

Из книги: Ф. Розенбергер. История физики.

ОНТИ Государственное технико-теоретическое издательство: Москва-
Ленинград, 1934

ТЕОРИЯ ДВОЙНОГО ПРЕЛОМЛЕНИЯ



Малюс Этьен Луи (1775-1812)

4 января 1808 г. Парижская академия объявила на премию следующую задачу: дать математическую и подтверждаемую опытом теорию двойного преломления, испытываемого светом при прохождении через различные кристаллические вещества. Малюс принял с живым интересом за решение этой задачи и в короткое время пришел к открытиям первостепенной важности. Однажды вечером, рассматривая случайно сквозь кристалл известкового шпата отражение заходящего Солнца от окон Люксембургского дворца, находившегося против его квартиры, он заметил, что кристалл вместо обычных двух изображений дает только одно изображение Солнца. Так как вскоре наступила ночь, то он продолжил этот опыт над пламенем свечи, которое он отражал от поверхности воды и зеркала. И здесь при известных условиях шпат давал только одно изображение пламени; если же получалось два изображения, то они не были, как при прямом свете, одинаковой яркости, а при вращении кристалла яркость изображений изменялась таким образом, что максимум яркости одного из них всегда совпадал с минимумом яркости другого. Это наблюдение побудило его предпринять тщательное исследование света, отраженного от гладкой поверхности различных прозрачных тел, при помощи двойного шпата. При этом он не только нашел, что все прозрачные тела вообще сообщают свету это замечательное свойство, но что, кроме того, способность эта бывает выражена сильнее или слабее, в зависимости от большего или меньшего угла отражения, и что, наконец, при известном угле отражения — различном для каждого вещества — минимальная яркость изображения может быть ослаблена до полной темноты. Полученные при этом явления оказались совершенно сходными с теми явлениями, которые наблюдаются при рассматривании светящейся точки сквозь два наложенных друг на друга кристалла известкового шпата, когда один из кристаллов при этом вращают; но только в последнем случае получаются четыре изображения вместо двух, наблюдаемых при отражении. В свое время Ньютон при рассмотрении этого явления высказал предположение, что, по-видимому, луч обладает различными свойствами с различных своих сторон. Малюс остановился на этой идее, представляющей собою простое выражение фактической стороны явления, и, наконец, находясь под влиянием электрических и электрохимических открытий, волновавших в то время весь ученый мир, стал рассматривать эти стороны светового луча как полюсы, а лучи, у которых проявляется подобное различие сторон, назвал поляризованными, и все явление в целом поляризацией света. Эти названия, несмотря на сомнительную их правильность, стали вскоре общепринятыми.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА ПРИ ДВОЙНОМ ПРЕЛОМЛЕНИИ

Малюс впервые определил полярность светового луча посредством кристалла известкового шпата; но вскоре он нашел, что полярность может быть установлена и при помощи зеркал. Для этой цели он направил лучи, полностью поляризованные одним зеркалом, на вторую зеркальную поверхность, расположенную по отношению к падающему лучу под таким же углом, как первое зеркало, и стал поворачивать второе зеркало вокруг этого луча, как вокруг оси, сохраняя, однако, прежний его наклон. При этом оказалось, что когда обе зеркальные поверхности были расположены параллельно друг другу, то получалось полное отражение светового луча, когда же плоскости зеркал были взаимно перпендикулярны, то отраженный луч полностью проходил во второе зеркало. Малюс воспользовался этим именно явлением для определения поляризации. «Я называю этим именем (поляризованным) световой луч, который при одинаковом угле падения на прозрачное тело обладает свойством или быть отраженным, или же уклониться от отражения, обратившись к телу другой своей стороной; эти стороны или полюсы светового луча расположены всегда под прямым углом друг к другу». Отраженный от прозрачной поверхности полностью поляризованный световой луч называется поляризованным «по отношению (par rapport) к плоскости падения». После этого Малюс продолжал доказывать с возрастающей убедительностью, что это видоизменение световых лучей, которое вызывается отражением и двойным преломлением, совершенно тождественно и, следовательно, составляет общее свойство светового луча. Оба луча, выходящие из кристалла известкового шпата, ведут себя по отношению к отражающей стеклянной пластинке при падении на нее под углом поляризации совершенно так же, как и лучи, поляризованные отражением. Когда главное сечение кристалла совпадало с плоскостью зеркала, то обыкновенный луч отражался полностью, а необыкновенный совсем не отражался; когда же зеркало, при сохранении прежнего наклона его к падающему лучу, поворачивали на 90° , то отношение менялось на обратное. Следовательно, обыкновенный луч был поляризован в направлении оси главного сечения, а необыкновенный — в плоскости, к ней перпендикулярной, или, как выражается Малюс, они были поляризованы в противоположном смысле (*en sens contraire*). Первое сообщение о поляризации света путем отражения Малюс представил Французской академии 12 декабря 1808 г. в мемуаре «*Sur une propriété de la lumière réfléchié par les corps diaphanes*» («Об одном свойстве света, отраженного от прозрачных тел»). В следующем затем более полном сочинении «*Théorie de la double refraction de la lumière dans les substances cristallines*» («Теория двойного преломления света в кристаллических телах»), премированное академией в 1810 г., он изложил закон, носящий его имя: если плоскость поляризации луча, падающего на известковый шпат, образует с главным сечением угол α° , то интенсивность света обыкновенного преломленного луча равна произведению интенсивности падающего света на квадрат косинуса α , а интенсивность необыкновенного луча равна произведению интенсивности падающего света на квадрат синуса α . В том же сочинении приведены наблюдения и измерения двойного преломления на многих других веществах, помимо известных уже известкового шпата и горного хрусталя, а именно: на арагоните, барите, стронциане, цирконе и т. д. В заключение Малюс доказывает, что при всяком двойном преломлении получается одна и та же поляризация света, так что поляризационные опыты дают совершенно тот же результат, как с известковым шпатом, и со всяким другим двояко преломляющим веществом; больше того, свет, поляризованный посредством одного кристалла, может быть анализирован при помощи кристалла другого вещества.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА ПРИ ПРОСТОМ ПРЕЛОМЛЕНИИ

Поляризация света при простом преломлении была открыта Малюсом несколько позже и притом одновременно с Био. Доклады обоих ученых были прочитаны перед институтом Франции в один и тот же день 11 марта 1811 г. Однако Малюс раньше, чем Био, открыл следующие законы: преломленный свет всегда поляризован противоположно отраженному; оба противоположно поляризованных луча по своей интенсивности всегда равны между собой и, наконец, через простые стеклянные пластинки большая часть света проходит неполяризованной. В вышедшей вскоре затем работе «*Sur les phénomènes qui accompagnent la réflexion et la réfraction de la lumière*» («О явлениях, сопровождающих отражение и преломление света») Малюс указывает способы, каким образом можно определить отношение проходящего неполяризованного света к поляризованному, и затем переходит к отражению от металлов. Единственное различие между обыкновенным и металлическим отражением заключается, по его мнению, в том, «что прозрачные тела пропускают сквозь себя и преломляют весь свет, поляризуемый ими в одном направлении, а свет, поляризуемый в другом направлении, они отражают, между тем, как металлы отражают весь свет, поляризуемый ими и в том и в другом направлении».

ОПТИЧЕСКИЕ ОСИ КРИСТАЛЛОВ. ТЕОРИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Наконец в последнем сочинении Малюса «*Sur l'axe de réfraction des cristaux et de substances organisées*» («Об оси преломления кристаллов и организованных веществ») приведен метод, пользуясь которым, можно при помощи поляризации света определить направление оси в кристаллических веществах. Малюс помещает исследуемое вещество между поляризующим и анализирующим аппаратом (по большей части между необложенными стеклянными пластинками) и наблюдает, изменяет ли вообще данное вещество проходящий через него свет и при каких положениях его получают максимумы и минимумы изменений. Этими положениями и определяется положение главного сечения, а из двух подобных положений определяется и направление оси. В результате подобного исследования всех прозрачных минералов и всех кристаллизующихся химических препаратов, Малюс установил, что все эти тела обладают способностью двойного преломления «за исключением только веществ, которые кристаллизуются кубами или правильными октаэдрами». Это наблюдение, отмечает он, весьма полезно при определении форм кристаллов. Так, например, лед по своей кристаллической форме не может быть правильным октаэдром, как это раньше предполагали, так как он обладает кристаллизационной осью. Но при этом замечательно, что и все организованные, растительные и животные тела обнаружили свойства кристаллов с двойным преломлением света.

Малюс убежден, и притом с полным основанием, что он указал все методы, могущие служить для правильного описания и измерения поляризационных явлений. Что же касается теории этих явлений, то, по крайней мере, в последних своих работах, он обходит их совершенным молчанием. Он приводит лишь одни результаты наблюдений, и законы, указываемые им, всегда выведены чисто индуктивным путем; даже в самом описании своих наблюдений он избегает какого бы то ни было выражения, которое имело бы сколько-нибудь гипотетическую окраску. В работах, предшествовавших его исследованию о двойном преломлении, он является твердым сторонником теории истечения и затем в течение еще некоторого времени оставался на этой точке зрения. Возможно, что позже он убедился в неудовлетворительности господствующей теории, но не считал ни возможным, ни полезным искать новых теоретических основ. На это, по крайней мере, указывает одно место из его предпоследнего

сочинения: «Наконец, эти новые явления приближают нас еще на один шаг ближе к истине, доказывая недостаточность всех гипотез, придуманных физиками для объяснения отражения света. Так, например, ни одна из этих гипотез не в состоянии объяснить, почему самый интенсивный световой луч, будучи поляризован, способен при известном наклоне полностью пройти сквозь тело и совершенно избежать частичного отражения, претерпеваемого обыкновенным светом».