

Факультатив. Потеря полуволны при отражении от оптически более плотной среды (часть 2).

Рассмотрим отражение света от прозрачной плоскопараллельной пластинки при нормальном падении света. Будем считать, что свет линейно поляризован. Показатель преломления, как и обычно, будем считать больше единицы.

Оказывается, отраженный назад свет можно рассматривать, как результат излучения диполей среды во всем объеме пластины, а не как отражение от передней и задней граней пластинки.

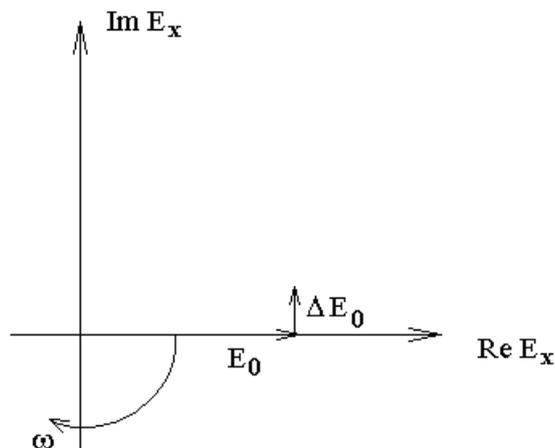
И действительно.

Мысленно разделим весь объем с диполями плоскостями параллельными граням пластины. Каждый плоский слой диполей одинаково излучает свет вперед по ходу луча и назад в направлении отраженной волны.

Рассмотрим сначала излучение диполей вперед по ходу луча.

Излучение диполей вперед интерферирует с проходящей мимо световой волной и изменяет ее фазу без изменения амплитуды, так как пластина изготовлена из прозрачного материала.

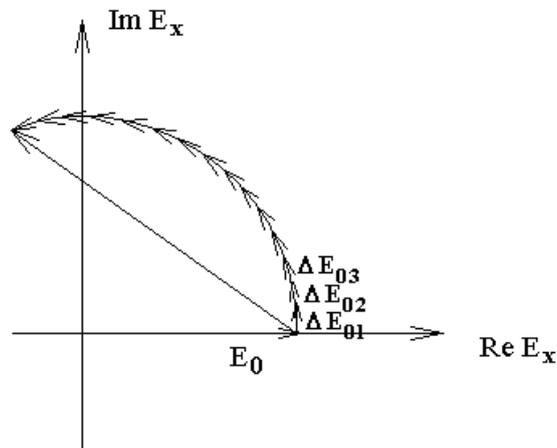
Изобразим комплексные амплитуды волн на комплексной плоскости.



При интерференции амплитуды волн складываются. В результате сложения модуль амплитуды не изменяется, следовательно, к амплитуде E_0 проходящей волны добавляется малая амплитуда ΔE_0 излучения тонкого слоя диполей так, что складываемые векторы перпендикулярны друг другу на комплексной плоскости.

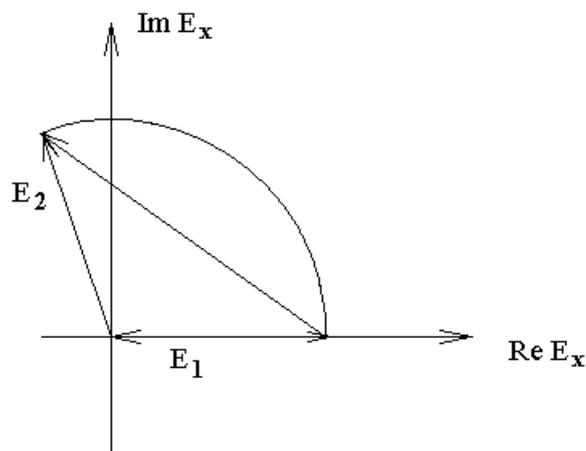
Комплексная напряженность поля световой волны имеет вид $E_0 e^{-i\omega t}$, то есть вращается на комплексной плоскости по часовой стрелке с частотой ω . В результате интерференции проходящей волны и волны излученной тонким слоем диполей должна получаться волна, отстающая по фазе от проходящей волны, так как суммарная волна имеет меньшую фазовую скорость. По этой причине вектор ΔE_0 повернут относительно вектора E_0 на угол $\frac{\pi}{2}$ против часовой скорости, как это показано на рисунке.

Амплитуда излучения каждого следующего слоя диполей должна быть ортогональна текущей суммарной амплитуде проходящей волны. В таком случае картина сложения амплитуд на комплексной плоскости должна представлять собой дугу. Сумма излучений слоев диполей — хорда.

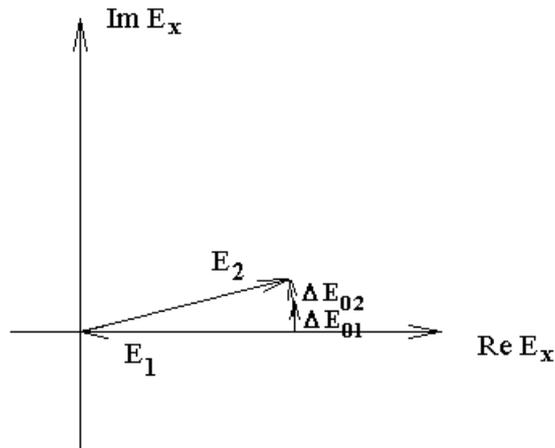


Рассмотрим теперь излучение плоскостей диполей назад в направлении отраженной волны.

Эту же хорду для излучения диполей назад можно представить, как сумму двух векторов E_1 и E_2 — комплексных амплитуд отражения от передней и задней граней плоскопараллельной пластины:



Если пластинка тонкая, то дуга короткая.



Из рисунка видно, что E_1 противофазно амплитуде падающей волны E_0 , которая, чтобы не загромождать рисунок, на последнем рисунке не отмечена. Противофазность E_1 и E_0 означает потерю полуволны при отражении от передней грани пластинки, то есть при отражении от более плотной среды. Амплитуда E_2 синфазна падающей волне E_0 , следовательно, при отражении от задней грани прозрачной пластины (от менее плотной среды) не происходит потери полуволны.

На представленных рисунках не учтено, что на самом деле картина сложения амплитуд излучения диполей назад несколько отличается от картины сложения амплитуд излучения вперед.

Причина отличия состоит в том, что при сложении излучений назад свет от каждого следующего слоя проходит больший путь.

По этой причине сдвиги фаз будут гораздо больше при сложении волн назад, чем при сложении вперед. То есть та же длина дуги будет сворачиваться с гораздо меньшим радиусом. В результате хорда или амплитуда отраженной волны будет заметно меньше, чем амплитуда волны падающей на плоскопараллельную пластину.

Наконец для точного расчета потребуется учитывать, что волна, излученная назад, тоже раскачивает диполи. В результате, традиционное рассмотрение явления отражения света плоскопараллельной пластинкой, как отражение от передней и задней грани пластинки, оказывается гораздо проще.