

Е. Ф. ГРОСС

РАСЩЕПЛЕНИЕ ЛИНИИ РЭЛЕЯ И АКУСТИЧЕСКИЙ СПЕКТР КРИСТАЛЛОВ

(Представлено академиком Д. С. Рождественским 14 XI 1937)

Опытами автора было показано (1), что при рассеянии света жидкостями монохроматическая спектральная линия возбуждающего излучения превращается в триплет* (одна линия длины волны падающего излучения и две линии, смещенные относительно нее симметрично в красную и фиолетовую часть спектра**). Две измененные компоненты триплета вызываются продольными тепловыми волнами Дебая и были предсказаны теориями Бриллюэна (2) и Мандельштама (3). Ландау и Плачек (4) дали объяснение несмещенной компоненте триплета. Согласно их теории отношение интенсивности несмещенной компоненты к общей интенсивности обеих смещенных компонент должно равняться $\frac{C_p - C_v}{C_p}$, где C_p и C_v — теплоемкости при постоянном давлении и постоянном объеме. На опыте наблюдается (5) соотношение интенсивностей между компонентами триплета такого порядка, какое требует эта теория.

Я уже сообщал (6) о некоторых предварительных результатах моих наблюдений расщепления линии Рэлея в кристаллах (кварц). У кристаллов наблюдается число смещенных компонент большее, чем это следует по теории Бриллюэна-Мандельштама. Опыты с кристаллами вследствие крайней слабости рассеянного света чрезвычайно трудны. Новые исследования с кристаллическим кварцем позволяют сделать заключение, что линия Рэлея у кристаллов имеет повидимому шесть смещенных компонент — по три компоненты с каждой стороны от несмещенной линии (всего семь компонент с несмещенной линией ***).

Это несогласие опыта с теорией, которая и для кристаллов предсказывает дублет в рассеянном свете, можно объяснить упругими свойствами твердого тела.

Известно, что акустический спектр кристалла состоит из трех частей. Вдоль заданного направления в кристалле могут распространяться три рода упругих тепловых колебаний с различными скоростями распространения (продольные и два рода поперечных). Как и в жидкости, продольные тепловые волны вызывают в спектре рассеяния кристалла две смещенные компоненты. Появление четырех лишних смещенных компонент у линии Рэлея кристаллов, мне думается, можно объяснить рассеянием света

* Если пренебрегать деталями явления.

** См. например микрофотометрическую кривую, снятую со спектрограммы триплета, полученной мною с помощью эшелона Майкельсона, и приведенную в моей заметке: Nature, 129, 722 (1932).

*** Вопрос о существовании несмещенной компоненты и ее интенсивности решить очень трудно. Вследствие слабости света, рассеянного кристаллами, небольшие следы паразитного света могут исказить результаты опыта. Во всяком случае интенсивность несмещенной компоненты, если она существует, не больше (повидимому меньше), чем интенсивность смещенных компонент.

от двух родов поперечных тепловых волн, которые теория Бриллюэна-Мандельштама не принимает во внимание. Напряжения сдвига, периодически распределенные вдоль поперечной тепловой волны, подобно изменениям плотности у продольных волн, вызывают местные изменения показателя преломления. Такие неоднородности в оптических свойствах твердых тел должны вызывать рассеяние света. Так же как для продольных тепловых волн, это рассеяние света можно трактовать как отражение света от пространственных решеток, образованных поперечными тепловыми волнами. Поэтому и в спектре света, рассеянного поперечными тепловыми волнами, вследствие интерференции должны появиться только дискретные компоненты линии Рэля (два дублета).

В аморфных твердых телах, где скорость поперечных волн для всех направлений колебаний одинакова, должен наблюдаться от поперечных волн лишь один дублет. Таким образом вместе с дублетом от продольных волн в аморфных твердых телах линия Рэля должна иметь всего четыре смещенных компонента. Экспериментально это трудно обнаружить. Несмещенная линия у аморфных твердых тел, вследствие больших «неподвижных» неоднородностей в их структуре, должна быть много интенсивнее смещенных компонент. Будучи преобладающей в спектре, она может затмить их при исследовании, что и наблюдается на опыте (7).

К подобным же выводам о структуре линии Рэля в твердых телах, как и эти простые соображения, приводит и подробная теория явления, данная Плачеком и Ландау*.

Естественно, что в обычных жидкостях наблюдается лишь один дублет от продольных волн, вследствие отсутствия поперечных колебаний в жидкости**.

Вышеизложенные соображения о структуре линии Рэля в твердых телах находят подтверждение в некоторых последних результатах оптических исследований ультразвуковых колебаний. При исследовании диффракции света ультразвуковыми волнами в твердых телах (стекле) недавно были обнаружены (8) добавочные диффракционные максимумы. Как показывают исследования, это явление может быть приписано диффракции света от решеток, созданных ультракороткими поперечными волнами, возникающими одновременно с продольными ультразвуковыми волнами при колебаниях кварцевой пластинки. Диффракция света ультразвуковыми волнами и рассеяния света тепловыми волнами Дебая, как известно, явления одной и той же природы. Существование диффракции света от поперечных волн находится поэтому в согласии с появлением лишних смещенных компонент линии Рэля у кристаллов и подтверждает их интерпретацию, данную в этом сообщении.

Физический институт.
Ленинградский университет.

Поступило
1 XII 1937.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ E. Gross, Nature, **126**, 201 (1930); Nature, **129**, 722 (1932). ² L. Brillouin, Annales de Phys., **17**, 88 (1922). ³ Л. Мандельштам, Журн. Русск. физ.-хим. о-ва, **58**, 831 (1926). ⁴ L. Landau u. G. Plaszek, Phys. ZS. d. Sowjetunion, **5**, 172 (1924). ⁵ E. Gross, Nature, **126**, 400 (1930); K. Birus, Phys. ZS., **37**, 548 (1936). ⁶ E. Gross, ZS. f. Phys., **63**, 685 (1930). ⁷ E. Gross, ZS. f. Phys., **63**, 685 (1930); Nature, **129**, 722 (1932). ⁸ E. Hiedemann u. K. H. Hoesch, Naturwiss., **23**, 705 (1935).

* Еще неопубликованная. Я очень признателен Г. Плачеку и также Л. Д. Ландау за интересную дискуссию развитых здесь соображений и за сообщение результатов их еще неопубликованной работы.

** Если пренебречь возможностью существования поперечных колебаний и в обычных жидкостях при больших частотах.