

Поляризация волн (лекция)

Автор сценария –
Мамаева Ирина Алексеевна,
Костромская ГСХА.

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ЯВЛЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ ВОЛН

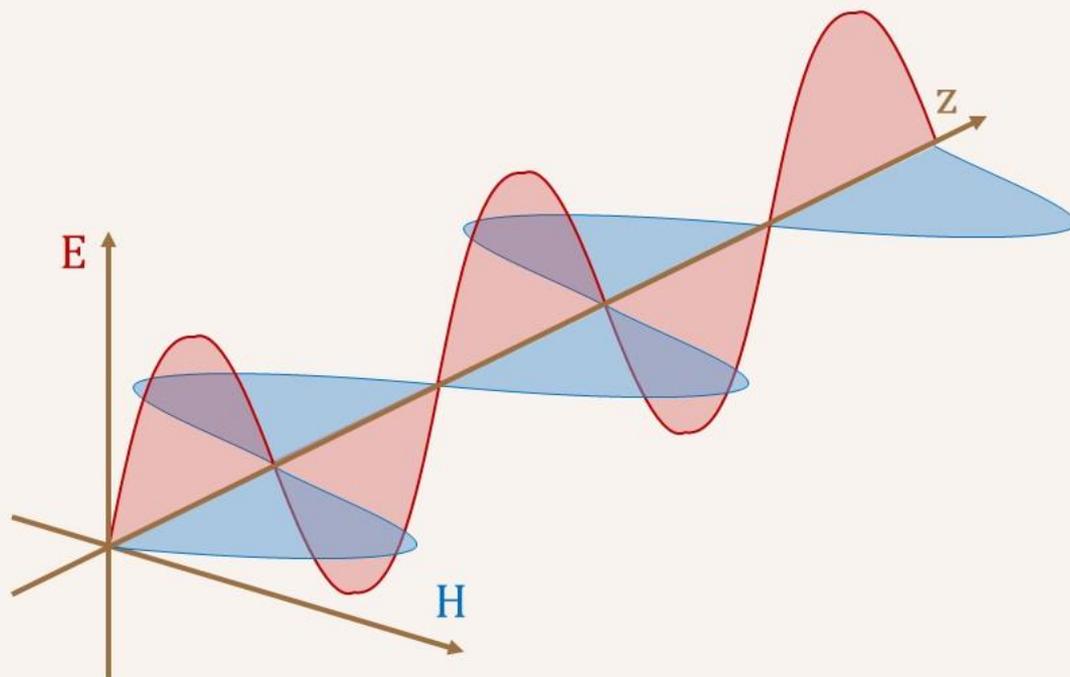


Блики с поверхности воды убраны поляризационным фильтром, **видны камни на дне реки.**

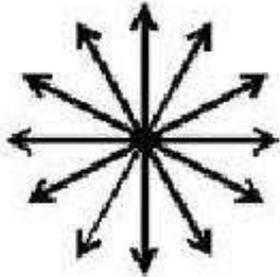
Поляризационный фильтр не применялся: вода покрыта бликами, отражается небо, **дна не видно.**

<https://prophotos.ru/lessons/21740-polyarizatsionnyy-svetofiltr-cto-eto-takoe-i-kak-im-polzovatsya>

СВЕТ – ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ВОЛНА



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**.

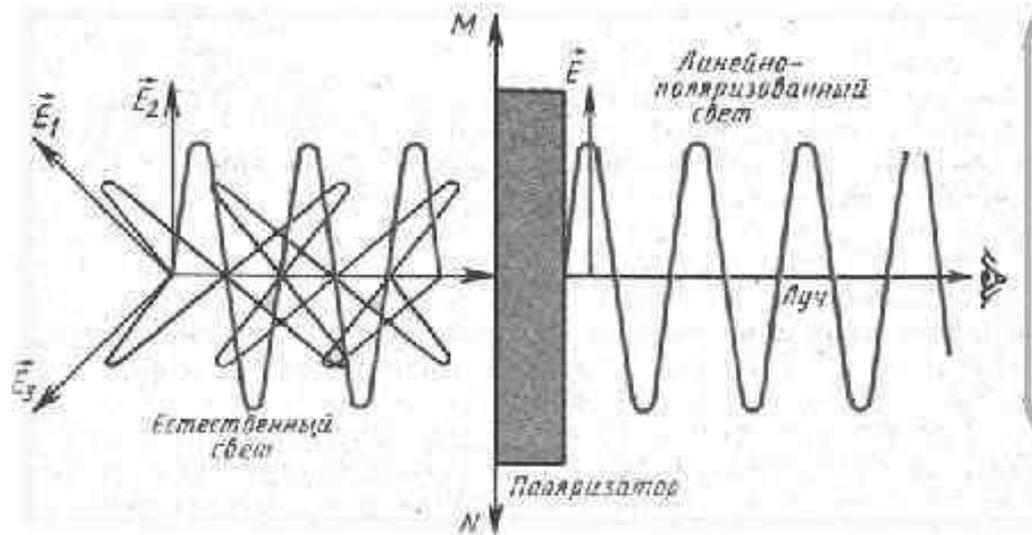


Если колебания происходят в различных направлениях, но в определенных направлениях амплитуды колебаний больше, чем в других, волна называется **частично поляризованной**.

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

Поляризация света

Поляризация – выделение из естественного света световых колебаний с определенным направлением электрического вектора \vec{E}



Поларизатор – устройство, выделяющее одно из всех направлений колебаний вектора \vec{E}

1 СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ЛУЧА: ПОЛЯРИЗАЦИЯ ВОЛН В АНИЗОТРОПНЫХ КРИСТАЛЛАХ

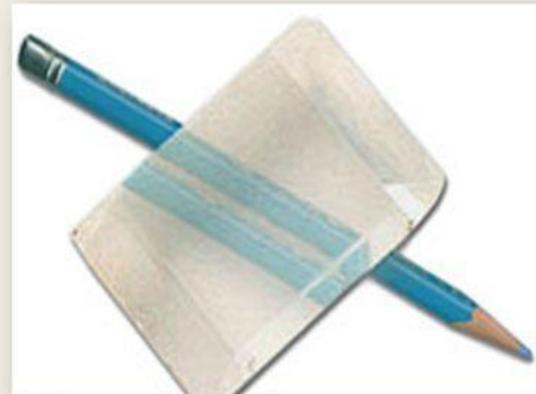
Элементы кристаллооптики. Двойное лучепреломление

При прохождении света через некоторые кристаллы световой луч разделяется на два луча. Это - **двойное лучепреломления**.

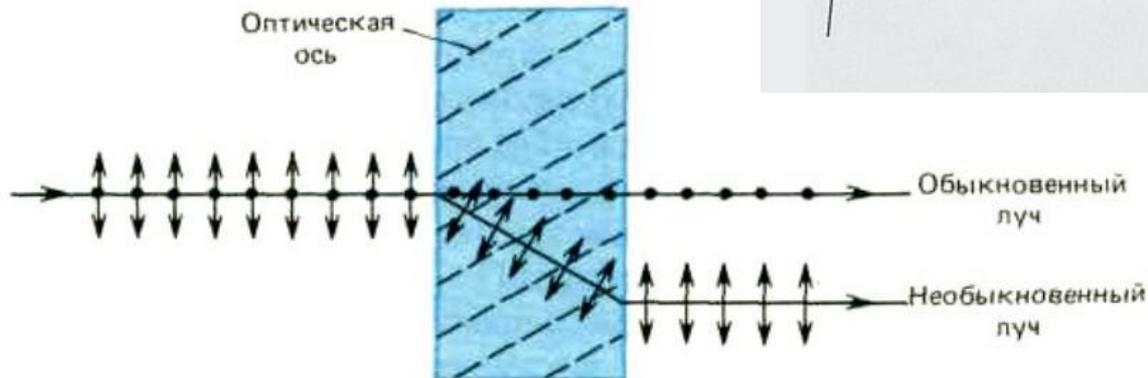
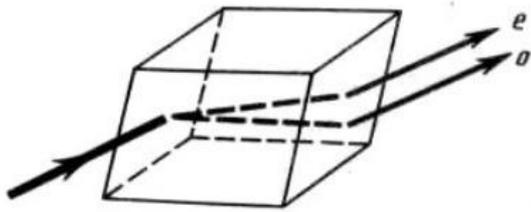
При двойном лучепреломлений один из лучей удовлетворяет обычному закону преломления и лежит в одной плоскости с падающим лучом и нормалью

Этот луч называется **обыкновенным** («о»)

Для другого луча, называемого **необыкновенным** («е»), показатель преломления не остается постоянным при изменении угла падения

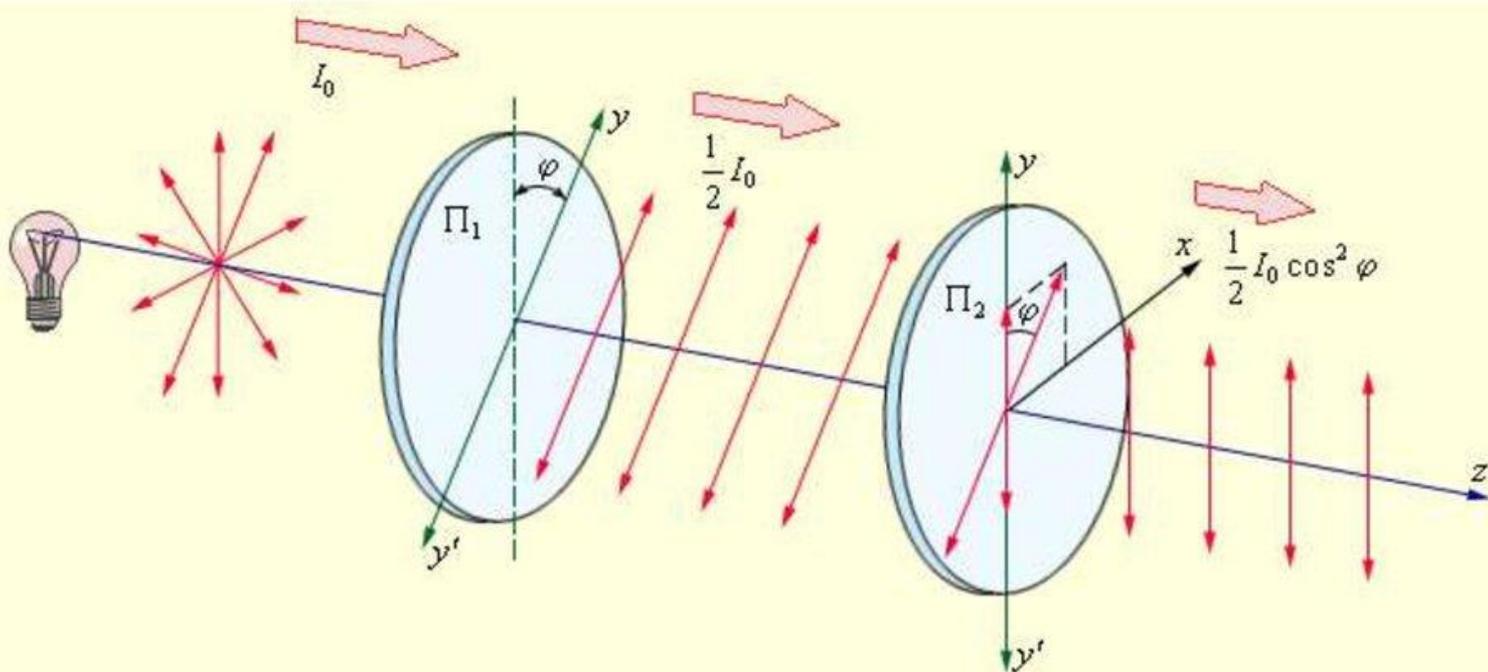


1 СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ЛУЧА: ПОЛЯРИЗАЦИЯ ВОЛН В АНИЗОТРОПНЫХ КРИСТАЛЛАХ



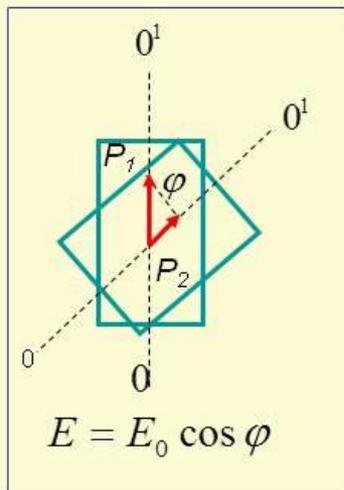
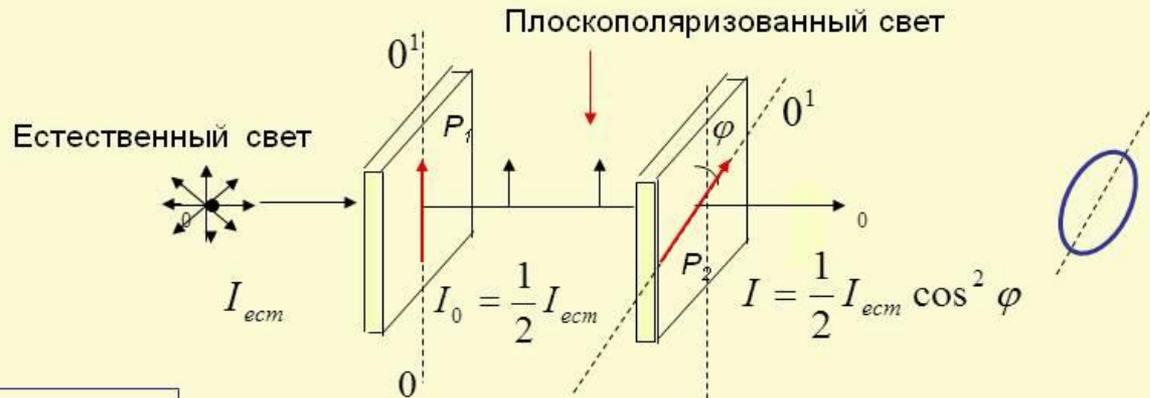
На фотографии в кристалле видны две полосы вместо одной – двойное лучепреломление.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА



ПОЛЯРИЗАЦИЯ ВОЛН – ЗАКОН МАЛЮСА

Закон Малюса



$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$

$$I_0 = \frac{1}{2} I_{ест.}$$

$$I = \frac{1}{2} I_{ест.} \cos^2 \varphi$$

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ВОЛН – ЗАКОН МАЛЮСА

Закон Малюса — зависимость интенсивности линейно-поляризованного света после его прохождения через поляризатор от угла φ между плоскостями поляризации падающего света и поляризатора.

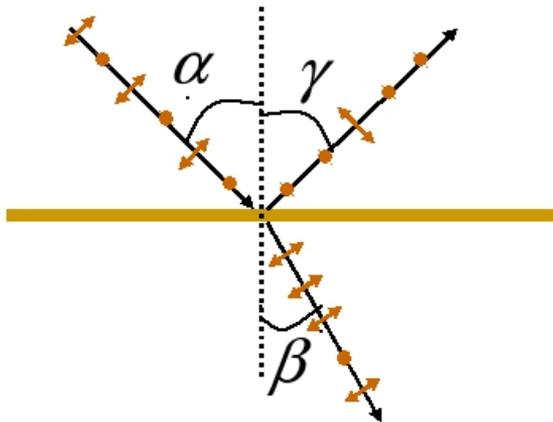
$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$

где I_0 — интенсивность падающего на поляризатор света, I — интенсивность света, выходящего из поляризатора.

2 СПОСОБ: ПОЛЯРИЗАЦИЯ ВОЛН ПРИ ОТРАЖЕНИИ

Поляризация света

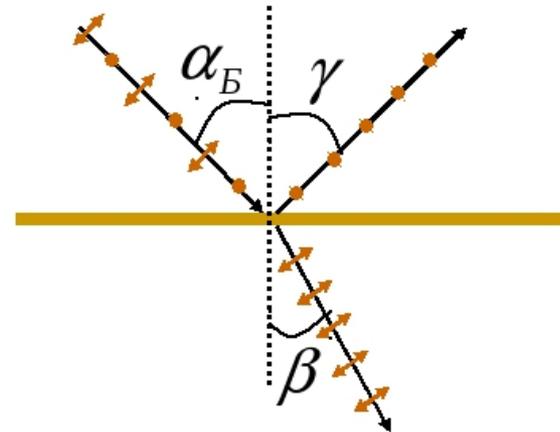
- При отражении и преломлении свет поляризуется.
- Частичная поляризация
- Полная поляризация



$$\alpha = \alpha_B$$

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

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



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

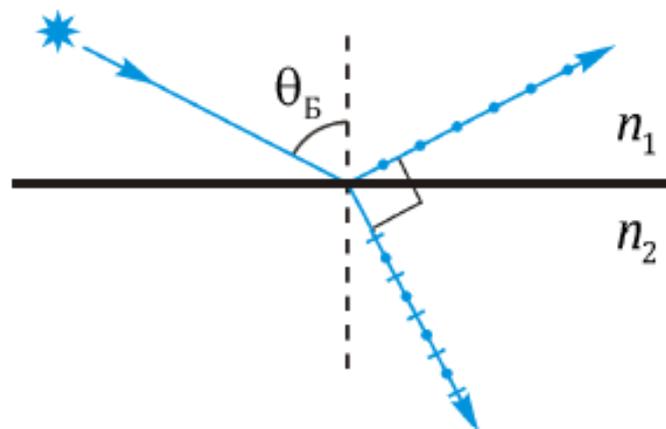
ПОЛЯРИЗАЦИЯ ВОЛН – ЗАКОН БРЮСТЕРА

При $\theta_1 + \theta_2 = \pi/2$, $\text{tg}(\theta_1 + \theta_2) \rightarrow \infty$ \Rightarrow

Отраженный свет будет полностью поляризован $\rho_{\parallel} = 0$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\theta_1 + \theta_2 = \pi/2$$



$$\text{tg } \theta_B = n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

– закон Брюстера

θ_B – угол Брюстера

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ВОЛН – ЗАКОН БРЮСТЕРА

Закон Брюстера: тангенс угла падения, при котором отражённый свет полностью поляризован, равен относительному показателю преломления сред:

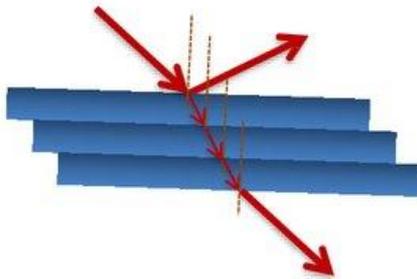
$$\operatorname{tg}\alpha_{\text{Б}} = \frac{n_2}{n_1}$$

При падении света на диэлектрик под углом Брюстера **отраженный и преломленный лучи взаимно перпендикулярны.**

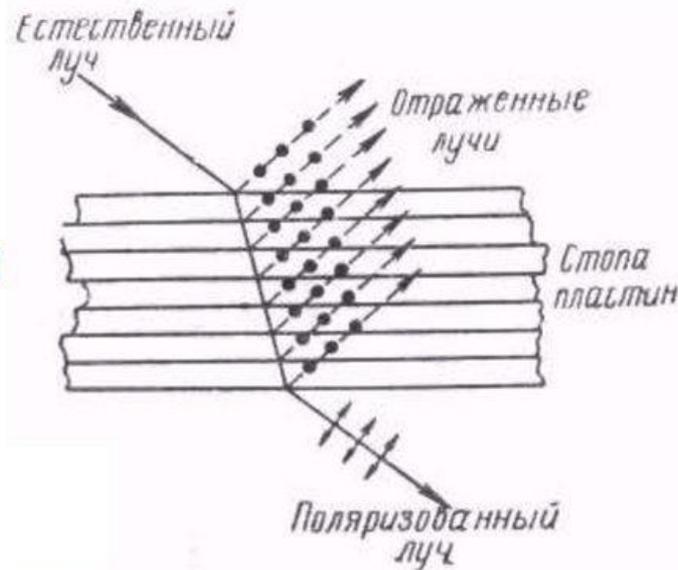
Преломленный луч при угле Брюстера будет оставаться частично поляризованным, но с максимальной степенью поляризации.

Стопа Столетова

Степень поляризации преломленного света может быть значительно повышена многократным преломлением при условии падения света каждый раз на границу раздела под углом Брюстера



стопа Столетова

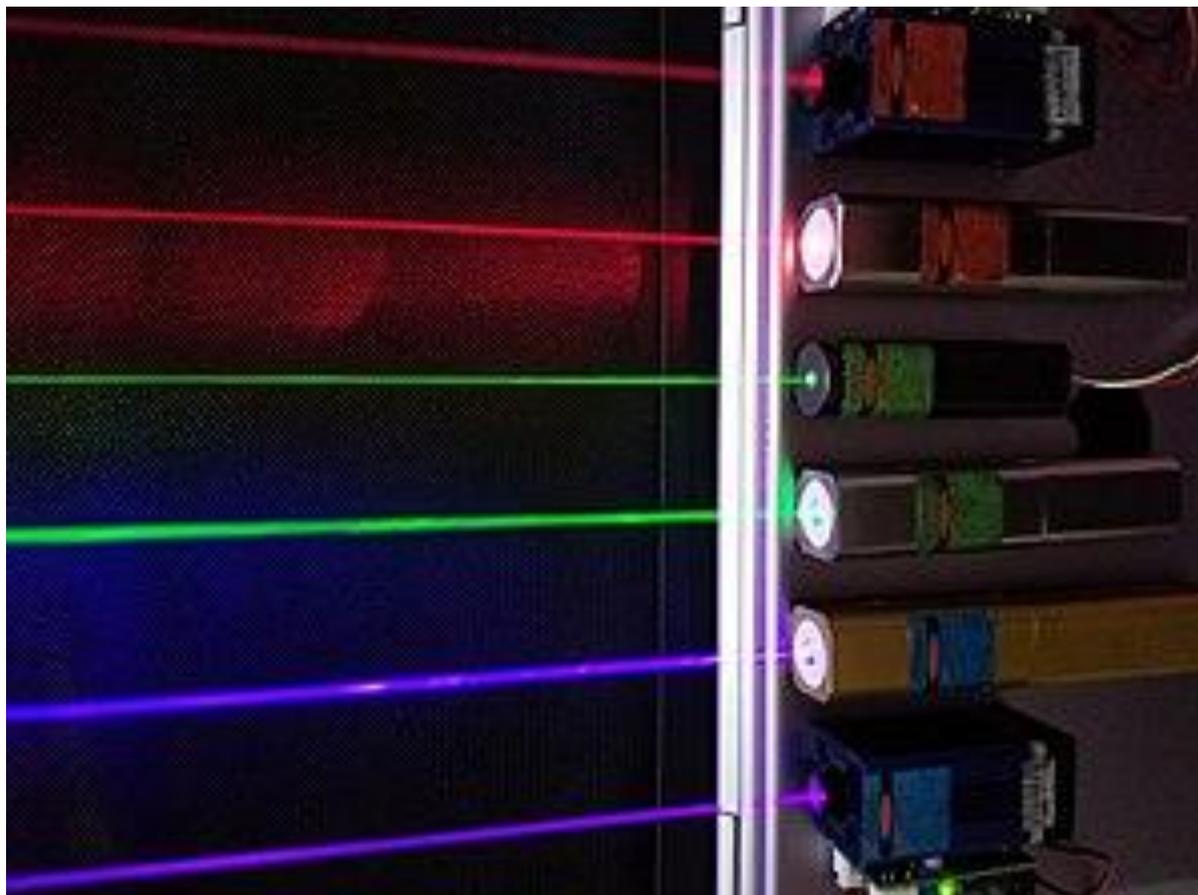


Александр
Григорьевич
Столетов



10 августа 1839
– 27 мая 1896
Россия

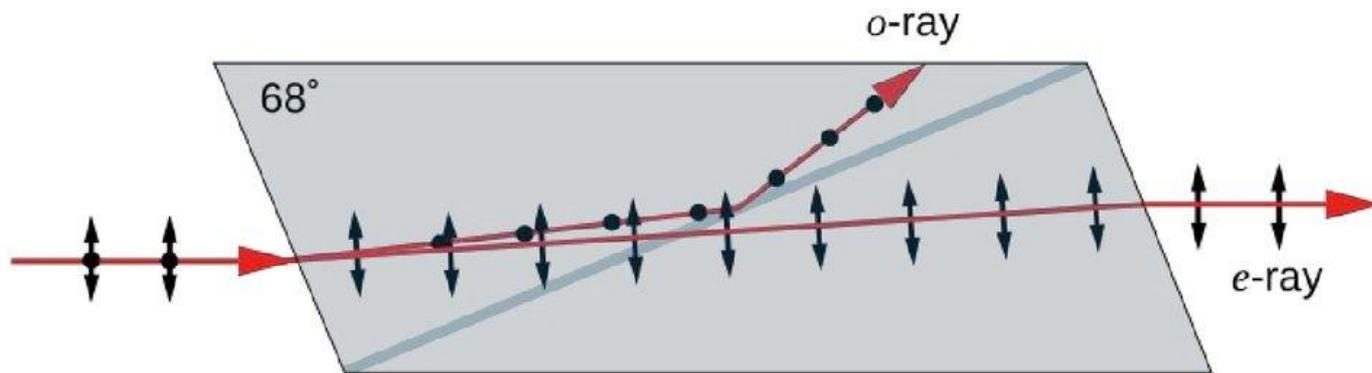
3 СПОСОБ: ИЗЛУЧЕНИЕ ЛАЗЕРА ВСЕГДА ПОЛЯРИЗОВАНО



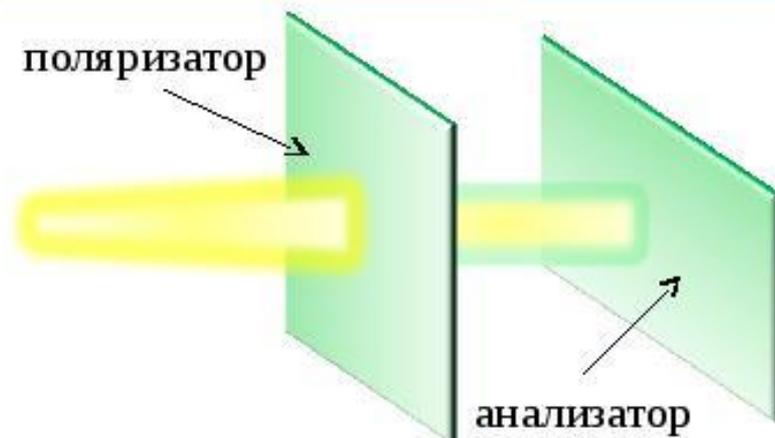
Лазерное излучение с длинами волн (снизу вверх):
405, 445, 520, 532, 635 и 660 нм. Википедия: Лазер.

4 СПОСОБ: СПЕЦИАЛЬНО СОЗДАННЫЕ ПРИЗМЫ

Призма Николя



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 от плоскости склеивания и выходит через боковую поверхность. Необыкновенный беспрепятственно выходит через противоположный торец призмы.



Главные выводы

Поляризация света — это совокупность явлений, в которых проявляется свойство поперечности световых волн.

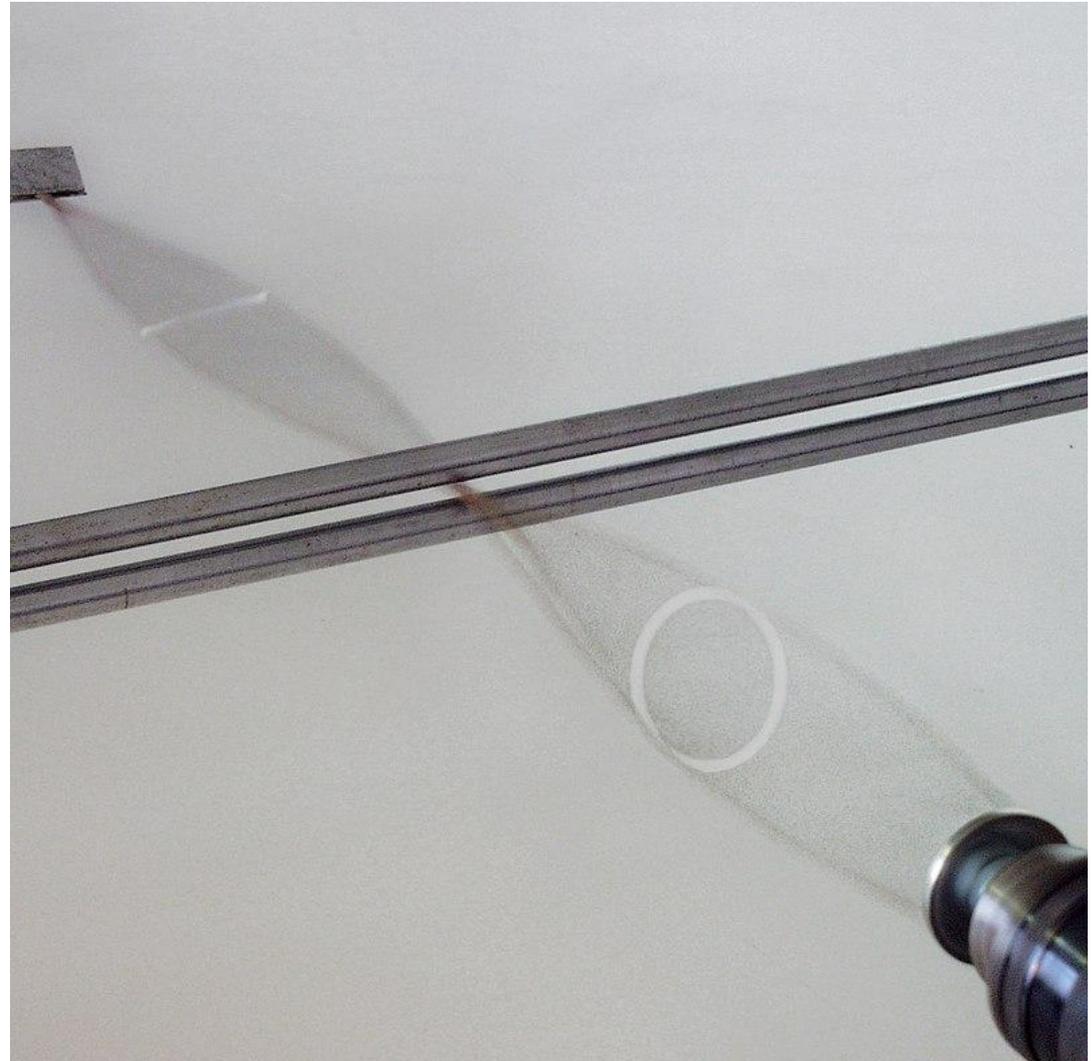
Прибор, превращающий неполяризованную волну в поляризованную, называется **поляризатором**.

Прибор, позволяющий установить, поляризована или нет проходящая через него волна, называется **анализатором**.

ПРИМЕР ПОЛЯРИЗАЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЛН

На фотографии наблюдается колебания закрепленного шнура. До щели виден белый круг – это след колеблющегося шнура «в разрезе», после щели видна белая полоса – это след шнура «в разрезе» после того, как волна прошла через щель.

Автор фотографии
Затони Сандор



Выводы:

«Поляризация света - это...»

«Способы получения
поляризованных лучей: ...»

«Двойное лучепреломление- это...»

«Закон Малюса говорит о том, что...»

«Закон Брюстера говорит о том, что...»