



ПОПЕРЕЧНОСТЬ СВЕТОВЫХ ВОЛН. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА.

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛА
УЧЕНИЦА 11 КЛАССА
АВЕРШИНА ЕКАТЕРИНА

Интерференция и дифракция света.

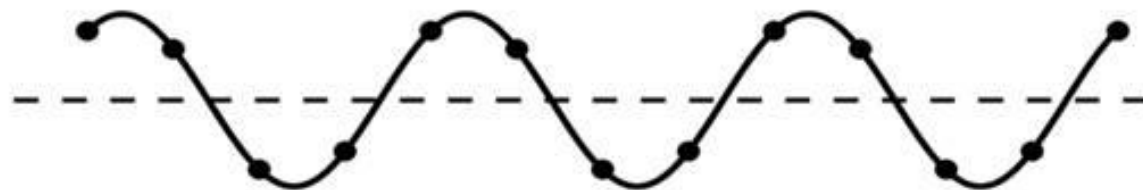
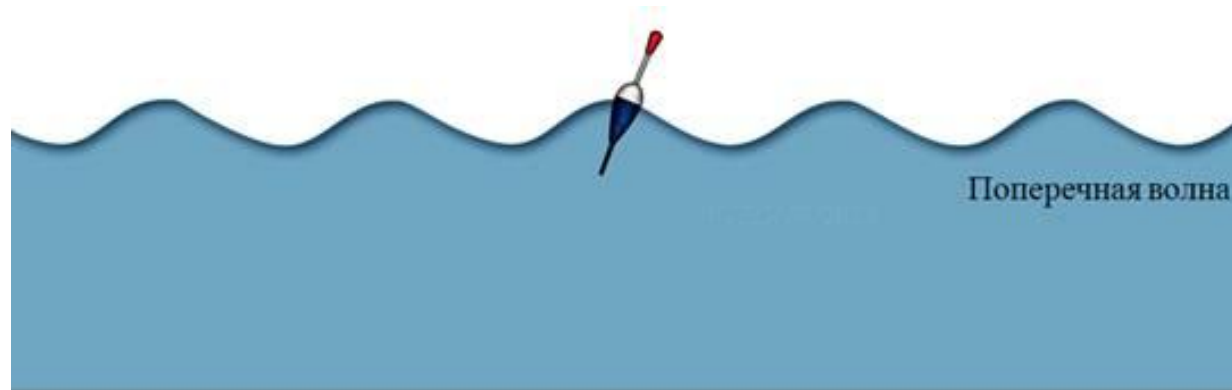
- ▶ В прошлых темах говорилось о двух явлениях, которые явно доказывают, что свет обладает **волновыми свойствами** — это **интерференция** и **дифракция** света.
- ▶ **Интерференция света** — это явление сложения двух и более когерентных волн, приводящее к образованию в пространстве устойчивой картины 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**.

Поляризация света.

- ▶ В данной теме будет рассмотрено еще одно важное свойство света, которое состоит в том, что свет может быть **поляризован**.
- ▶ **Поляризация** происходит от латинского слово «полус» — *конец оси, полюс*. Применительно к свету термин «поляризация» впервые ввел **Исаак Ньютон**.
- ▶ Под **поляризацией** понимают **характеристику поперечных волн, описывающую поведение вектора колеблющейся величины в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны**.

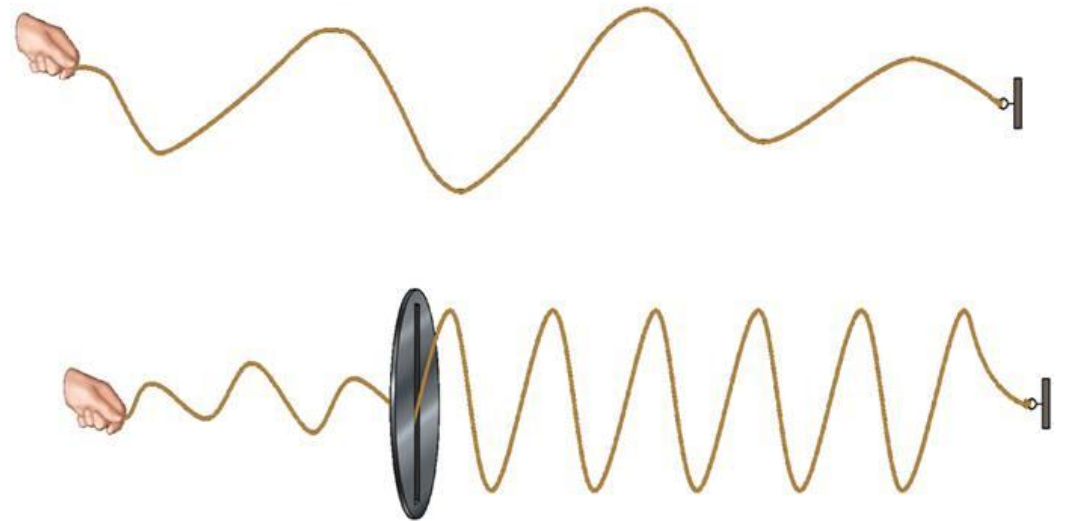
Поперечные волны.

- ▶ Рассмотрим данное явление на примерах механических моделей.
- ▶ Поплавок на поверхности воды качается вверх вниз, но при этом не перемещается вместе с волнами. Значит, **вдоль направления распространения волн перемещаются не сами частицы вещества, а создаваемые ими возмущения**. Напомним, что в 9 классе такие волны назывались **поперечными**.



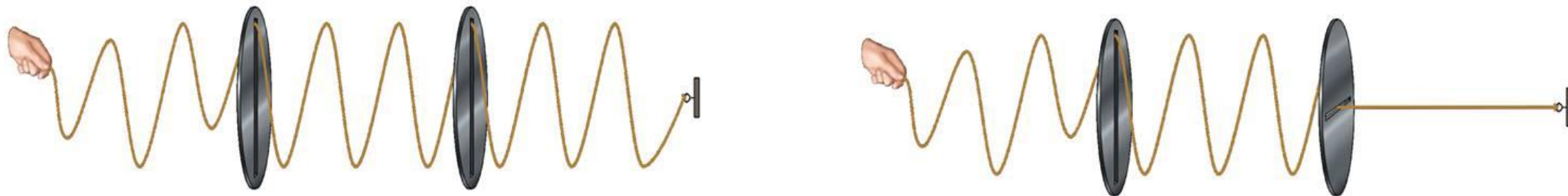
Поперечные волны.

- ▶ Рассмотрим еще пример. Возьмем веревку, один конец которой закрепим к стене, и будем рукой создавать в ней колебания. Как можно видеть, колебания веревки происходят с разными амплитудами и в разных направлениях. Однако если такую веревку 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.**

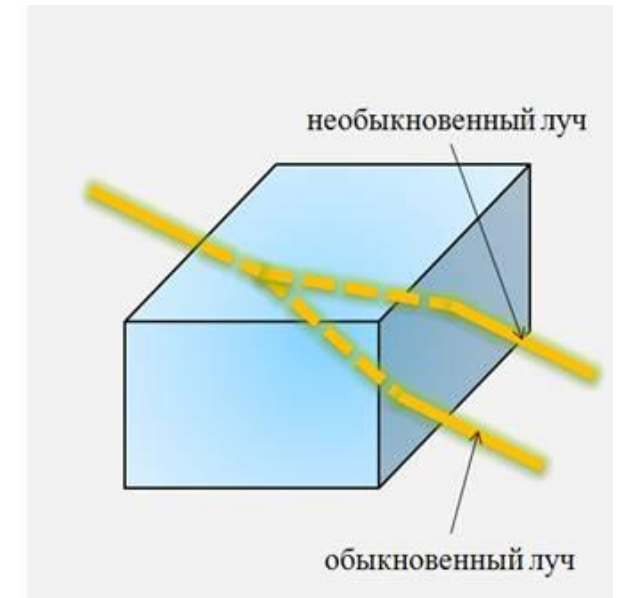
Такую волну называют плоско поляризованной. Т.е. поперечная волна называется **плоско поляризованной, если колебания во всех ее точках происходят только в одной плоскости.**

Прибор, превращающий неполяризованную поляризованную, называют поляризатором. А прибор, позволяющий установить, поляризована или нет проходящая **волну** в через него волна — **анализатором.**

- ▶ Известно, что явления интерференции и дифракции не оставляют сомнений в том, что распространяющийся свет обладает свойствами волн. Однако долгое время ученые не могли определить, каких именно волн — *продольных или поперечных?*
- ▶ Основатели волновой оптики Томас Юнг и Огюстен Жан Френель считали световые **волны продольными, т.е. они, подобны звуковым волнам, для распространения которых необходимо наличие среды.** В связи с этим, ученые и считали, что свет распространяется в некой упругой среде, названной ими светоносным эфиром. Однако подобная теория не могла объяснить, каким же образом тела могут двигаться в твердом эфире, не встречая при этом никакого сопротивления. Т.е., например, как тогда движется Земля вокруг Солнца?
- ▶ Но постепенно накапливалось все больше и больше экспериментальных фактов, которые никак не удавалось объяснить на основании продольности световых волн.

Двойное лучепреломление.

- ▶ Например, еще в конце 17 века было обнаружено интересное явление: если пропустить луч света через кристалл исландского шпата (химическая формула CaCO_3), то на выходе из кристалла обнаруживалось 2 луча. При этом, если кристалл поворачивать относительно направления первоначального луча, то поворачиваются оба луча, прошедшие через кристалл. Это явление получило название **двойного лучепреломления**.



Опыты с турмалином.

- ▶ 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**.



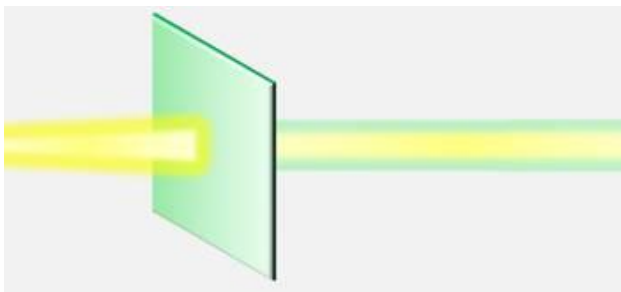
Этьен Луи Малюс



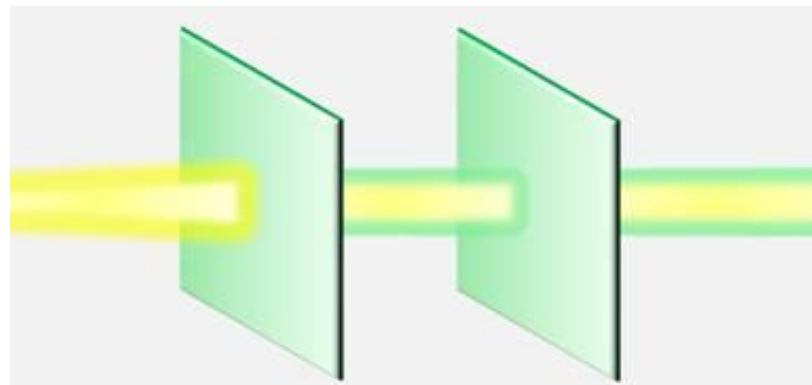
турмалин

Опыты с турмалином.

- ▶ 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, кажется, и не произошло.

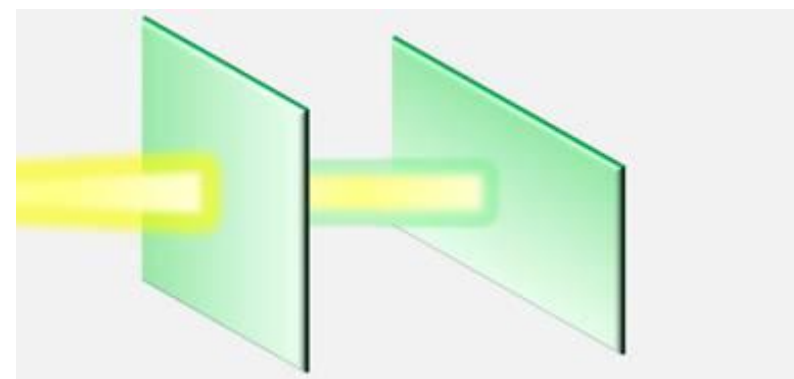
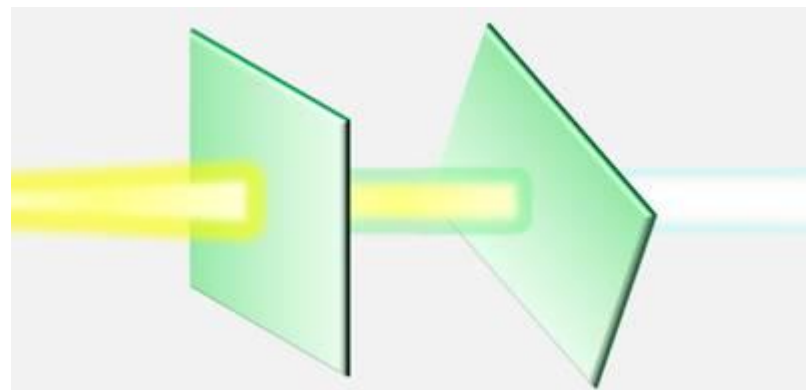


- ▶ Однако это было не так — теперь свет приобрел свои новые свойства. И эти свойства можно обнаружить, если заставить пучок света пройти через еще одну, точно такую же прямоугольную пластинку турмалина, параллельную первой.



Опыты с турмалином.

- ▶ Малюс заметил, что если оси кристаллов будут одинаково направлены, то опять никаких существенных изменений в световой волне не наблюдается. 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.



Из проделанного опыта, Малюс сделал два вывода.

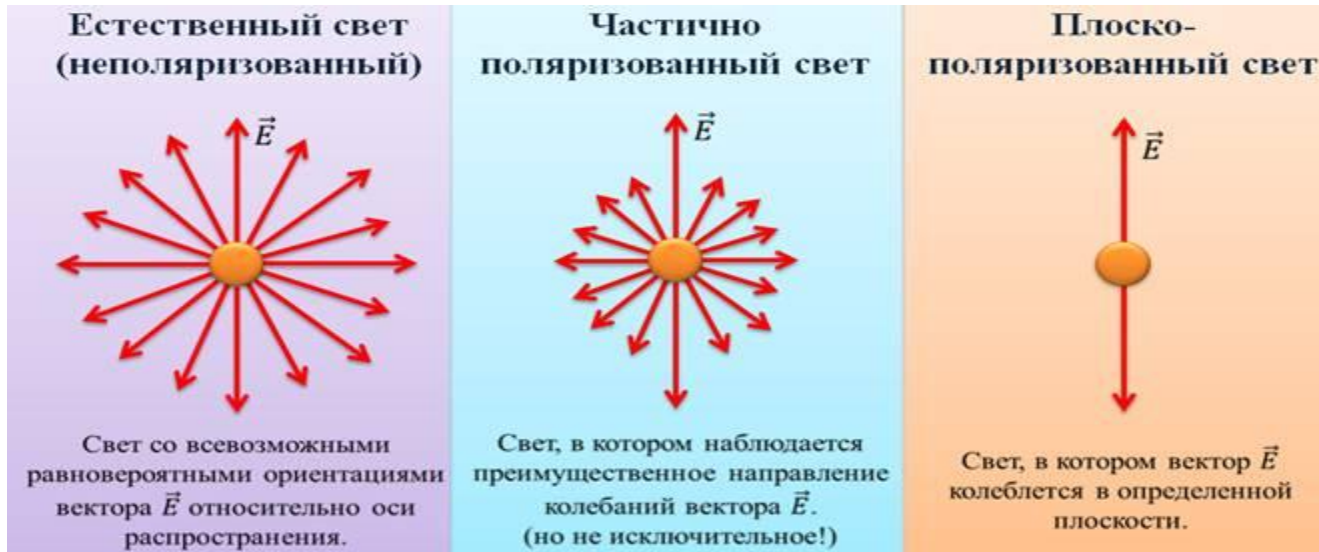
- ▶ Во-первых, **световая волна**, идущая от источника света, **полностью симметрична** относительно направления распространения (вспомните, в первой части опыта интенсивность света не менялась, при вращении кристалла вокруг луча); а во-вторых, **волна**, вышедшая из первого кристалла, **не обладает осевой симметрией** (это свидетельство из второй части опыта, когда интенсивность прошедшего света менялась).
- ▶ Объяснить опыт с вращением второй пластины, считая световую волну **продольной**, не представляется **возможным**, т.к. продольные волны обладают полной симметрией по отношению к направлению распространения.
- ▶ 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**.

Поляризация света.

- ▶ Свет, излучаемый каким-либо источником, представляет собой суммарное электромагнитное излучение множества атомов. **Атомы**, в свою очередь, **излучают световые волны независимо друг от друга**, поэтому **световая волна**, излучаемая телом в целом, **характеризуется всевозможными равновероятными направлениями колебаний светового вектора напряженности** (т.к во всех процессах взаимодействия света с веществом основную роль играет именно он, поэтому его еще называют **световым вектором**).
- ▶ Свет со всевозможными равновероятными ориентациями вектора напряженности относительно оси распространения называется **естественным или неполяризованным светом**.
- ▶ Свет, в котором наблюдается преимущественное направление колебаний вектора напряженности (но не исключительное!) называют **частично поляризованным**.

Поляризация света.

- ▶ А вот свет, в котором вектор напряженности колеблется в определенной плоскости, называется **плоско- или линейно поляризованным**.



- ▶ Можно, также заставить вектор напряженности при колебаниях описывать окружность или эллипс. Тогда в первом случае свет называется **поляризованным по кругу**, а во втором — **эллиптически поляризованным**

Поляроиды.

- ▶ 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 гепатита, нанесенную на целлулоид или стеклянную пластинку, которая



- ▶ Преимущество поляроидов состоит в том, что можно создавать большие поверхности, поляризующие свет.
- ▶ К недостаткам можно отнести то, что поляроиды придают фиолетовый оттенок белому свету.
- ▶ В настоящее время, явление поляризации электромагнитных волн находит огромное применение как в науке и технике, так и в повседневной жизни человека. Например, в трехмерном кинематографе оно используется для разделения изображения для левого и правого глаза.

Поляризация света.

- ▶ В обычной видео- и фотоаппаратуре поляризационные фильтры используются для улучшения качества изображения.
- ▶ Также на качественные солнечные очки наносится поляризационная пленка, для того чтобы избавиться от бликов, которые получаются при отражении света. Современные жидкокристаллические экраны телевизоров, мониторов и мобильных телефонов также покрыты поляризационными пленками. В машиностроении и строительной индустрии явление поляризации используют для исследования напряжений, возникающих в узлах машин и строительных конструкций.
- ▶ Многие насекомые в отличие от человека видят поляризацию света. Пчелы и муравьи пользуются этой своей способностью для ориентировки в тех случаях, когда Солнце закрыто облаками.
- ▶ Любопытные поляризационные эффекты наблюдаются и при редких небесных оптических явлениях, таких, как радуга и гало — светящихся кругов или дуг, появляющихся иногда вокруг Солнца и Луны.
- ▶ Наконец, следует отметить, что поляризован и свет некоторых астрономических объектов. Наиболее известный пример — Крабовидная туманность в созвездии Тельца.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.

- ▶ – **Поляризацией света** называется 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**.
- ▶ – Явление поляризации электромагнитных волн в настоящее время находит огромное применение как в науке и технике, так и в повседневной жизни человека.

Спасибо

за внимание!

© IFFL, 2011