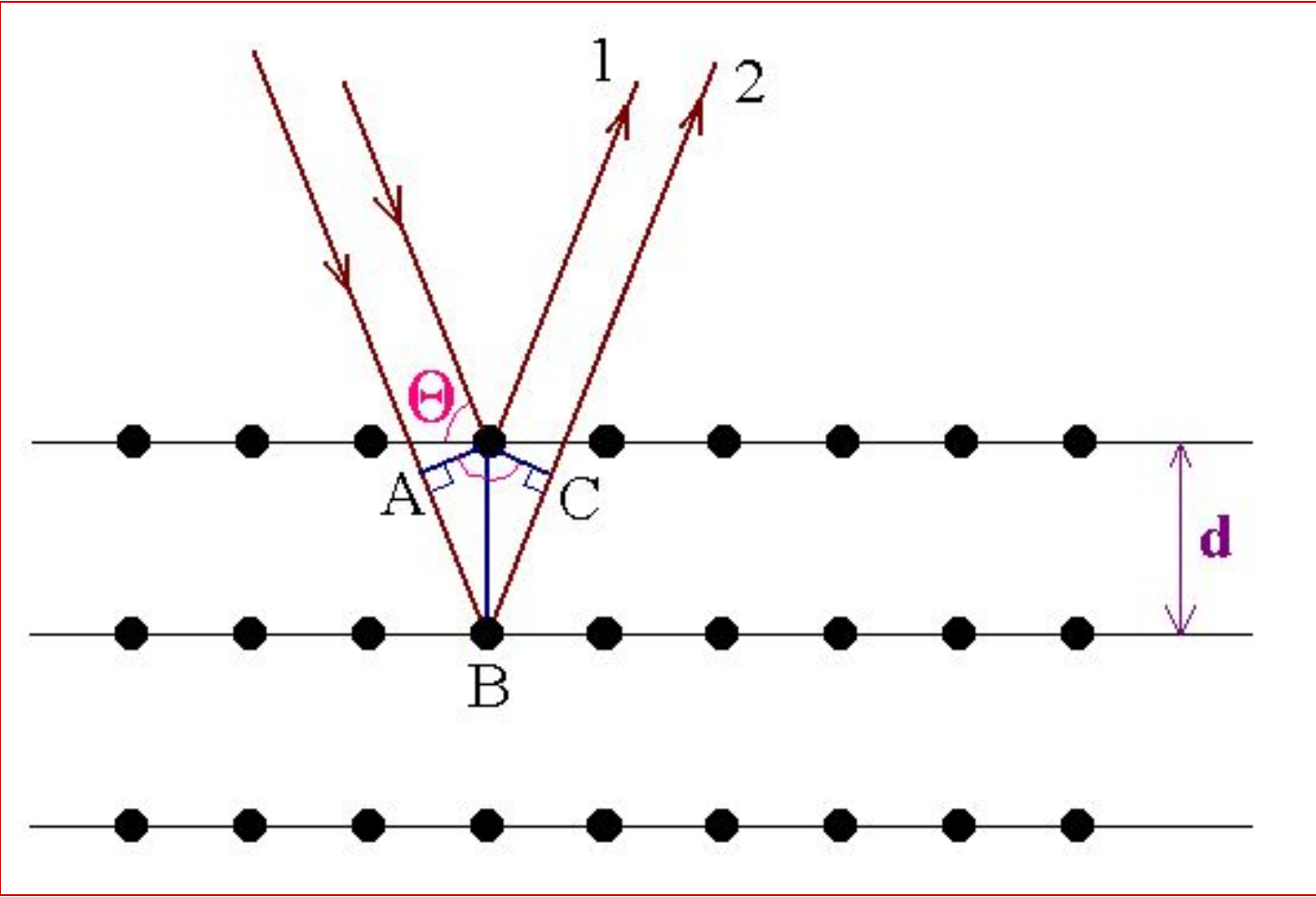


ДИФРАКЦИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

Русский физик Г.В.Вульф и английский У.Л.Брэгг независимо друг от друга предложили (1913) простой метод расчета дифракции рентгеновского излучения в кристаллах. Они исходили из предположения о том, что дифракцию рентгеновского излучения можно рассматривать как результат его отражения от системы параллельных **плоскостей кристалла**, в которых лежат узлы кристаллической решетки.



Абсолютный показатель преломления всех сред для рентгеновского излучения близок к единице, поэтому оптическая разность хода между двумя лучами 1 и 2, отражающимися от соседних плоскостей, равна $\Delta = |AB| + |BC| = 2 \cdot d \cdot \sin \Theta$, где d – межплоскостное расстояние, а Θ - угол скольжения.

Интерференционные максимумы отражения удовлетворяют условию, называемому **условием Вульфа – Брэгга**: $2 \cdot d \cdot \sin \Theta = k \cdot \lambda$, где $k = 1, 2, 3, \dots$ - порядок дифракционного максимума.

ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА

Поглощением света называется явление уменьшения энергии световой волны при ее распространении в веществе, происходящее вследствие преобразования энергии электромагнитного поля волны во внутреннюю энергию вещества или в энергию вторичного излучения, имеющего другой спектральный состав и иные направления распространения. Поглощение света может вызывать нагревание вещества, возбуждение и ионизацию атомов или молекул, фотохимические реакции и другие процессы в веществе.

В XVIII в. П. Бугер (1729) экспериментально, а И. Ламберт (1760) теоретически установили **закон поглощения света**, называемый **законом Бугера — Ламберта**: интенсивность плоской волны монохроматического света уменьшается по мере прохождения через поглощающую среду по экспоненциальному закону:

$$I = I_0 \cdot e^{-\alpha x}$$

здесь I_0 и I — интенсивности света на входе и выходе из слоя среды толщиной x ; α — **коэффициент поглощения среды**, который зависит от химической природы, состояния поглощающей среды и от длины волны света. Эта величина обратна расстоянию, на котором интенсивность плоской монохроматической волны уменьшается в $e = 2,718$ раза.

Зависимость коэффициента поглощения диэлектрика от длины волны, характеризующая **спектр поглощения света** в этой среде, связана с явлением резонанса при вынужденных колебаниях электронов в атомах и атомов в молекулах диэлектрика. Диэлектрики поглощают свет более или менее селективно: поглощение велико лишь в областях частот, близких к частотам собственных колебаний электронов в атомах и атомов в молекулах. Наиболее четко это явление резонансного поглощения света обнаруживается **у разреженных одноатомных газов**, для которых характерен **линейчатый спектр поглощения света**. Дискретные частоты интенсивного поглощения света совпадают с частотами собственного излучения возбужденных атомов этих газов.

У газов с многоатомными молекулами наблюдаются системы тесно расположенных линий, образующих **полосы поглощения**. Структура полос поглощения определяется составом и строением молекул. **Жидкие и твердые диэлектрики имеют сплошные спектры поглощения**, состоящие из сравнительно широких полос поглощения, в пределах которых коэффициент поглощения достигает значительной величины и плавно изменяется в зависимости от длины волны. Это объясняется сильным взаимодействием между частицами среды, приводящим к появлению множества дополнительных резонансных частот.

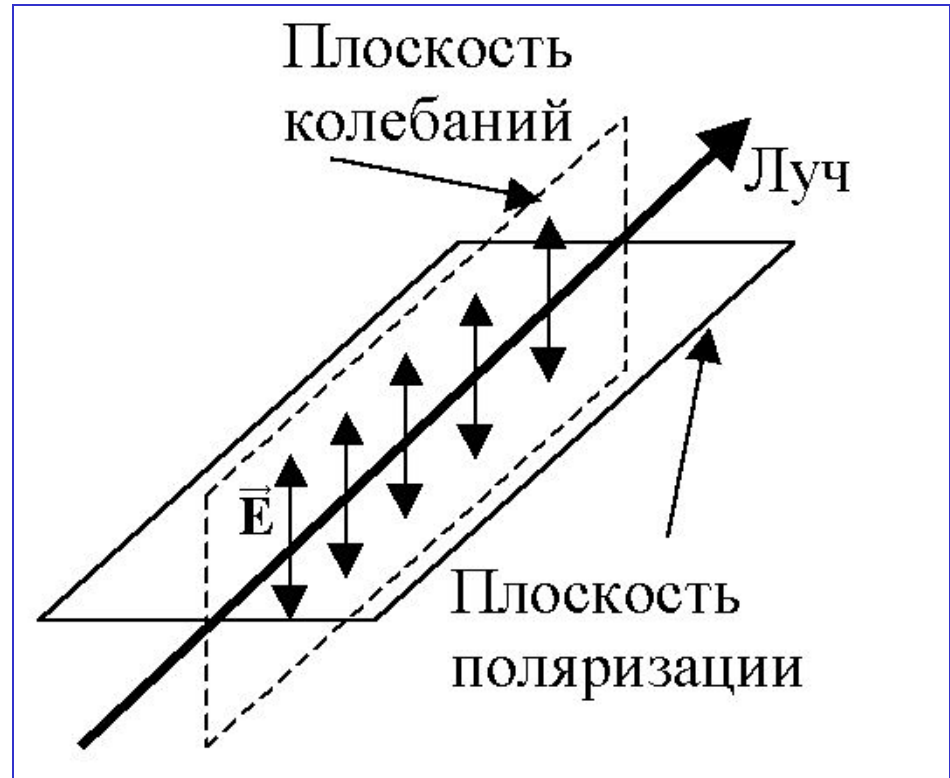
ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

Естественным называется свет, у которого световой вектор колеблется беспорядочно во всех направлениях одновременно.

Поляризованным называется свет, в котором направления колебаний светового вектора упорядочены каким-либо образом.

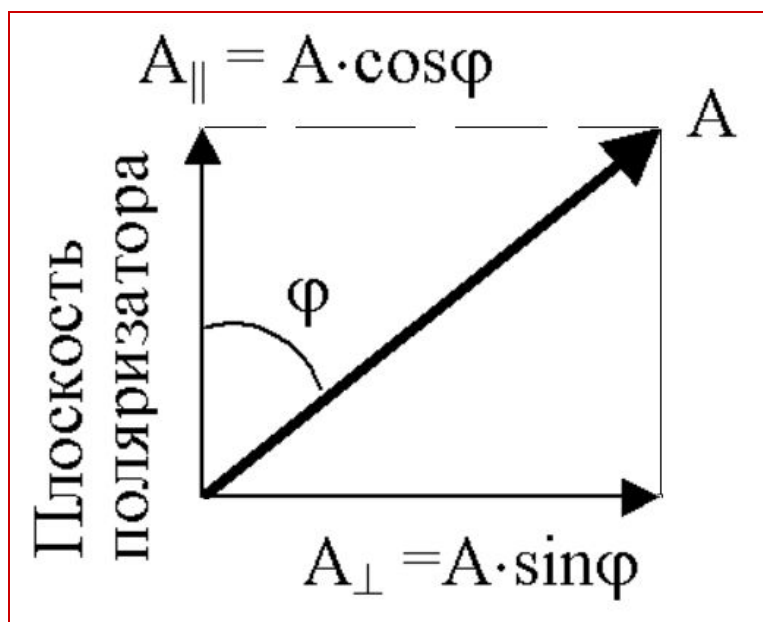
Плоско поляризованным называется свет, в котором колебания светового вектора происходят только в одной плоскости.

Плоскостью колебаний называется плоскость, в которой колеблется световой вектор, а перпендикулярная ей плоскость - **плоскостью поляризации**.



Плоско поляризованный свет можно получить из естественного с помощью приборов, называемых **поляризаторами**. Эти приборы свободно пропускают колебания, параллельные плоскости, которую будем называть **плоскостью поляризатора**, и полностью задерживают колебания, перпендикулярные этой плоскости.

Колебания амплитуды A , образующие угол ϕ с плоскостью поляризатора, можно разложить на два колебания с амплитудами $A_{\parallel} = A \cdot \cos\phi$ и $A_{\perp} = A \cdot \sin\phi$. Первое колебание пройдет через прибор, второе будет задержано: $I = I_0 \cdot \cos^2\phi$. В естественном свете все значения ϕ равновероятны. Поэтому:

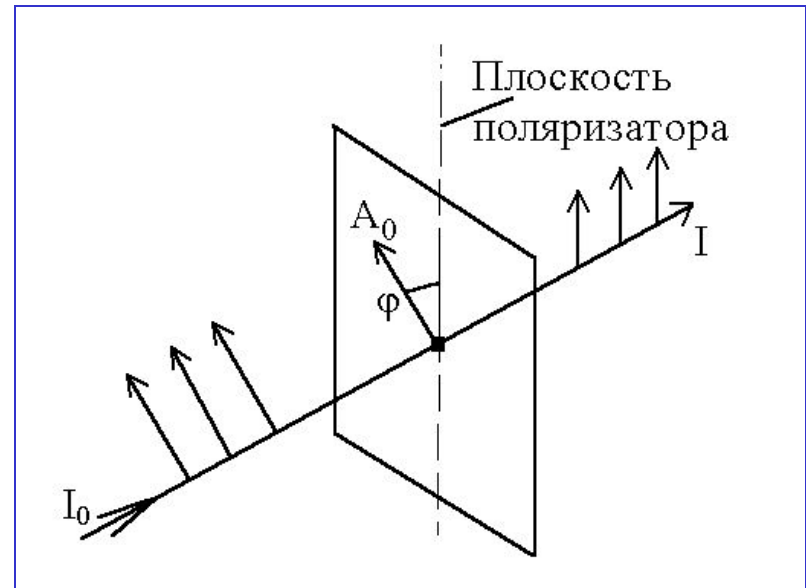
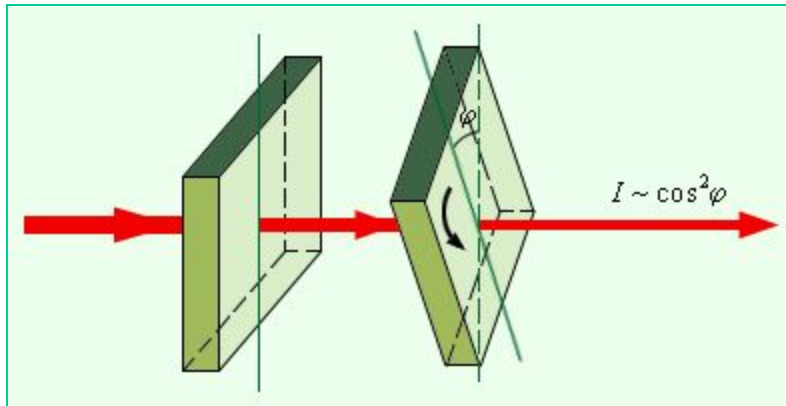


$$I = I_{\text{естеств.}} \cdot \langle \cos^2 \phi \rangle = I_{\text{естеств.}} \cdot \frac{1}{2}$$

Пусть на поляризатор падает плоско поляризованный свет амплитуды A_0 и интенсивности I_0 . Сквозь прибор пройдет составляющая с амплитудой $A = A_0 \cdot \cos\phi$, где ϕ - угол между плоскостью колебаний падающего света и плоскостью поляризатора.

Следовательно:

$$I = I_0 \cdot \cos^2\phi \text{ (закон Малюса)}$$



Степенью поляризации называется выражение

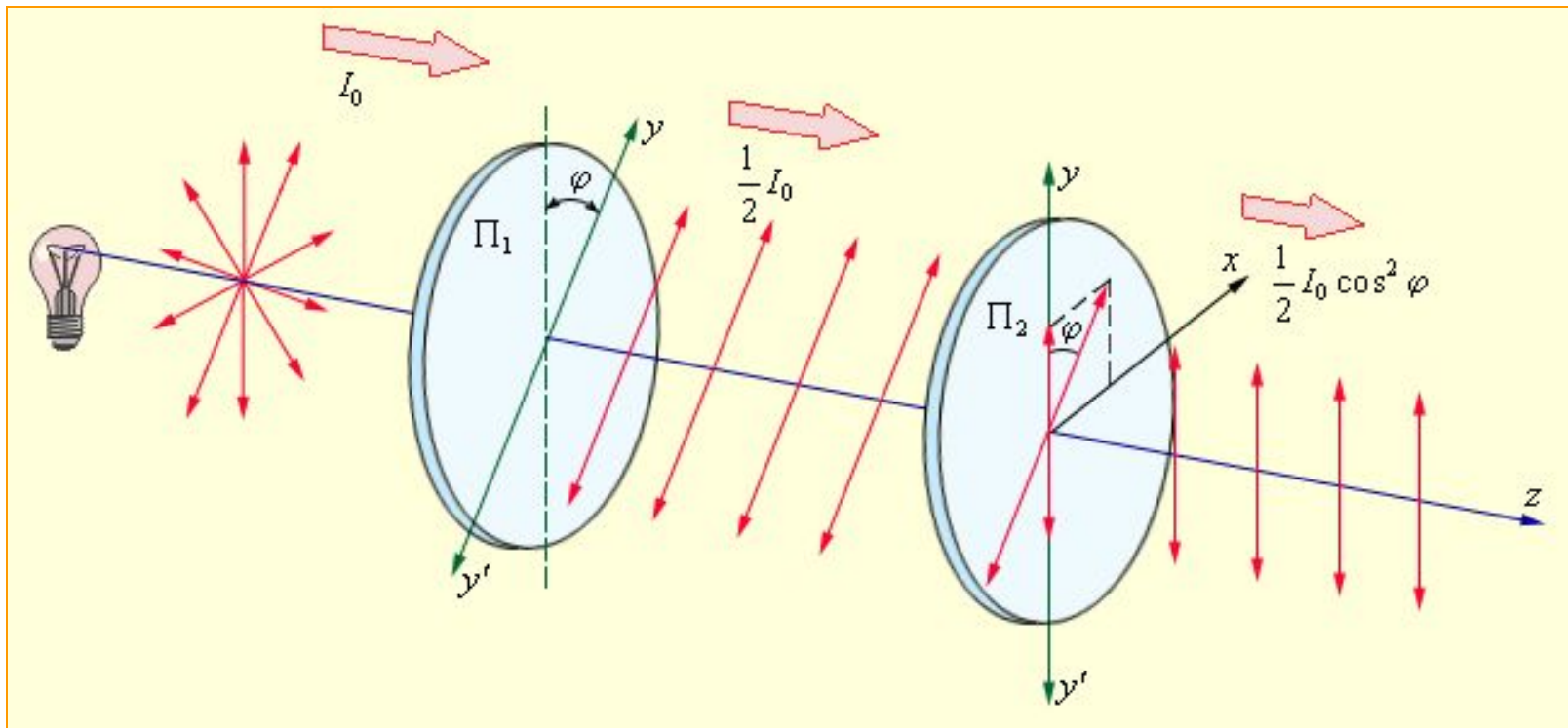
$$P = \frac{I_{\text{MAX}} - I_{\text{MIN}}}{I_{\text{MAX}} + I_{\text{MIN}}}$$

Для естественного света $I_{\text{max}} = I_{\text{min}}$ и $P = 0$

Для плоско поляризованного света $I_{\text{min}} = 0$ и $P = 1$

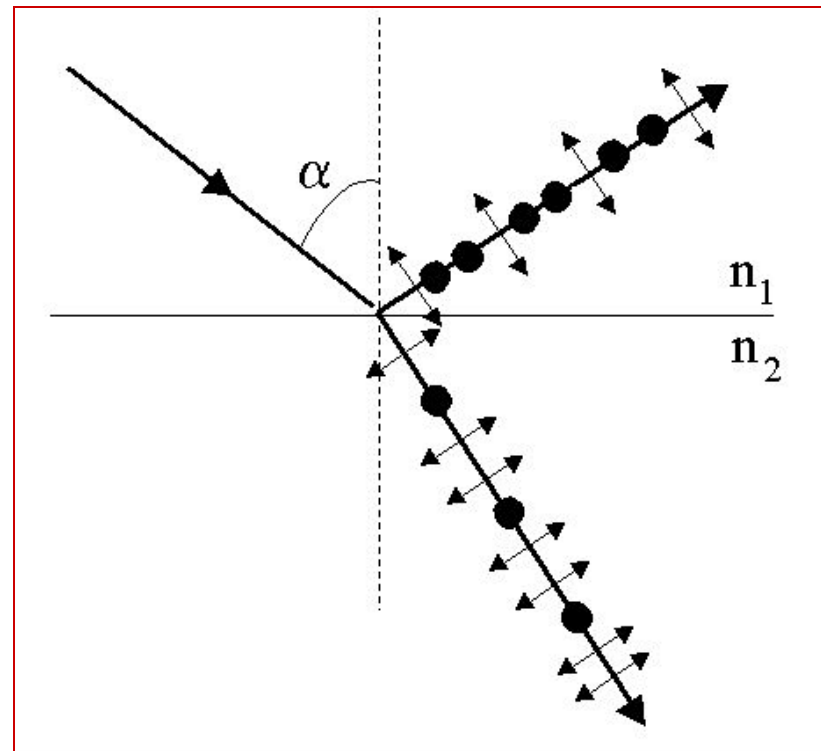
Поставим на пути естественного света два поляризатора, плоскости которых образуют угол ϕ .
Интенсивность света, прошедшего через два поляризатора, равна

$$I = \frac{1}{2} \cdot I_{\text{естеств.}} \cdot \cos^2 \phi$$



ПОЛЯРИЗАЦИЯ ПРИ ОТРАЖЕНИИ И ПРЕЛОМЛЕНИИ

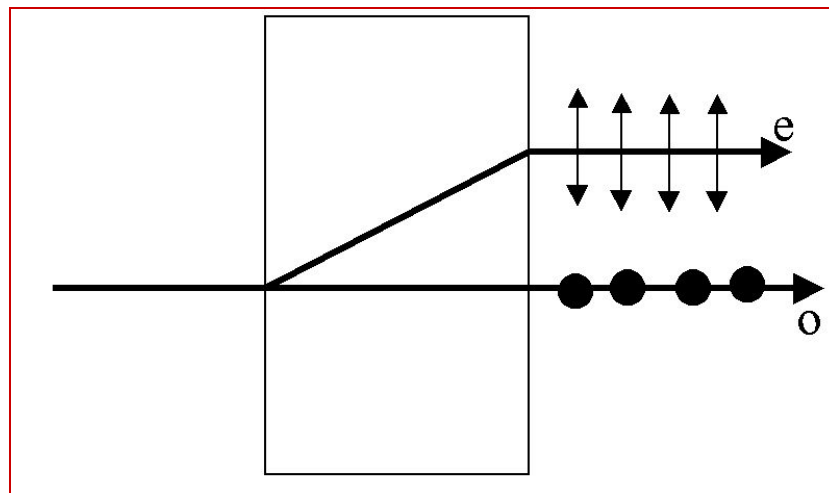
Если угол падения естественного света на границу раздела двух диэлектриков не равен нулю, отраженный и преломленный лучи оказываются частично поляризованными. Степень поляризации зависит от угла падения.



Отраженный от диэлектрика свет будет полностью поляризован, если тангенс угла падения α_B равен относительному показателю преломления сред $n_{21} = n_2/n_1$:

$$\mathbf{tg\alpha_B = n_{21}}$$

При прохождении света через некоторые кристаллы световой луч разделяется на два луча. Это явление, получившее название **двойного лучепреломления**, было открыто в 1670 г. Эразмом Бартоломином для исландского шпата (разновидность углекислого кальция, CaCO_3 - кристаллы гексагональной системы).



При двойном лучепреломлении один из лучей удовлетворяет обычному закону преломления и лежит в одной плоскости с падающим лучом и нормалью. Этот луч **называется обыкновенным** и обозначается буквой **o**. Другой луч, называемый необыкновенным (обозначается буквой **e**), не подчиняется закону преломления (показатель преломления зависит от угла падения).

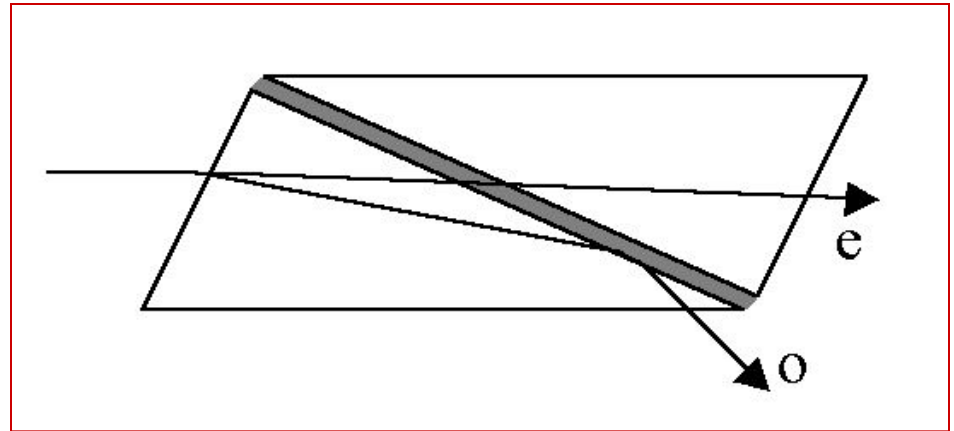
Плоскость колебаний обыкновенного луча перпендикулярна к главному сечению кристалла. В необыкновенном луче колебания светового вектора совершаются в плоскости, совпадающей с главным сечением. По выходе из кристалла оба луча отличаются друг от друга только направлением поляризации.

Главным сечением или главной плоскостью кристалла называется любая плоскость, проходящая через оптическую ось.

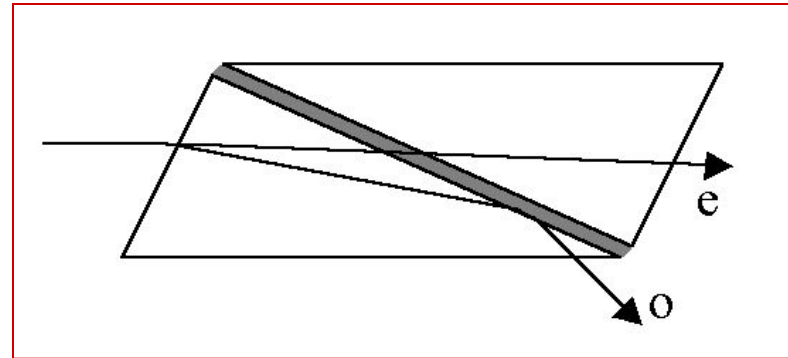
Оптической осью кристалла называется направление, вдоль которого свет распространяется, не разделяясь на два луча. Оптическая ось - это не прямая линия, проходящая через какую-то точку кристалла, а определенное направление в кристалле. Любая прямая, параллельная данному направлению, является оптической осью кристалла.

В некоторых кристаллах один из лучей поглощается сильнее другого. Это явление называется **дихроизмом**. Весьма сильным дихроизмом в видимых лучах обладает кристалл турмалина. В нем обыкновенный луч практически полностью поглощается на длине 1 мм. Таким же свойством обладает поляроид - целлулоидная пленка, в которую введено большое количество одинаково ориентированных кристалликов сульфата йодистого хинина (в этих кристаллах один из лучей поглощается на пути примерно в 0,1 мм).

Большое распространение получил поляризатор, называемый **призмой Николя** (николь). Он представляет собой призму из исландского шпата, разрезанную по диагонали и склеенную канадским бальзамом. Канадским бальзамом называется смолообразное вещество, добываемое из канадской пихты: $n_o > n > n_e$.



Угол падения оказывается таким, что обыкновенный луч претерпевает на прослойке бальзама полное внутреннее отражение и отклоняется в сторону, необыкновенный же луч свободно проходит через эту прослойку и выходит из призмы.



В 1875 г. Керр обнаружил, что жидкостях под воздействием электрического поля возникает двойное лучепреломление. Это явление получило название **эффекта Керра**.

ВРАЩЕНИЕ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ

При прохождении плоско поляризованного света через некоторые вещества наблюдается вращение плоскости колебаний светового вектора или, как принято говорить, вращение плоскости поляризации. Вещества, обладающие такой способностью, называются **оптически активными**. К их числу принадлежат кристаллические тела (например, кварц, киноварь), чистые жидкости (скипидар, никотин) и растворы оптически активных веществ в неактивных растворителях (водные растворы сахара, винной кислоты и др.).

Кристаллические вещества сильнее всего вращают плоскость поляризации в случае, когда свет распространяется вдоль оптической оси кристалла. Угол поворота ϕ пропорционален пути l , пройденному лучом в кристалле:

$$\phi = \alpha \cdot l,$$

коэффициент α называют **постоянной вращения**. Ее принято выражать в угловых градусах на миллиметр.

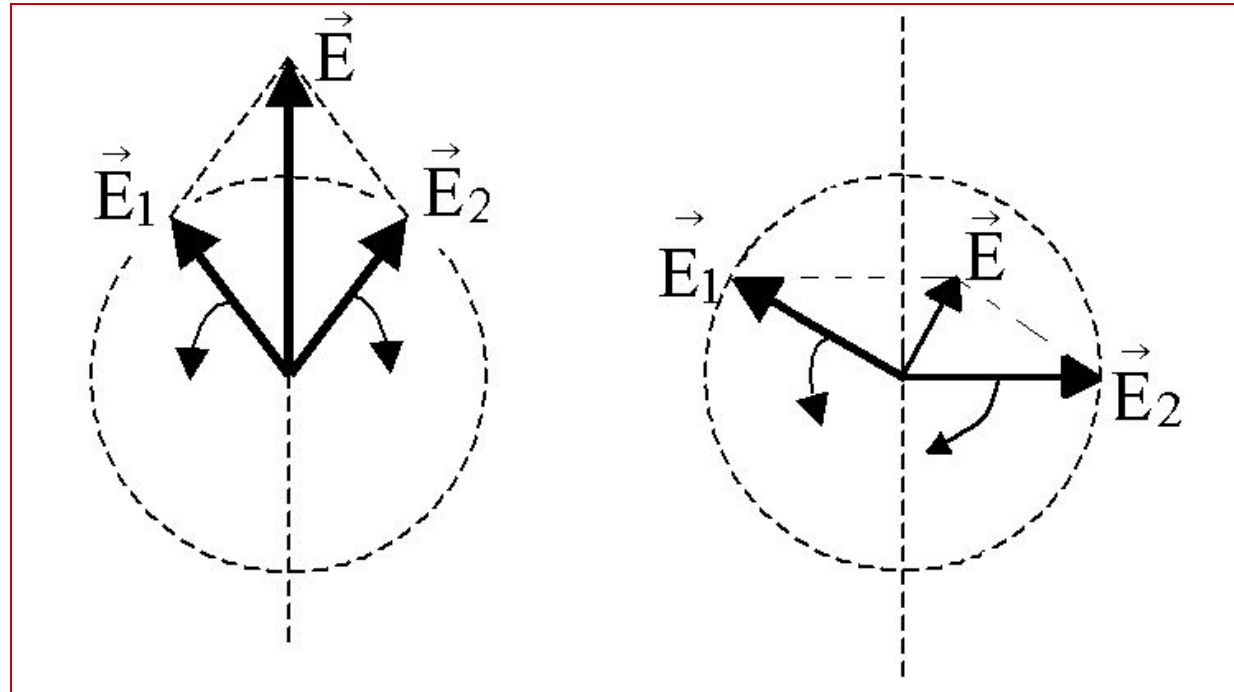
В растворах угол поворота плоскости поляризации пропорционален пути луча в растворе и концентрации активного вещества C :

$$\phi = [\alpha] \cdot C$$

где $[\alpha]$ - величина, называемая удельной постоянной вращения.

В зависимости от направления вращения плоскости поляризации оптически активные вещества подразделяются на право- и левовращающие. Если смотреть навстречу лучу, то в правовращающих веществах плоскость поляризации будет поворачиваться по часовой стрелке, в левовращающих - против часовой стрелки. Таким образом, направление луча и направление вращения образуют в правовращающем веществе левовинтовую систему, а в левовращающем веществе - правовинтовую систему.

Для объяснения вращения плоскости поляризации Френель предположил, что в оптически активных веществах лучи, поляризованные по кругу вправо и влево распространяются с неодинаковой скоростью. Плоско поляризованный свет можно представить как суперпозицию двух поляризованных по кругу волн, правой и левой, с одинаковыми частотами и амплитудами.



Все оптически активные вещества существуют в двух разновидностях - **правовращающей и левовращающей**. Таким образом, существуют право и левовращающий кварц, право- и левовращающий сахар и т. д. Молекулы или кристаллы одной разновидности являются зеркальным отражением молекулы или кристаллов другой разновидности. Обе разновидности отличаются только направлением вращения плоскости поляризации. Численное значение постоянной вращения у них одинаково.

Искусственная оптическая анизотропия

$$n_0 - n_e = k_1 \sigma$$

$$n_0 - n_e = k_1 E^2$$

$$n_0 - n_e = k_1 H^2$$

$$\varphi = 2\pi B l E^2 \quad \text{Эффект Керра}$$

$$B = \frac{k_2}{\lambda} \quad \text{Постоянная Керра}$$