

волн, для которых становится, как правило, существенной атомарная структура вещества.

Установленные еще Максвеллом соотношения для скорости волн в диэлектрике и для показателя преломления

$$c' = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}, \quad n_{12} = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}$$

сыграли важную историческую роль в развитии электромагнитной теории света. Они подвергались тщательной экспериментальной проверке. Формула для показателя преломления хорошо выполняется для одних веществ и вообще не выполняется для других либо выполняется только в определенных диапазонах частот.

Существенные ограничения применимости классической электродинамики в оптике связаны с поглощением и дисперсией света. Достаточно сказать, что в принципе все диэлектрики должны быть прозрачными для электромагнитных волн, однако в области светового диапазона частот этого отнюдь не наблюдается. Феноменологическая электродинамика не объясняет полностью дисперсию, в нее не укладываются эффекты нелинейной оптики.

Чтобы охватить весь круг явлений взаимодействия света с веществом, необходим учет атомно-молекулярного строения вещества, квантовой природы света, квантовых закономерностей взаимодействия света с веществом.

Но это не умаляет значения электродинамики как фундаментальной теории. Следует подчеркнуть основополагающее значение уравнений Максвелла в вакууме. В теории электромагнитного поля и в любой теории световых явлений они являются исходными соотношениями. Напомним также, что область применимости классической электродинамики как в вакууме, так и в веществе, несмотря на ограничения, все же очень обширна. И даже в тех случаях, когда ее законы оказываются не вполне точными, их использование позволяет нарисовать и осмыслить простую качественную картину физических явлений.

### Методические указания и рекомендации

I. Выбранная в курсе последовательность изложения материала позволяет во многих случаях получать конкретные выводы переходом от общего к частному. Удастся избежать выкладки и в ряде вопросов главы IX, переходя от формул для электромагнитных волн в вакууме к веществу формальными заменами некоторых параметров. Тем не менее все вопросы § 23 носят принципиальный характер и должны быть проработаны на лекциях.

Завершает курс параграф, посвященный электромагнитной природе света. Его при желании можно рассматривать как пример приложения теоретических положений электродинамики к широчайшему классу физических явлений, изучаемых в оптике. Но задача

такого приложения состоит отнюдь не в иллюстрациях законов электродинамики, а во вскрытии природы световых явлений. Поскольку световые волны заполняют важный диапазон в шкале электромагнитных волн, даже краткий курс электродинамики нельзя считать завершенным без вышеизложенного.

II. При чтении главы полезно руководствоваться некоторыми рекомендациями, обсуждать отдельные выводы и положения, отвечать на вопросы.

§ 23. Повторите материал о свободном поле в вакууме, о плоских волнах, монохроматических составляющих свободного поля. Обсудите вопрос о скорости света в среде. Относятся ли к ней постулаты Эйнштейна? Возможно ли движение (в среде) со скоростью, большей световой (в этой же среде)? Остановитесь на сходстве и различии волн в среде и вакууме. Что такое дисперсия волн? Опишите явления, происходящие при попадании света на поверхность, отделяющую проводник от диэлектрика. Почему невозможна радиосвязь с подводной лодкой при ее подводном плавании?

§ 24. Какова природа световых волн? Почему во многих оптических явлениях взаимодействия света с веществом рассматривают электрический, а не магнитный вектор волны, хотя энергии той и другой составляющей в ней одинаковы? Сопоставьте анализ вопроса о природе света в курсах общей физики, теоретической физики, в школьном курсе. Укажите границы применимости электродинамики вещества вообще и электродинамики в оптике в частности. Выполните упражнения.

### Упражнения

1. Найти среднее значение вектора напряженности электрического поля для солнечных лучей, падающих на поверхность Земли, если  $\sigma = 1,4 \cdot 10^5$  Вт/м<sup>2</sup>.

Ответ:  $E \approx 750 \frac{\text{В}}{\text{м}}$ .

2. Найти коэффициенты отражения и прохождения электромагнитных волн через границу двух диэлектриков как отношения потоков энергии в волне.

3. Определить, что происходит с векторами поля и интенсивностями при сложении двух когерентных электромагнитных волн.

4. Вывести законы отражения и преломления света исходя из принципа Гюйгенса — Френеля.