

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Национальный исследовательский Саратовский государственный университет  
имени Н. Г. Чернышевского



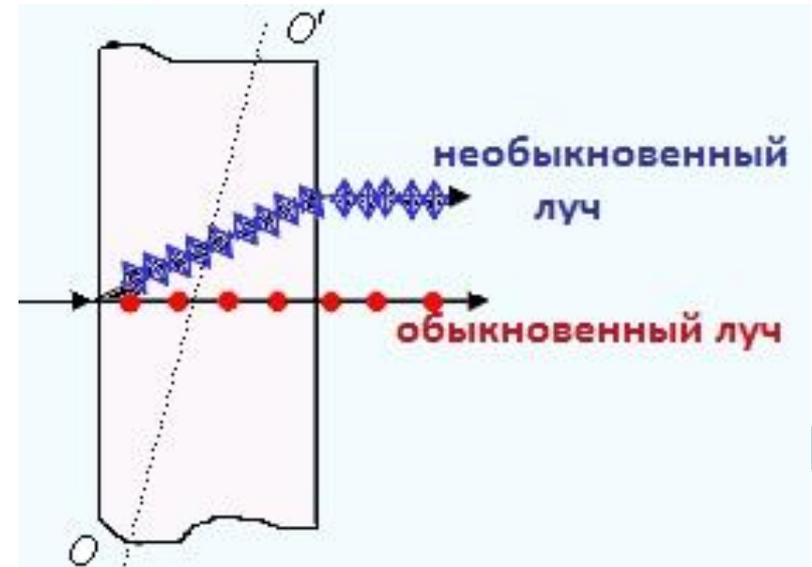
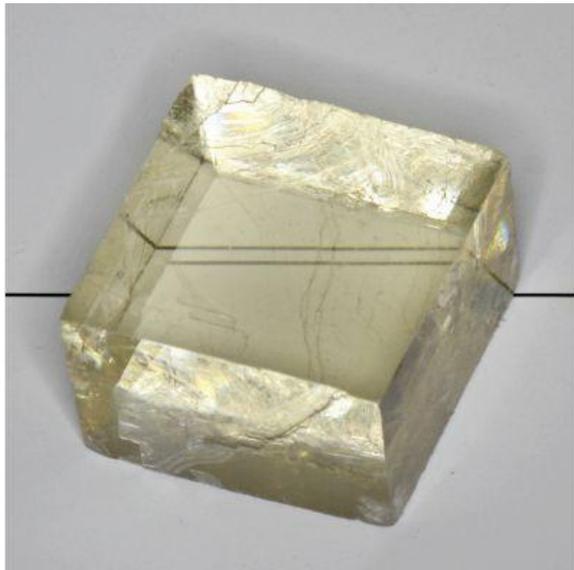
**ПОЛЯРИЗАТОРЫ СВЕТА.  
ПОЛЯРИЗАЦИЯ ПРИ ДВОЙНОМ  
ЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИИ.  
ПРИЗМА НИКОЛЯ.**

**Презентацию выполнили студенты 212-й группы  
Института химии СГУ Ломова Лилия и Янкин Дмитрий**

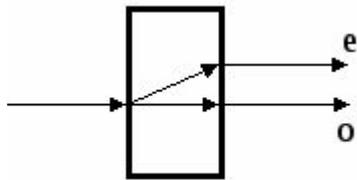
Саратов 2015 г

# ЯВЛЕНИЕ ДВОЙНОГО ЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ

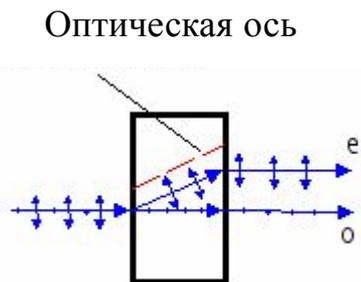
— раздвоение светового луча при прохождении через анизотропную среду, обусловленное зависимостью показателя преломления (а следовательно, и скорости волны) от её поляризации и ориентации волнового вектора относительно направления распространения



# ОБЫКНОВЕННЫЙ И НЕОБЫКНОВЕННЫЙ ЛУЧИ

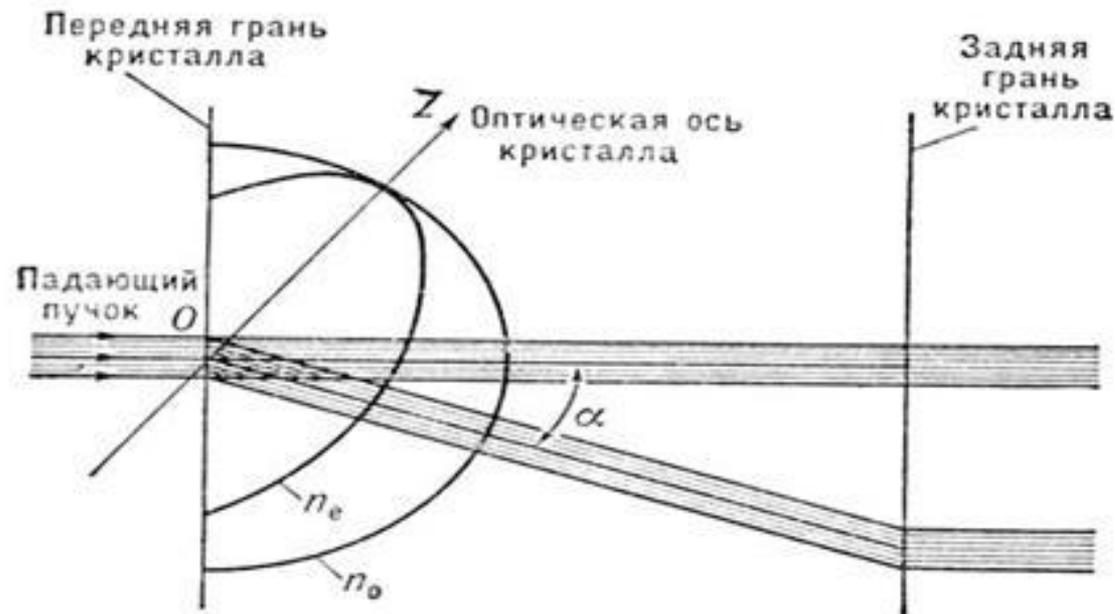


В кристаллах один из преломлённых лучей подчиняется обычным законам преломления, поэтому его называют *обыкновенным* лучом и обозначают «о» (o - *ordinary*), а второй не подчиняется законам преломления, поэтому его называют *необыкновенным* лучом и обозначают «е» (e - *extraordinary*). Даже при нормальном падении света необыкновенный луч может отклоняться от нормали. При этом необыкновенный луч не лежит в плоскости, содержащей падающий луч и нормаль к поверхности.



# АНИЗОТРОПНАЯ СРЕДА

- среда, макроскопические свойства которой различны в различных направлениях, в противоположность среде изотропной, где они не зависят от направления.



# ТЕНЗОР ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЫ

В отличие от изотропных диэлектриков, характеризующихся одним значением  $\epsilon$ , в кристаллах диэлектрическая проницаемость принимает различные значения в зависимости от направления распространения световой волны и становится тензором второго ранга

$$\bar{\epsilon} = \begin{pmatrix} \epsilon_{xx} & \epsilon_{xy} & \epsilon_{xz} \\ \epsilon_{yx} & \epsilon_{yy} & \epsilon_{yz} \\ \epsilon_{zx} & \epsilon_{zy} & \epsilon_{zz} \end{pmatrix}$$

Выбором системы  
координат матрицу  
можно сделать  
диагональной

$$\bar{\epsilon} = \begin{pmatrix} \epsilon_x & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_y & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_z \end{pmatrix}$$

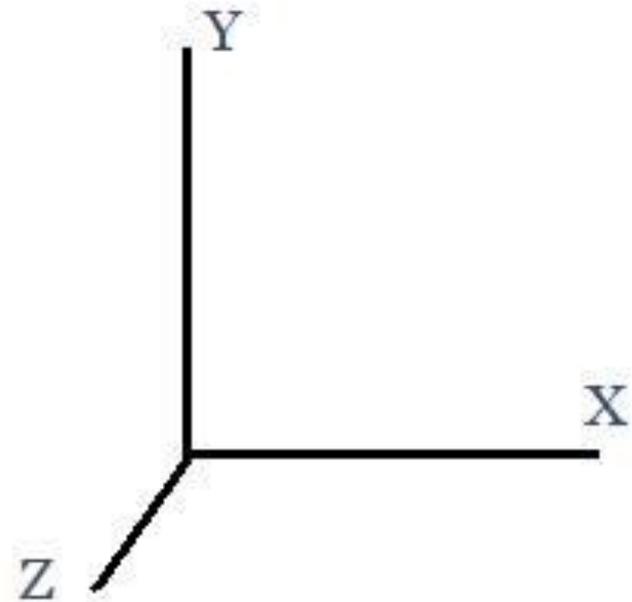


# ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАПРАВЛЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА В АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ

$$n_x = \sqrt{\epsilon_x} = \frac{c}{v(x)}$$

$$n_y = \sqrt{\epsilon_y} = \frac{c}{v(y)}$$

$$n_z = \sqrt{\epsilon_z} = \frac{c}{v(z)}$$



$n_i$  – показатель преломления

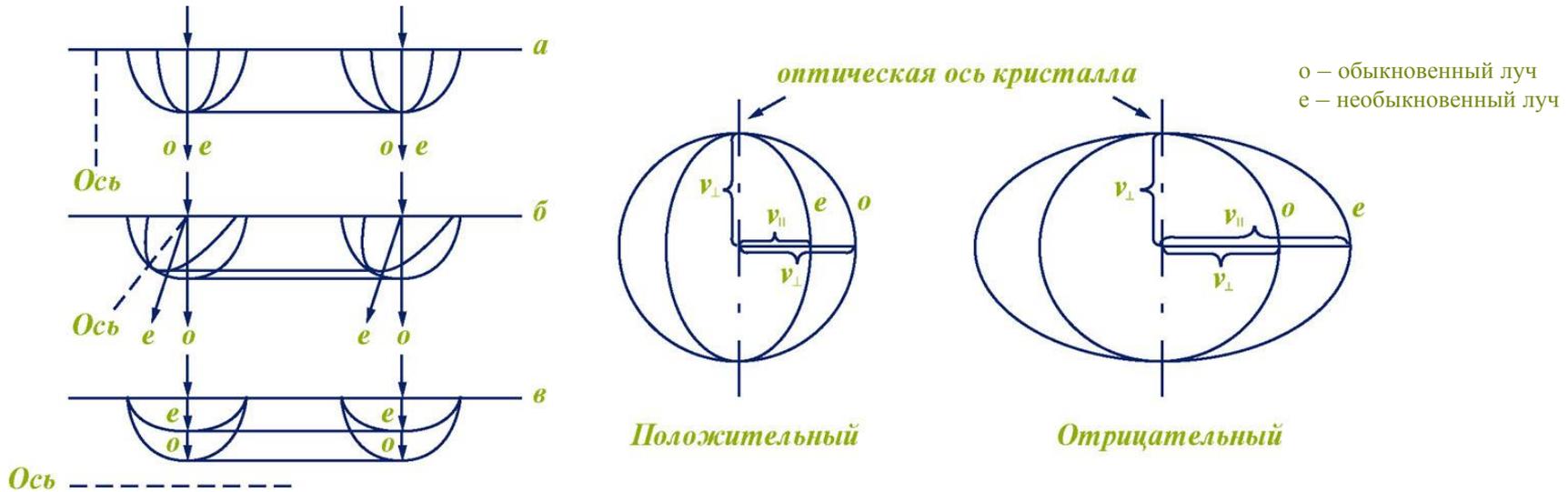
$\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды

$v$  – скорость распространения света в среде

$c$  – скорость света в вакууме

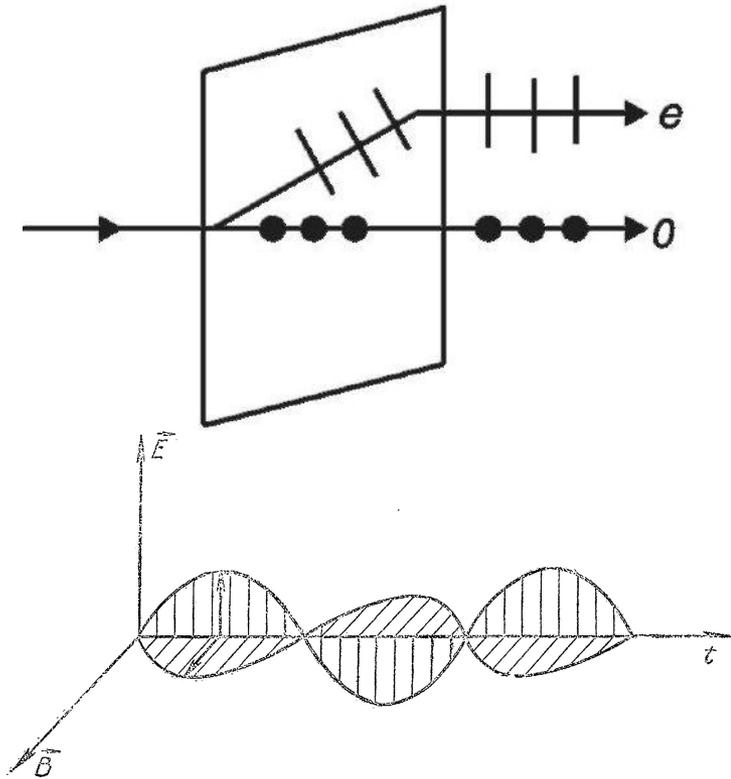


# ВОЛНОВОЙ ФРОНТ ДЛЯ ВТОРИЧНОГО ИСТОЧНИКА СВЕТА, ИЗЛУЧАЮЩЕГО ОБЫКНОВЕННЫЙ И НЕОБЫКНОВЕННЫЙ ЛУЧИ



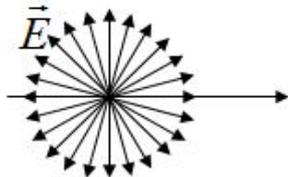
- С помощью эллипсоида лучевых скоростей легко объяснить различные преломляющие свойства одноосного кристалла для двух ортогональных поляризаций. Действительно, луч, поляризованный перпендикулярно главной плоскости (обыкновенный), распространяется со скоростью  $V_x = V_y = V_o$ , не зависящей от направления. Напротив, скорость необыкновенного луча зависит от направления: она изменяется от  $V_o$  до  $V_z = V_e$ .
- На рисунке представлены эллипсоиды лучевых скоростей для двух возможных случаев: скорость обыкновенного луча меньше, чем необыкновенного ( $n_o > n_e$ , **отрицательный кристалл**), и скорость обыкновенного луча больше, чем необыкновенного ( $n_o < n_e$ , **положительный кристалл**).

# ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА ПРИ ДВОЙНОМ ЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИИ

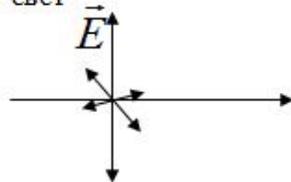


При разделении светового потока на обыкновенный и необыкновенный лучи, происходит их поляризация. Необыкновенный луч линейно поляризован так, что вектор колеблется в главной плоскости содержащей необыкновенный луч, а у обыкновенного луча – в перпендикулярном направлении к главной плоскости, содержащей обыкновенный луч. Плоскость поляризации определяется направлением колебания вектора  $E$  в пространстве

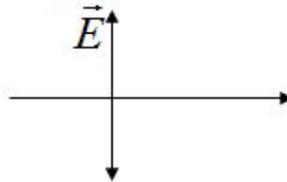
Естественный свет



Частично поляризованный свет



Плоско поляризованный свет



# Призма Николя (николь)

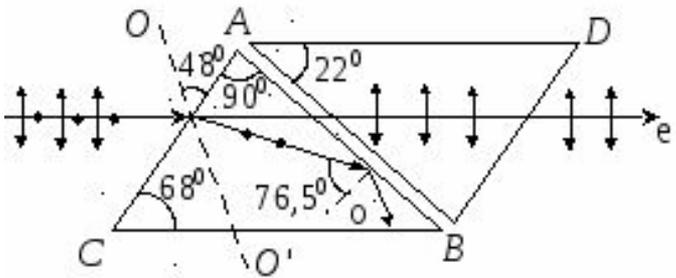


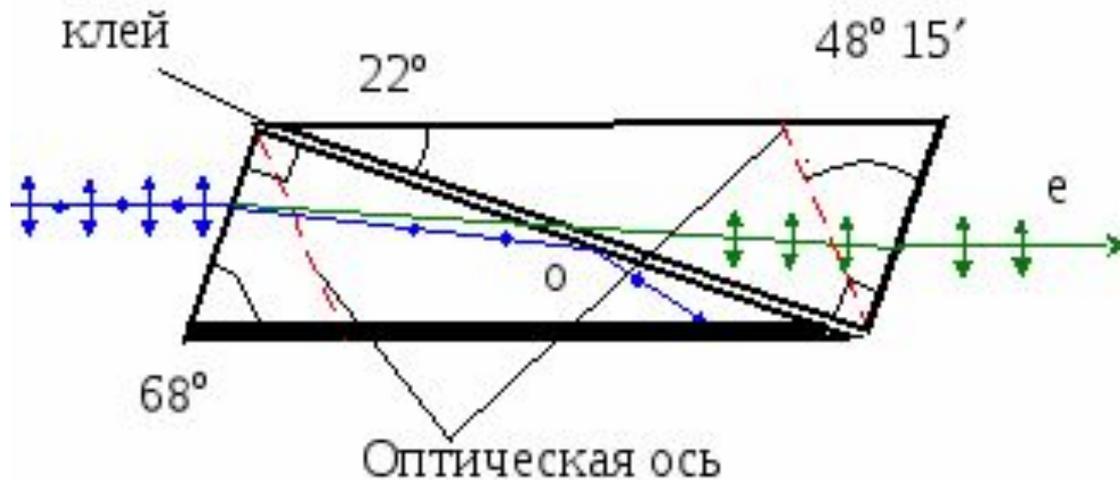
Рис. 4.11 Призма Николя



Поляризационное устройство, в основе принципа действия которого лежат эффекты двойного лучепреломления и полного внутреннего отражения. Устройство изобрёл Уильям Николь в 1820 г.

Призма Николя представляет собой две одинаковые треугольные призмы из исландского шпата, склеенные тонким слоем канадского бальзама. Призмы вытачиваются так, чтобы торец был скошен под углом  $68^\circ$  относительно направления проходящего света, а склеиваемые стороны составляли прямой угол с торцами. При этом оптические оси кристаллов параллельны друг другу и образуют угол  $48^\circ 15'$  с торцами призм. Призмы склеены между собой специальным клеем - канадским бальзамом, показатель преломления которого по величине находится между показателями преломления обыкновенного и необыкновенного лучей.

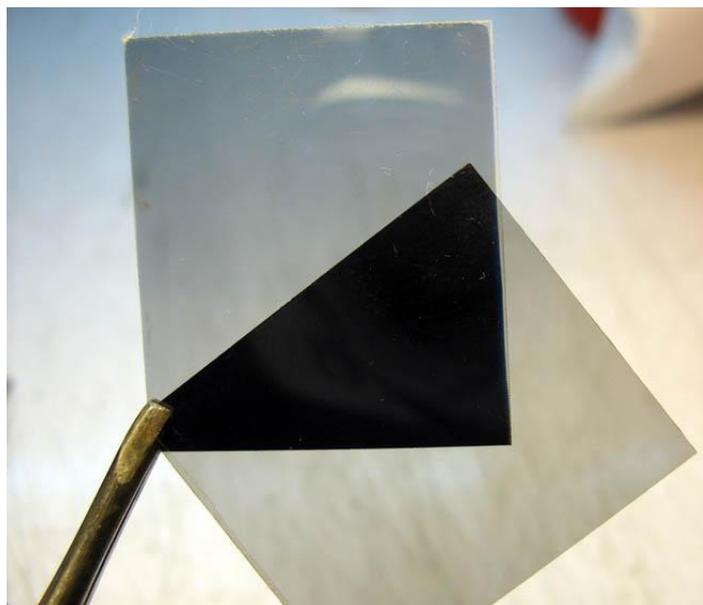
# Призма Николя. Принцип действия.



Свет с произвольной поляризацией, проходя через торец призмы испытывает двойное лучепреломление, расщепляясь на два луча - обыкновенный, имеющий горизонтальную плоскость поляризации и необыкновенный, с вертикальной плоскостью поляризации. После чего обыкновенный луч испытывает полное внутреннее отражение о плоскость склеивания и поглощается зачернённой нижней гранью. Необыкновенный луч беспрепятственно выходит через противоположный торец призмы.



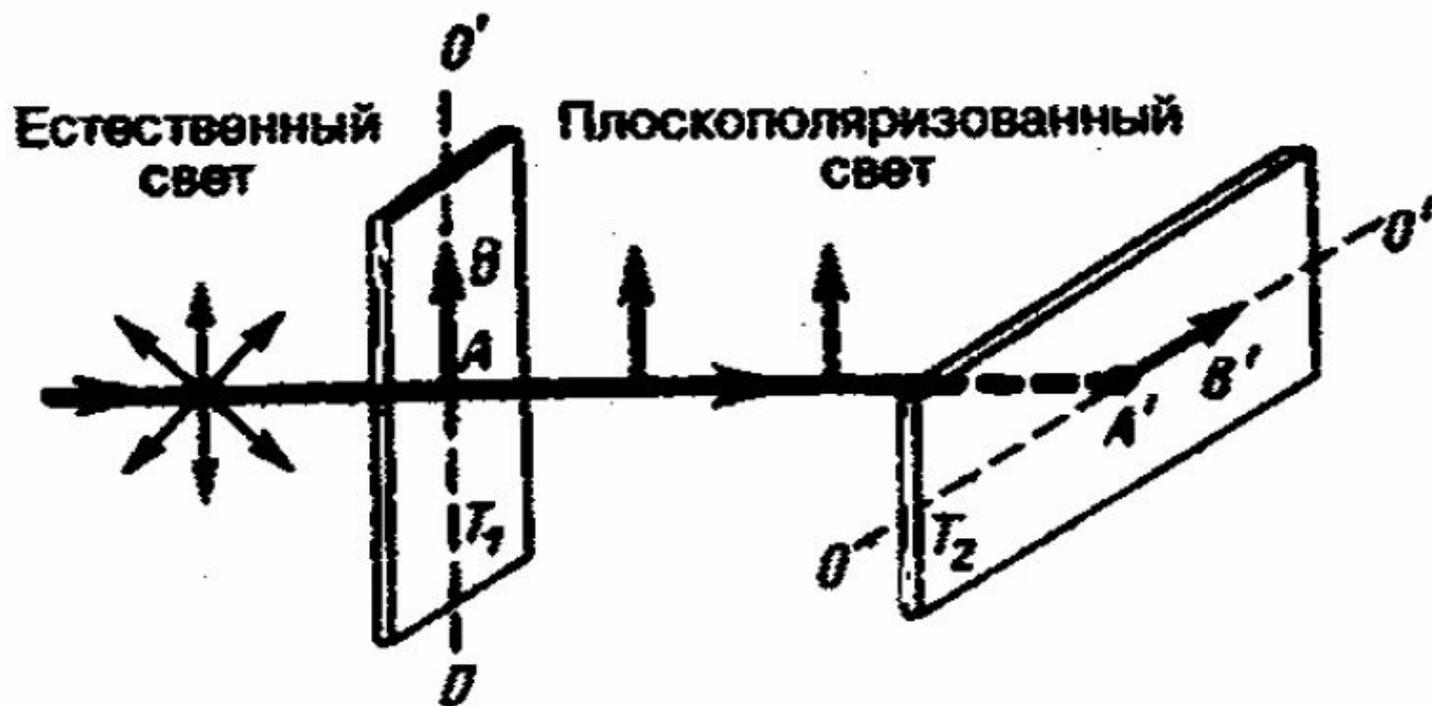
## ПОЛЯРИЗАТОРЫ СВЕТА. ПОЛЯРОИД.



Поляроид представляет собой прозрачную полимерную пленку толщиной около 0,1 мм, содержащую множество мелких искусственных кристалликов – поляризаторов, например кристаллов герпатита (сульфата йодистого хинина). Оптические оси всех кристалликов герпатита ориентируются в одном направлении в процессе изготовления поляроида. Поляроидная пленка сравнительно недорога, весьма эластична, имеет большую площадь, обладает почти одинаковым поглощением для всех длин волн видимого света



# ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПОЛЯРИЗАТОРА

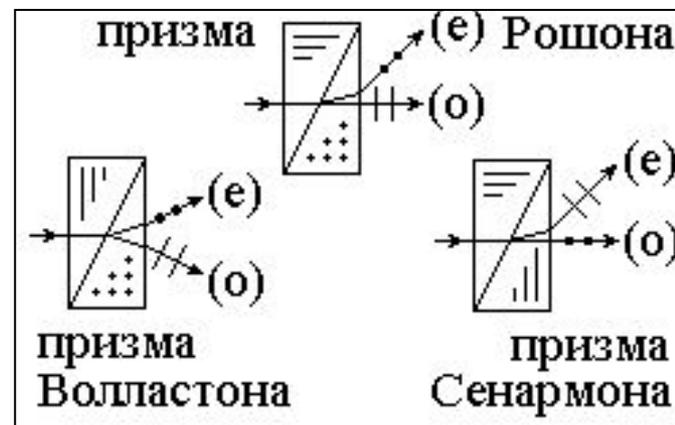


Действие поляризаторов основывается на том, что они свободно пропускают световые волны, колебания которых параллельны плоскости поляризации кристалла, и задерживают колебания, перпендикулярные данной плоскости.



# КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА.

Существует ряд модификаций двухлучевых поляризационных призм. Как правило, они склеены из двух кварцевых полупризм ( $n_o=1.544$  и  $n_e=1.533$ ), вырезанных вдоль и поперек оптической оси. Эффект разделения поляризованных пучков достигается благодаря различным условиям преломления на склейке: в зависимости от ориентации оптической оси луч, являющийся обыкновенным в первой половине призмы, может стать необыкновенным во второй, и наоборот.



## ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ.

В фотографии поляризатор используется для устранения нежелательных одновременным повышением эффектов (бликов, отражений), уменьшение яркости (с насыщенности) неба и др.) или для достижения художественных целей.

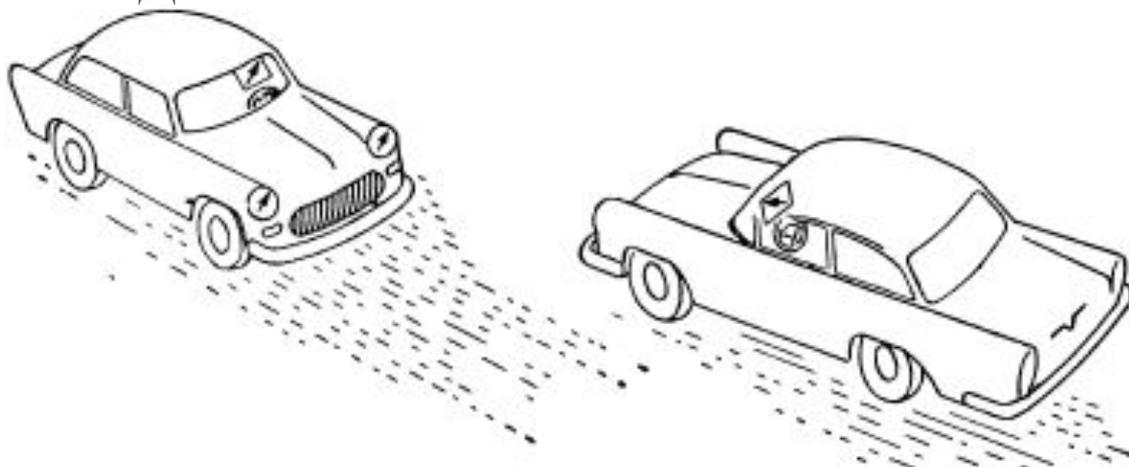


## Поляризационный фильтр

Поляризатор выглядит как обыкновенный светофильтр, но имеет две части, примерно одинаковой толщины — переднюю и заднюю, которые могут свободно поворачиваться друг относительно друга. Задняя часть фильтра навинчивается на объектив, а поворотом передней половины, в которой собственно и расположен поляризатор, на тот или иной угол выбирается нужный эффект.



# Поляроидные покрытия



Одним из интересных практических применений поляроида является его использование на автотранспорте для защиты водителей от слепящего действия фар встречных автомобилей. С этой целью на ветровое стекло и стекла фар наклеивают поляроидные пленки, оптические оси которых параллельны и составляют угол  $45^\circ$  с горизонтом. Тогда оптическая ось поляроида ветрового стекла одной машины будет перпендикулярна оптической оси поляроида фар встречной машины (ориентация оптических осей показана на рисунке стрелками). Согласно закону Малюса, при такой ориентации оптических осей поляроидов поляризованный свет фар не пройдет через ветровое стекло встречной машины; следовательно, водитель практически не видит света фар встречных машин (но увидит, конечно, это машины в свете фар своего автомобиля)



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В презентации рассмотрены :

- поляризация при двойном лучепреломлении;
- устройство призмы Николя;
- применение некоторых поляризаторов .



БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!

