

диэлектриках с ориентационным механизмом поляризации (вода, спирты и др.) быстро падают с ростом частоты колебаний поля.

В диэлектриках с электронным механизмом поляризации молекулы обладают собственной частотой колебаний. Очевидно, что амплитуда колебаний зарядов в молекуле должна существенно зависеть от соотношения частот собственных колебаний и колебаний поля падающей волны. Вблизи резонанса эта амплитуда, естественно, резко возрастает.

Таким образом, здесь выявляется, что степень поляризации, а следовательно, и значения ϵ и n зависят не только от амплитуды электрического вектора волны, но и от частоты его колебаний ν . Поскольку макроскопическая теория не учитывает связи между показателем преломления n и частотой ν , она бессильна объяснить явление дисперсии.

При низких частотах (например, при радиочастотах) зависимость от частоты в обоих случаях менее значительна и формула Максвелла для показателя преломления приводит к правильным результатам.

Можно утверждать, что макроскопическая теория во всей строгости применима к электромагнитным полям в вакууме. При исследовании полей в веществе следует, вообще говоря, обратиться к уравнениям электронной теории. Впрочем, для длинных волн (радиоволн) точность теории вполне удовлетворяет всем требованиям практики, и здесь она применима без каких-либо ограничений.

§ 53. ВВЕДЕНИЕ В МИКРОСКОПИЧЕСКУЮ ЭЛЕКТРОДИНАМИКУ

В этой главе рассматриваются основы микроскопической электродинамики (классической электронной теории), которые в главных чертах были заложены на рубеже нашего века голландским ученым Г. Лоренцом. Электронная теория является последовательным развитием макроскопической электродинамики.

Основная задача электронной теории состоит в исследовании взаимодействия электромагнитного поля с веществом с учетом его атомно-молекулярной структуры.

В отличие от макроскопической теории поля, в которой заряды играют явно второстепенную роль (роль особых точек, в которых $\text{div } \vec{E} \neq 0$), микроскопическая теория рассматривает вещество как систему положительных и отрицательных электрических зарядов. Эти заряды взаимодействуют между собой через посредство их полей.

Со времени обоснования электронной теории представления о строении атома подвергались неоднократным изменениям, что нагляднее всего выражается в смене общепринятых «моделей» атома. Модель атома, предложенная Дж. Дж. Томсоном (1903)

и получившая в свое время всеобщее признание в рамках классической электронной теории, уступила место модели атома Резерфорда — Бора, которую затем сменила квантовомеханическая модель атома. Все эти модели имеют, однако, одну существенную общую черту: отрицательные заряды существуют в виде дискретных частиц — электронов — и могут быть легко отделены от атомов, в то время как положительные заряды прочно связаны с атомом.

Классическая электронная теория исходит из фундаментального положения, что уравнения Максвелла, сформулированные в макроскопической электродинамике, со всей строгостью применимы в микромире. Отметим попутно, что это положение отвергается квантовой физикой. Достаточно вспомнить первый постулат Бора, в котором содержится аксиоматическое утверждение об отсутствии излучения при движении электрона в атоме по стационарным орбитам, т. е. при движении с ускорением (вопреки Максвеллу!).

Классическое положение о полной тождественности законов макро- и микромира является принципиально неверным, поэтому нельзя рассматривать объекты микромира, перенося на них целиком, как это делается в электронной теории, все законы макроскопической физики. Тем не менее классическая электронная теория не утратила своего значения до сих пор.

Достоинством классической электронной теории является наглядность ее модельных представлений, на основе которых она приходит к качественно правильным выводам. Однако количественные результаты электронной теории обычно расходятся с опытными данными (часто весьма сильно).

Очень многие представления классической электронной теории в связи с их наглядностью и простотой сохранились до сих пор в курсах общей физики и в физике средней школы; это вполне правомерно, так как во многих случаях квантовая механика только уточняет выводы классической электронной теории и ограничивает область их применения.

§ 54. УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА — ЛОРЕНЦА

В § 1 был изложен введенный Лоренцем способ усреднения микрофизических величин, являющихся функциями координат. Для усреднения нестационарных величин дополнительно вводят физически бесконечно малый промежуток времени Δt . В соответствии с идеями Лоренца, он должен быть велик по сравнению с продолжительностью атомных процессов (например, с временем жизни возбужденного атома) и вместе с тем достаточно малым, чтобы величины, усредненные по соседним промежуткам времени Δt , либо мало, либо вовсе не отличались друг от друга.