

535.4/5(049.3)

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО НЕЛИНЕЙНОЙ ОПТИКЕ

М. Шуберт, Б. Вильгельм. Введение в нелинейную оптику. М., «Мир», 1973, 244 с.

В последние годы исследование нелинейных волновых процессов в различных средах представляет собой быстро развивающуюся область физики. Диапазон физических ситуаций, рассматриваемых при этом, чрезвычайно широк: известное в квантовой теории поля «рассеяние света светом» в вакууме и взаимодействие волн очень низкой частоты в магнитосфере Земли, проблемы турбулентности в плазме и нелинейная эволюция волн в гидродинамике, взаимодействие лазерных пучков в нелинейной среде и упругих волн — в твердом теле.

Этому кругу задач посвящен ряд обзоров и книг, среди которых можно указать монографии С. А. Ахманова и Р. В. Хохлова, В. Н. Цытовича, Н. Бломбергена, Л. К. Зарембо и В. А. Красильникова, А. В. Гуревича и А. Б. Шварцбурга. Отдельные эффекты взаимодействия волн начали рассматривать еще до начала «лазерной эры», а теперь нелинейные волновые эффекты прочно вошли в ряд университетских курсов. Давно созрела необходимость написания учебника, который готовил бы начинающего читателя к разбору оригинальных работ в научной литературе. Такой учебник должен выработать у читателя специфическое «нелинейное» понимание, подобно тому, что в теории колебаний Л. И. Мандельштам назвал «колебательной интуицией». Именно такая попытка — создать учебник — предпринята в книге М. Шуберта и Б. Вильгельми «Введение в нелинейную оптику».

Рецензируемая книга представляет собой первую часть учебника по нелинейной оптике, в которой рассмотрение ведется с точки зрения классической электромагнитной теории света. (Вторая часть книги должна содержать квантовое рассмотрение.)

Авторы концентрируют свое внимание на высокочастотных (оптических) эффектах, рассматривая лишь иногда случаи, когда дисперсионные свойства среды зависят от полей с низкими частотами (взаимодействие света и звука). После первой главы, посвященной общим свойствам нелинейных восприимчивостей, следует чрезвычайно важная вторая глава, в которой исследована временная эволюция плоской монохроматической волны при различных механизмах нелинейности. Эта глава построена по удобной методической схеме: а) решаемая модель; б) физические следствия из модели. Именно так рассматривается: взаимодействие излучения с несвязанными носителями заряда — модель электронов в плазме; взаимодействия излучения с электронами в атомах — модель ангармонического осциллятора; вынужденное комбинационное рассеяние света — модель поляризуемости молекулы с учетом относительного движения электронов и ядер. При этом находятся сечения процессов, приводящих к обогащению спектра сильной волны новыми гармониками.

Третья глава специально посвящена тем эффектам, в которых на первый план выступает взаимодействие излучения с электронами, а ядерный остов считается неподвижным. Здесь обсуждаются эффекты второго порядка (по амплитудам полей). В этой главе выводится уравнение для генерации гармоник и обсуждается проблема согласования фаз. Подробно описывается получение двойной гармоники — один из первых открытых эффектов нелинейного взаимодействия оптических волн. С помощью уравнений генерации описывается трехфотонное взаимодействие и получение суммарных и разностных частот, параметрическое усиление пары волн; очень интересным методическим приемом во второй и третьей главах является использование эквивалентных электронных схем. Такова, например, фиг. 11, представляющая собой блок-схему для оценок порядков величин, характеризующих нелинейную генерацию гармоник.

В четвертой главе рассматриваются более сложные эффекты третьего порядка, связанные с пространственным и временным самовоздействием монохроматической волны. Вычисляется нелинейный поворот эллипса поляризации, связанный с взаимодействием двух компонент поляризации волны. Авторы дают качественное описание пространственной самофокусировки светового пучка, проводя аналогию с собирающей линзой. Здесь же обсуждается вынужденное комбинационное рассеяние — связь интенсивности рассеяния с интенсивностью возбуждения, частоты линий, угловая зависимость рассеянного излучения.

Рецензируемая книга, рассматриваемая как учебник, характеризуется скрупулезным отбором нелинейных эффектов, что приводит к значительной компактности изложения. Принятое авторами построение материала облегчает последовательное знакомство с предметом. Основные положения теории излагаются в книге в непосредственной связи с соответствующим экспериментом. Другим достоинством книги является разработка и применение авторами удобной символики для векторов и тензоров различных рангов. Недостатком книги является некоторая беглость изложения эффектов самовоздействия волн (четвертая глава), что, возможно, связано со значительным усложнением расчетов для эффектов третьего порядка, описывающих самовоздействие. Очень конспективно изложена теория самофокусировки световых пучков. Было бы полезно добавить в список литературы книги и обзоры с более подробным изложением проблем самофокусировки. Для начинающего читателя было бы полезно, если бы в книге было приведено несколько учебных задач с решениями.

Рецензируемая книга посвящена одной из «горячих» тем современной физики. Выход в свет этой книги, написанной на высоком научном и педагогическом уровне, является своевременным и нужным. Можно не сомневаться, что книга найдет своих читателей — студентов, аспирантов, научных работников и инженеров, занимающихся квантовой электроникой и физикой сильных электромагнитных волн.

А. Б. Шварцбург