

## ВТОРАЯ ЛЕКЦИЯ

(20. III 1940 г.)

Законы Френеля грубо передают то, что наблюдается на опыте в случае отражения и преломления плоской световой волны на плоской поверхности раздела. Но, как мы подробно разобрали в прошлый раз, в действительности имеются существенные — не по величине, а по природе — отклонения от этих законов. Особенно отчетливо они проявляются в двух случаях. Согласно законам Френеля:

- 1) если  $n_1 = n_2$ , то не должно быть отражения;
- 2) если  $\operatorname{tg} \theta = n$ , то угол падения  $\theta$  есть угол полной поляризации; компонента электрического вектора, лежащая в плоскости падения, в отраженном свете отсутствует.

Оба эти явления в действительности *не* наблюдаются. При  $n_1 = n_2$  отражение все-таки есть. При  $\operatorname{tg} \theta = n$  все-таки есть слабое отражение компоненты  $E$ , лежащей в плоскости падения.

Это — слабые эффекты, но они вызваны *не* загрязнениями. В их основе лежит что-то более принципиальное. Исследование этих эффектов наталкивается на большие трудности эксперимента: малейший слой постороннего вещества уже объясняет аномалии нужного порядка величины.

В чем здесь дело, мы не знаем. До сих пор вопрос остается открытым. Я укажу лишь на некоторые возможности объяснения. Они не просчитаны, так что уверенно ничего сказать нельзя, но, может быть, можно так подойти. Я думаю, что дело в молекулярной структуре, что континуум не может всего охватить и что именно *этот* момент надо учесть.

Начну с закона Брюстера.

Отраженный свет — это вторичное излучение. Излучение, обуславливающее отражение, «должно было бы» пойти по направлению отраженного луча. Но при угле Брюстера ( $\theta + \varphi = \frac{\pi}{2}$ ) оси осцилляторов направлены как раз по этому лучу, а вдоль оси осциллятор ничего не излучает.

Это объяснение было хорошо 20—25 лет тому назад. Сегодня это уже не так, ибо сразу же ставится вопрос, который делает это объяснение непригодным.

Мы считаем, что оси осцилляторов направлены по электрическому полю преломленной волны. Это хорошо, если осциллятор изотропен (я не говорю уже о том, что мы все делаем по классике. Кванты дадут здесь то же самое). Но сегодня мы знаем (хотя бы из деполяризации рассеянного света), что молекулы — не изотропные

осцилляторы. П этому под углом Брюстера нельзя ожидать полной темноты.

Но это все же не меняет дела. Каков бы ни был осциллятор, компоненты поляризации, перпендикулярные электрическому полю преломленной волны, излучаются *некогерентно*. Таким образом, наряду с когерентным излучением есть некогерентное, а значит, и по этой модели регулярного отражения под углом Брюстера не будет. Будет рассеяние света, но о рассеянии формулы Френеля вообще ничего не знают.

Наблюдаемое явление — регулярное отражение под углом Брюстера — может быть объяснено, если предположить, что вблизи поверхности молекулы ориентированы не беспорядочно, а имеют некоторое преимущественное направление, и тогда их анизотропия уже не дает в среднем того же, что получается для изотропных осцилляторов. Это не противоречит тому, что мы знаем о поверхности жидкости. Если это так (а так оно или нет, я не знаю), то должна быть связь между деполяризацией при рассеянии и отклонениями от закона Брюстера. Повторяю, вопрос остается открытым и теоретически, и экспериментально.

Есть и другое возможное объяснение. Показатель преломления внутри вещества обусловлен интенсивностью вынужденных колебаний осцилляторов. Но их амплитуда зависит от взаимодействия диполей, которое дает известную лорентц-лоренцовскую поправку в коэффициенте преломления. Обычный способ вычисления этой поправки: выделяется сфера и определяют отдельно поле диполей, находящихся вне сферы, и диполей, находящихся внутри нее. Хотя этот способ и мало убедителен, но он приводит к правильному результату. Однако на поверхности молекулы находятся в особых условиях, и этот способ с вырезанием сферы наверняка непригоден. Может быть, дело в этом, но вопрос открыт.

Вот еще третье возможное объяснение. Из-за дискретности вещества нужно на самом деле применять при вычислении электрического поля, создаваемого осцилляторами, не интегрирование, а суммирование. Расстояние  $a$  между осцилляторами очень мало по сравнению с длиной волны  $\lambda$ , так что  $\frac{a}{\lambda} \ll 1$ . В нулевом приближении, т. е. с точностью до  $\left(\frac{a}{\lambda}\right)^0$ , получатся формулы Френеля. Не может ли быть, что следующее приближение, т. е. члены порядка  $\frac{a}{\lambda}$ , объясняют отступления от законов Френеля? Все три перечисленных эффекта малы, но каждый может служить причиной наблюдаемых отклонений. Может быть, играют роль все три эффекта, может быть, два из них или только один. Вопрос этот хотя и трудный, но интересный, и пока для его решения еще ничего не сделано.

Были и трафаретные попытки объяснения, которые не дали ничего интересного. Укажу на две из них.

1. Предположим, что есть отличие не только между диэлектрическими постоянными обеих сред, но и между их магнитными проницаемостями, хотя и очень малое. Тогда для отсутствия отражения действительно недостаточно, чтобы было  $n_1 = n_2$ . Отражение будет, несмотря на равенство скоростей распространения в обеих средах. Чтобы отсутствовало отражение, должно быть не только  $\epsilon_1 = \epsilon_2$ , но и  $\mu_1 = \mu_2$ . Что касается угла Брюстера, то при несопадении  $\mu$  он остается, но несколько смещен. Опыт же говорит, что угла полной поляризации *нет*.

2. Среда имеют различную дисперсию, так что  $n_1 = n_2$  выполняется только для какой-то одной волны. Между тем в самом монохроматическом свете всегда имеется некоторый конечный интервал для волн. Оказывается, однако, что обычная теория дисперсии не приводит здесь к тому, что нужно.

Вы видите, что ничего положительного я сказать не могу. Но одно несомненно: школьная трактовка слишком схематична. В природе дело обычно обстоит сложнее, и мы имеем здесь простой пример этого<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> [Вторая часть лекции была посвящена вопросу об отражении от шероховатой поверхности. Л. И. Мандельштам коротко рассказал теорию вопроса (см. том I, статью 19), после чего Г. С. Ландсберг сделал доклад об экспериментальных исследованиях рассеяния света поверхностью жидкости. См. Ф. С. Барышанская. ЖЭТФ, 7, вып. 1, 51, 1937.]