



ДИПОЛЬНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Авторы: В. И. Денисов

ДИПОЛЬНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, электромагнитное излучение, обусловленное изменением во времени *дипольного момента* системы. Различают электрич. и магнитное Д. и. в зависимости от того, вызывается оно изменением электрич. или магнитного дипольного момента.

В классич. электродинамике Д. и. – излучение электромагнитных волн, возникающее при изменении во времени электрич. или магнитного дипольного момента любой системы зарядов и токов. Простейшим примером системы с переменным электрич. дипольным моментом служит *Герца вибратор* – металлич. антенна, имеющая форму разрезанного по длине на две равные части штыря, подключённого в разрезе к источнику переменного тока. Под действием этого источника тока в штыре возникает переменный ток, который и создаёт переменный электрич. диполь. Переменный магнитный дипольный момент можно создать, если по любому замкнутому контуру без самопересечений расположить проводник и пропустить по нему переменный электрич. ток. Согласно классич. электродинамике, Д. и. в волновой зоне, т. е. на расстоянии от переменного дипольного момента, значительно превышающем длину волны излучения, представляет собой расходящуюся волну со сферич. фронтом, векторы напряжённостей электрич.

E и магнитного

H полей в каждой точке перпендикулярны направлению распространения волны, амплитуды ***E*** и ***H*** в этой волне с ростом расстояния

R убывают как

$1/R$. В нерелятивистском приближении (скорости движения зарядов много меньше скорости света

с) поле, создаваемое движущимися или неподвижными зарядами вне зоны их размещения, описывается как совокупность полей *мультиполей*. В релятивистском

случае, когда характерные скорости зарядов в излучающей системе оказываются близкими к c , а характерная длина волны излучения сравнимой с размерами излучающей системы, мультипольное разложение полей излучения, первыми двумя членами которого являются поля электрич. и магнитного дипольных приближений, становится неприменимым.

Д. и., как и любое др. электромагнитное излучение, уносит из источника энергию, уменьшая тем самым энергию колебаний дипольного момента. Обычно электрическое Д. и. одной и той же излучающей системы значительно больше магнитного Д. и. и последним можно пренебречь. В тех же случаях, когда по тем или иным причинам электрическое Д. и. отсутствует или сильно подавлено, необходимо учитывать магнитное Д. и. и электрич. квадрупольное.

Согласно квантовой теории, электромагнитное излучение возникает при квантовом переходе системы из состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией.

При таком переходе излучается фотон частоты

$$\nu = (E_1 - E_2)/h, \text{ где}$$

E_1 и

E_2 – энергии начального и конечного состояний,

h – постоянная Планка. Такой самопроизвольный переход системы в состояние с

более низкой энергией, сопровождающийся испусканием фотона, называется

спонтанным. Если размеры системы малы по сравнению с длиной волны фотона, то

вероятность спонтанного перехода в единицу времени из первого состояния во

второе в первом приближении теории возмущений пропорциональна квадрату

элемента матрицы

p_{12} электрич. дипольного момента системы. Именно поэтому Д. и. называется

излучение при квантовом переходе, у которого отличен от нуля соответствующий

данному переходу элемент матрицы электрич. дипольного момента (т. н. дипольный

переход). Дипольные переходы играют осн. роль в испускании фотонов атомами и

молекулами. Если эти переходы запрещены правилами отбора, то, как и в классич.

системе, приобретают значение др. переходы, для которых отличны от нуля, напр., к.-

л. элементы матрицы квадрупольного электрич. или магнитного дипольного момента.

Наряду со спонтанным Д. и. существует вынужденное Д. и. возбуждённой дипольной системы, напр. молекулы.

Литература

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. 7-е изд. М., 1988; Сивухин Д. В. Общий курс физики. 5-е изд. М., 2006. Т. 3.

Processing math: 100%