополяризованной*, если колебания во всех её точках происходят только в одной плоскости.

Прибор, превращающий неполяризованную волну в поляризованную, называют **поляризатором**.





В конце 17 века было обнаружено интересное явление: если пропустить луч света через кристалл *исландского шпата* (химическая формула  $\text{CaCO}_3$ ), то на выходе из кристалла обнаруживалось 2 луча.

Немного позже, а точнее в 1809 году, французский инженер *Этьен Луи Малюс* поставил опыт, позже ставший классическим опытом по поляризации света, с кристаллами *турмалина*. Турмалин, как и исландский шпат, относится к числу одноосных кристаллов.

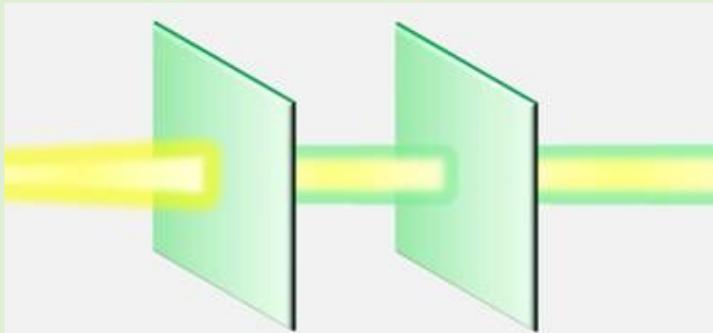
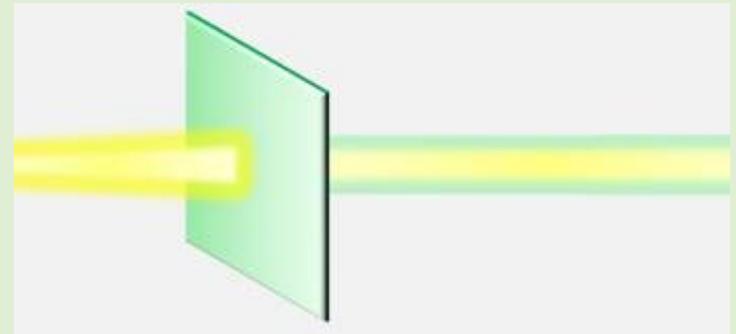


Этьен Луи Малюс



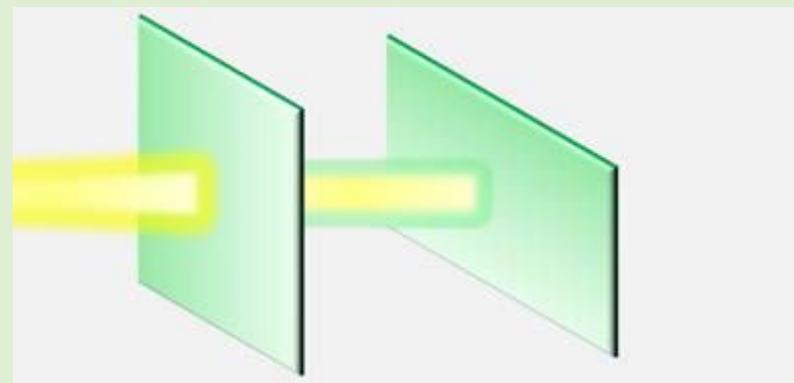
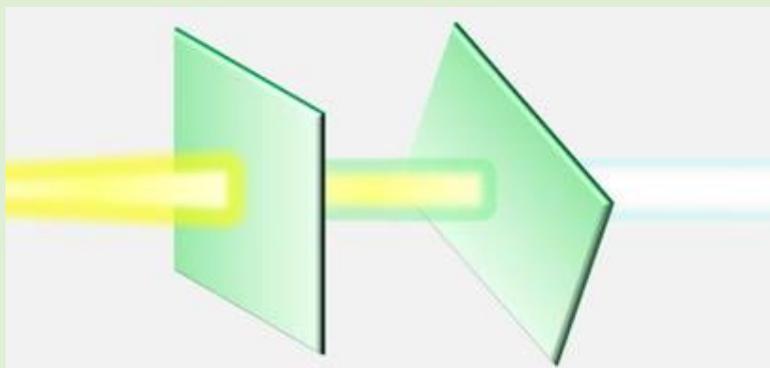
турмалин

Из кристалла турмалина Малюс вырезал прямоугольную пластину так, чтобы одна из его граней была параллельна оси кристалла. После чего, перпендикулярно пластине направлялся пучок света. Если вращать пластину вокруг такого пучка, то никакого изменения интенсивности света не будет наблюдаться. Изначально Малюс решил, что свет только частично поглотился в турмалине и приобрел слегка зеленоватую окраску, а больше ничего не произошло.



Если заставить пучок света пройти через ещё одну, точно такую же прямоугольную пластинку турмалина, параллельную первой, то также никаких изменений не происходит.

Но стоит начать поворачивать второй кристалл, как тут же обнаруживается удивительное явление — происходит гашение света. При этом, чем больше будет угол между осями кристаллов, тем меньше будет интенсивность проходящего света. В конце концов, когда оси двух кристаллов окажутся перпендикулярны друг другу, свет не проходит совсем.



Малюс сделал два вывода:

- 1. световая волна, идущая от источника света, полностью симметрична относительно направления распространения.*
- 2. волна, вышедшая из первого кристалла, не обладает осевой симметрией.*

Таким образом, можно сделать вывод о том, что свет является **поперечной волной**. Позже это показал и Максвелл, дополнив это утверждение тем, что свет является не только **поперечной**, но еще и **электромагнитной волной**.

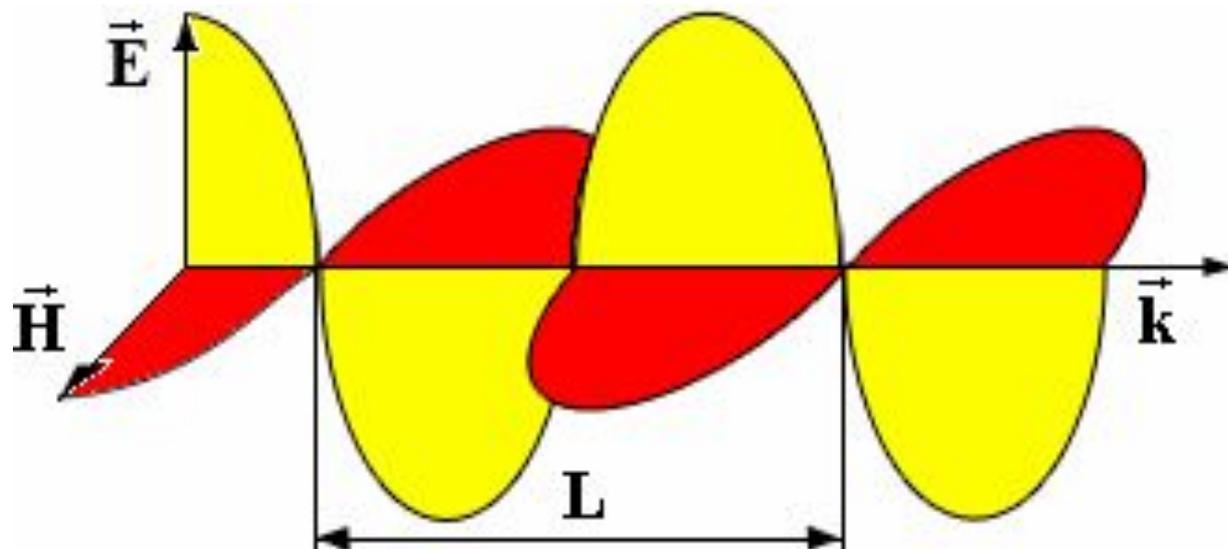
Свет со всевозможными равновероятными ориентациями вектора напряженности относительно оси распространения называется **естественным или неполяризованным светом**.

А свет, в котором вектор напряжённости колеблется в определенной плоскости, называется **плоскополяризованным**.



# Поперечность световых волн.

Колебание векторов напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля происходит в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. Эти векторы перпендикулярны друг другу.



- $\vec{E}$  - вектор напряженности электрического поля
- $\vec{H}$  - вектор напряженности магнитного поля
- $\vec{k}$  - вектор направления волны
- $L$  - длина волны

В настоящее время известно, что не только кристаллы турмалина способны поляризовать свет. Таким же свойством, например, обладают так называемые *поляроиды*.

*Поляроид* представляет собой тонкую (около 0,1 мм) поляризационную плёнку, например кристаллов герапатита, нанесённую на целлулоид или стеклянную пластинку, которая заклеена между двумя прозрачными плёнками для защиты от влаги и механических повреждений

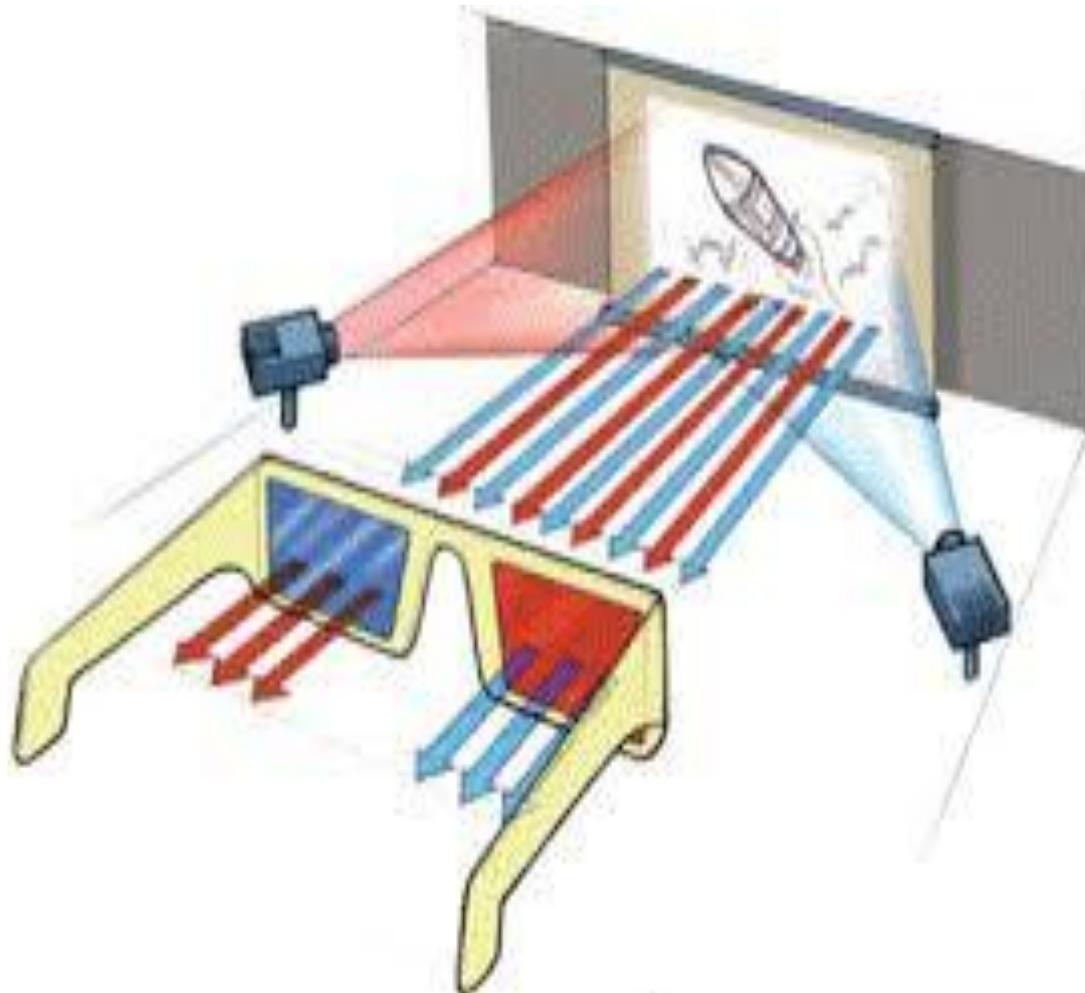


# Применение поляризации

- На солнечные очки наносится поляризационная плёнка для избавления от бликов, которые получаются при отражении света.



- В трёхмерном (3D) кинематографе поляризация используется для разделения изображения для левого и правого глаза.





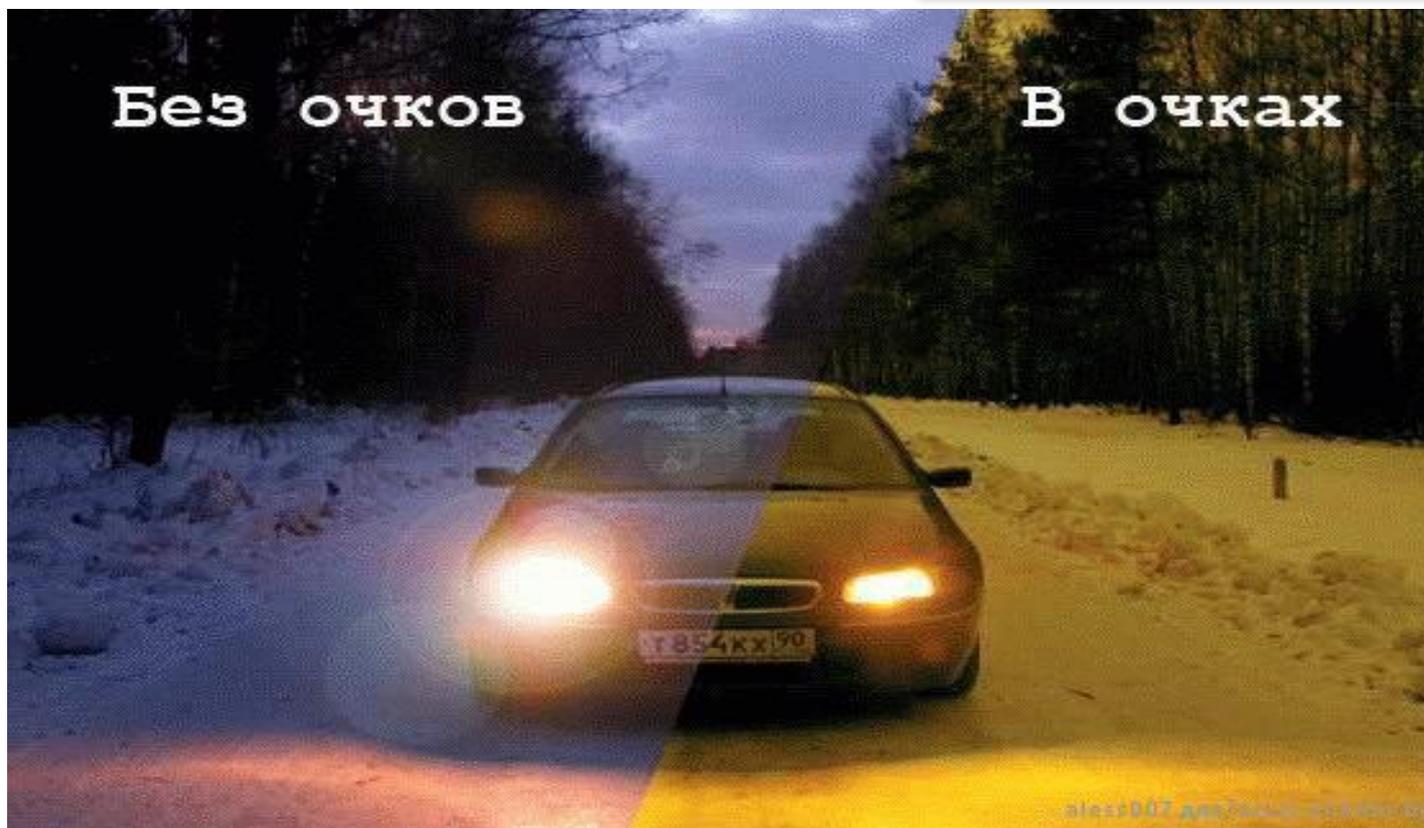
Поляризационные фильтры используются для улучшения качества изображения.



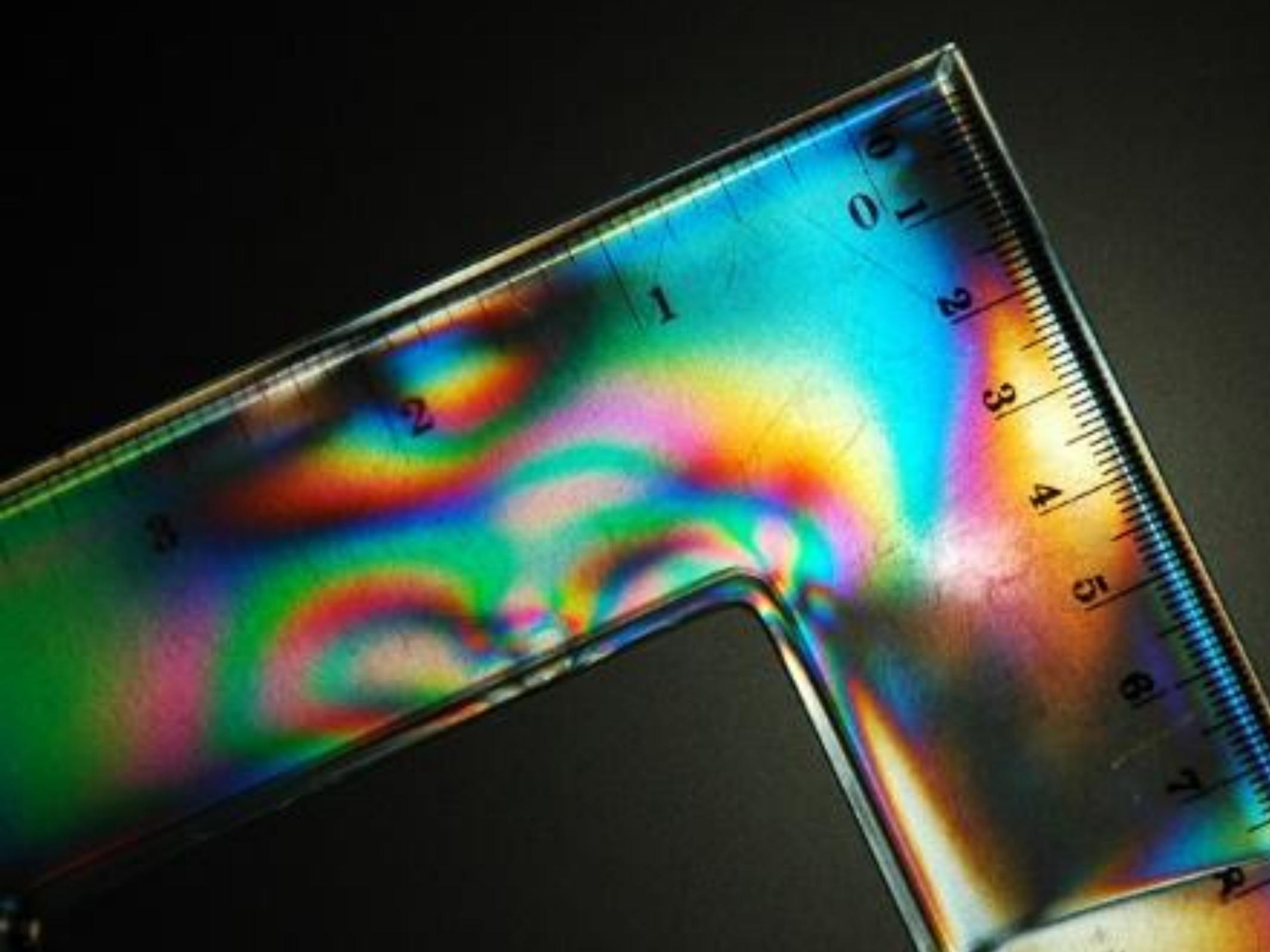


Две фотографии оз. Чёрного, сделанные фотоаппаратом без поляризующего фильтра и с ним. На правой фотографии он повернут таким образом, что отражённый свет почти полностью отфильтровывается и блики исчезают.





*Обычные солнцезащитные очки просто затемняют видимую среду, не защищая от бликов. Очки с поляризационными линзами препятствуют проникновению отражённого от различных предметов света, пропускают только свет, полезный для глаза человека.*



## Электромагнитная теория света

Опыты с поляризатором доказали поперечность электромагнитных волн и ещё раз подтвердили теорию Максвелла.

Поляризовать продольные волны невозможно, т.к. колебание продольных волн происходит вдоль направления распространения волны.

Явление поляризации света в очередной раз доказывает волновую природу света.

## Задачи на повторение

1. В некоторую точку пространства приходят когерентные лучи с оптической разностью хода  $1,8$  мкм. Определить, усилится или ослабнет свет в этой точке, если в неё приходят лучи с длиной волны  $600$  нм.
2. При помощи дифракционной решётки с периодом  $0,02$  мм получено первое дифракционное изображение на расстоянии  $3,6$  см от центрального и на расстоянии  $1,8$  м от решётки. Найти длину световой волны.

# Решение задач

5.3.18

№1

$\Delta d = 1,8 \text{ мкм}$	$1,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}$
$\lambda = 600 \text{ нм}$	$600 \cdot 10^{-9} \text{ м}$

$k = ?$

изв:  $\Delta d = k \lambda \Rightarrow k = \frac{\Delta d}{\lambda}$

$k = \frac{1,8 \cdot 10^{-6}}{600 \cdot 10^{-9-7}} = 0,3 \cdot 10 = \textcircled{3}$  целое число  $\Rightarrow$

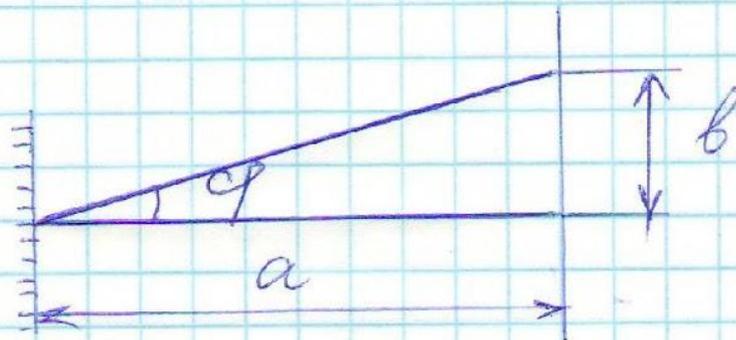
$\Rightarrow$  max, т.е. усиление света

№2

$d = 0,02 \text{ мм}$	$2 \cdot 10^{-5} \text{ м}$
$b = 3,6 \text{ см}$	$3,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
$a = 1,8 \text{ м}$	

$k = 1$

$\lambda = ?$



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

т.к.  $\varphi$  - малый угол, то  $\sin \varphi \approx \tan \varphi = \frac{b}{a}$

$d \cdot \frac{b}{a} = k \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d \cdot b}{a \cdot k}$

$\lambda = \frac{2 \cdot 10^{-5} \cdot 3,6 \cdot 10^{-2}}{1,8} = \textcircled{4 \cdot 10^{-7} \text{ м}}$

# Домашнее задание

§ 60;

подготовиться к тестовой контрольной работе  
по теме «Световые волны» (§§ 44-60)