

Теория возмущений в КТП

В КТП матрица коэффициентов $C_{kn}(t)$ является матричным представлением оператора эволюции:

$$C(t) \equiv S(t, -\infty), \quad (19)$$

при этом $C(\infty)$ является S -матрицей (матрицей рассеяния) КТП. Ур-ние (16) по-прежнему имеет место, при этом возмущение U должно рассматриваться как оператор взаимодействия во взаимодействии представления. Это ур-ние удобно записать в операторной форме:

$$i\hbar \dot{S}(t, -\infty) = U(t) S(t, -\infty). \quad (20)$$

Формальное решение теперь можно представить в виде:

$$S(t, -\infty) = T \exp \left[-\frac{i}{\hbar} \int_{-\infty}^t U(\tau) d\tau \right], \quad (21)$$

где T — операция хронологического произведения, к-рая возникает из-за того, что операторы $U(t)$ в разные моменты времени не коммутируют между собой. Переходя в (21) к пределу $t \rightarrow \infty$, разлагая правую часть до n -го порядка по взаимодействию и вычисляя матричные элементы от обеих частей равенства по состояниям невозмущённого гамильтониана КТП, можно в соответствующем порядке $V. т.$ воспроизвести релятивистски инвариантное выражение для матрицы рассеяния в виде суммы Фейнмана диаграмм. Однако реальное осуществление этой программы наталкивается на трудность, связанную с появлением расходимостей в S -матрице уже во втором порядке $V. т.$ Эта трудность преодолевается с помощью процедуры перенормировок (см. Перенормированная теория возмущений).

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Квантовая механика, 3 изд., М., 1974; Боголюбов Н. Н., Митропольский Ю. А., Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний, 4 изд., М., 1974; Дубошин Г. Н., Небесная механика. Аналитические и качественные методы, 2 изд., М., 1978; Берестецкий В. Б., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П., Релятивистская квантовая теория, ч. 1—2, М., 1968—71; Хаар Д. тер, Основы гамильтоновой механики, пер. с англ., М., 1974. М. В. Терентьев.

ВОЛНОВАЯ МЕХАНИКА — то же, что квантовая механика.

ВОЛНОВАЯ ОПТИКА — раздел физ. оптики, изучающий совокупность явлений, в к-рых проявляется волновая природа света. Представления о волновом характере распространения света восходят к основополагающим работам Х. Гюйгенса (Ch. Huygens) 2-й пол. 17 в. Существенное развитие $V. о.$ получила в исследованиях Т. Юнга (T. Young), О. Френеля (A. Fresnel), Д. Араго (D. Arago) и др., когда были проведены принципиальные опыты, позволившие не только наблюдать, но и объяснить явления интерференции света, дифракции света, измерить длину волны, установить поперечность световых колебаний и выявить др. особенности распространения световых волн. Но для согласования поперечности световых волн с осн. идеями $V. о.$ о распространении упругих колебаний в изотропной среде пришлось наделить эту среду (мировой эфир) рядом трудносогласуемых требований. Гл. часть этих затруднений была снята в кон. 19 в. Дж. Максвеллом (J. Maxwell) при анализе ур-ний, связывающих быстроперемещаемые электр. и магн. поля. В работах Максвелла была создана новая $V. о.$ — эл.-магн. теория света, с помощью к-рой оказалось совсем простым объяснение целого ряда явлений, напр. поляризации света и количественных соотношений при переходе света из одного прозрачного диэлектрика в другой (см. Френеля формулы). Применение эл.-магн. теории в разл. задачах $V. о.$ показало отличное согласие с экспериментом. Так, напр., было предсказано явление светового давления, существование к-рого вскоре доказано тончайшими опытами П. Н. Лебедева. Дополнение эл.-магн. теории света модельными представлениями электронной теории (см. Лоренца — Максвелла уравнения) позволило просто объяснить зависимость показателя

преломления от длины волны (дисперсию света) и др. эффекты.

Дальнейшее расширение границ $V. о.$ произошло в результате применения идей спец. теории относительно-сти, обоснование к-рой было связано с тонкими оптическими экспериментами, в к-рых осн. роль играла относительная скорость источника и приёмника света (см. Майкельсона опыт). Развитие этих представлений позволило исключить из рассмотрения мировой эфир не только как среду, в к-рой распространяются эл.-магн. волны, но и как абстрактную систему отсчёта.

Однако в это же время анализ опытных данных по равновесному тепловому излучению и фотоэффекту показал, что $V. о.$ имеет предел. границы приложимости. Распределение энергии в спектре теплового излучения удалось объяснить М. Планку (M. Planck; 1900), к-рый пришёл к заключению, что элементарная колебательная система излучает и поглощает не непрерывно, а порциями — квантами. Развитие А. Эйнштейном (A. Einstein) теории квантов привело к созданию новой корпускулярной оптики — квантовой оптики, к-рая, дополняя эл.-магн. теорию света, полностью соответствует общепризнанным представлениям о дуализме света (см. Корпускулярно-волновой дуализм).

Н. И. Калитевский.
ВОЛНОВАЯ ФУНКЦИЯ — комплексная ф-ция, описывающая состояние квантовомеханич. системы. Квадрат модуля $V. ф.$ равен вероятности (или плотности вероятности) того, что физ. величины, с помощью к-рых задано состояние системы, принимают определ. значения (или находятся в определ. интервалах значений). Исторически назв. « $V. ф.$ » возникло в связи с тем, что ур-ние, определяющее эту ф-цию в конфигурац. представлении (Шрёдингера уравнение), имеет вид волнового ур-ния. (См. Вектор состояния.) С. С. Герштейн.

ВОЛНОВОД — искусств. или естеств. канал, способный поддерживать распространяющиеся вдоль него волны, поля к-рых сосредоточены внутри канала или в примыкающей к нему области. Различают $э к р а н и р о в а н н ы е$ $V.$ с хорошо отражающими стенками, к к-рым относят волноводы металлические, направляющие эл.-магн. волны, а также коаксиальные и многоязыльные экраниров. кабели, хотя последние обычно причисляют к линиям передачи (длинным линиям). Однако практически все типы $V.$ следует рассматривать как разновидность линий передачи. К экранир. $V.$ относят также волноводы акустические с достаточно жёсткими стенками.

В о т к р ы т ы х (неэкранир.) $V.$ локализация поля обычно обусловлена явлением полного внутр. отражения от границ раздела двух сред (в волноводах диэлектрических и простейших световодах) либо от областей с плавно изменяющимися параметрами среды (напр., ионосферный волновод, атмосферный волновод, подводный звуковой канал). К открытым $V.$ принадлежат и системы с поверхностными волнами, направляемыми границами раздела сред.

Осн. свойство $V.$ — существование в нём дискретного (при не очень сильном поглощении) набора нормальных волн (мод), распространяющихся со своими фазовыми и групповыми скоростями. Почти все моды обладают дисперсией, т. е. их фазовые скорости зависят от частоты и отличаются от групповых скоростей. В экранир. $V.$ фазовые скорости обычно превышают скорость распространения плоской однородной волны в заполняющей среде (скорость света, скорость звука), эти волны наз. б ы с т р ы м и. При неполном экранировании они могут просачиваться сквозь стенки волновода, переизлучаясь в окружающее пространство. Это т. н. утекающие волны. В открытых $V.$, как правило, распространяются медленные волны, амплитуды к-рых быстро убывают при удалении от направляющего канала. Каждая мода характеризуется предельной частотой ω_k , наз. к р и т и ч е с к о й; мода может распространяться и пересечь вдоль $V.$ поток энергии