

Дифракция волн. Явления, связанные с отклонением от лучевого распространения В., наз. д и ф р а к ц и е й. К дифракционным относят фактически все эффекты, возникающие при взаимодействии В. с объектами любых, даже очень малых в сравнении с длиной В. размеров, т. е. даже тогда, когда сопоставление с лучевым приближением совсем не показательно. Напр., плоская гармонич. В. падает нормально на отверстие в непрозрачном экране. Если диаметр отверстия $d \gg \lambda$, то прошедшее поле формирует в ближней зоне волновой лучок, поведение к-рого уже было пояснено выше. Здесь характерна достаточно резкая (толщиной $\sim \lambda$) граница между освещённой и неосвещёнными областями (светом и тенью). Когда d становится соизмеримым с λ , поле за отверстием имеет в пространстве сложную структуру, поскольку В. от разных участков отверстия приходят в точку наблюдения в разных фазах и, следовательно, могут как увеличивать амплитуду поля, так и взаимно погашаться. В результате на нек-рой плоскости, перпендикулярной оси отверстия, возникает набор концентрич. колец (рис. 12), иногда с тёмным

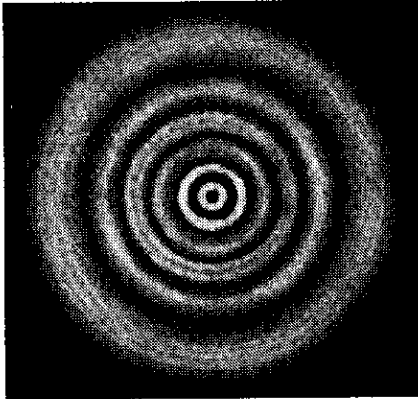


Рис. 12. Дифракция Френеля на круглом отверстии.

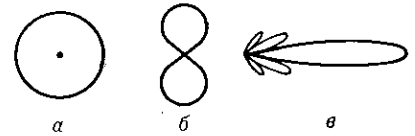
пятном в центре, что, разумеется, противоречит лучевой трактовке (см. *Дифракция света*). Аналогичная (но «дополняющая», с заменой светлых колец на тёмные, или наоборот) дифракц. картина образуется при падении плоской В. на непрозрачный диск (см. *Бабине теорема*). В этом случае на оси появляется светлая область (пятно Пуассона), обусловленная интерференцией возмущений, приходящих от краёв диска. При наличии неск. отверстий (щелей) в экране или дополняющих их экранирующих полосок в свободном пространстве формируются разнообразные дифракц. картины, изучение структуры к-рых позволяет, в частности, измерить длину В. и найти частоту падающего волнового поля (см. *Дифракционная решётка*).

Возбуждение волн. Источниками В. могут служить любые движения, нарушающие равновесное состояние среды (системы): камень, брошенный в воду, движущееся по воде судно, полёт снаряда, вибрация мембраны, струны, голосовых связок человека, колебания зарядов и токов в антеннах радиостанций и т. д. Во всех этих случаях источники поставляют энергию, уносимую бегущими В. Если источники синусоидальны [напр., ф-ция f в волновом ур-нии (5) — синусоида], то в линейных системах они возбуждают гармонич. волны. Источники В. классифицируются либо по типам создаваемых ими полей, либо по «механизмам» возбуждения. Так, пульсирующий шар создаёт в сжимаемой среде (газе, жидкости) симметричную сферич. звуковую В. типа (21а). Такой источник наз. монополю (рис. 13, а). Малые колебания тела как целого, напр. вдоль оси z около нек-рого положения равновесия ($r=0$), дают несимметричную сферич. В. вида

$$\varphi = \cos \theta (e^{i\omega t - ikr})/r,$$

где θ — угол между направлениями вектора r и оси z . Это — диполь (рис. 13, б); его поле может быть представлено как суперпозиция полей двух близко расположенных монополей противоположной полярности. Это поле уже не симметрично, а зависит от направления, т. е. обладает направленностью. В общем случае произвольное поле излучения можно описать

Рис. 13. Диаграмма направленности: а — монополю; б — диполя; в — плоской антенны с размером $a \gg \lambda$.



как результат действия набора мультиполей. Его угл. зависимость характеризуется диаграммой направленности.

Однако такое представление удобно использовать обычно лишь тогда, когда размеры источника a малы по сравнению с длиной излучаемой В. λ . При $a \sim \lambda$ и тем более при $a \gg \lambda$ обычно оперируют непосредственно с интегралами типа (21б), опираясь на принцип Гюйгенса — Френеля. Напр., излучение точечного монополя эквивалентно излучению синфазно колеблющихся радиальных диполей, равномерно распределённых на сфере произвольного радиуса $a \gg \lambda$, окружающей монополя, а для получения остронаправленного волнового пучка достаточно построить синфазно колеблющийся слой монополей или диполей на большом участке плоскости (размером $a \gg \lambda$); тогда осн. часть энергии идёт в пределах угла $\Delta\theta \sim \lambda/a$ (рис. 13, в).

Направленное излучение создают антенны (акустические, электромагнитные), к-рые в силу принципа взаимности могут работать и как приёмные антенны с теми же свойствами направленности. Для достижения высокой разрешающей способности, т. е. возможности различения угл. положения одного источника от другого, необходимо создавать антенны больших размеров или их эквиваленты.

Физ. механизмы волнообразования могут быть связаны либо с ускорением, либо с равномерным движением излучающих объектов — тел, зарядов и т. д. К первому случаю относится, напр., излучение В. при колеб. движениях частиц, ударе барабанной палочки, резком торможении заряж. частицы, взрывном расширении газов и т. п. В электродинамике такое излучение наз. т о р м о з н ы м. При этом спектр частот излучения определяется спектром ф-ции источника. При периодич., напр. синусоидальном поступательно-возвратном, движении возмущающего тела (осциллятора) с произвольной амплитудой оно излучает В. с частотами $\omega, 2\omega, \dots$, кратными частоте своих колебаний ω , т. е. на частоте колебаний тела и её гармониках. Естеств. обобщением этого механизма излучения является образование В. при движении тела или заряда по криволинейной траектории. Движение по кругу эквивалентно суперпозиции двух ортогональных прямолинейных осцилляторных движений, и наоборот, два круговых движения в противоположных направлениях могут быть эквивалентны одному прямолинейному осцилляторному движению. В акустике подобным образом излучают винты двигателей, в электродинамике — частицы, вращающиеся в магн. поле (магн.-тормозное излучение). При равномерном движении объекта в однородной среде излучение возможно, только если он движется со скоростью, превышающей скорость распространения В. в этой среде, т. е. при «сверхволновом» — сверхзвуковом, «сверхсветовом» и т. д. движении. Возмущение, создаваемое движущимся телом, как бы «сдвигается» средой. Порождаемое при этом излучение сосредоточено в конусе с углом при вершине (в точке нахождения тела), равным $\alpha = \arcs \cos v_\Phi/V$, где v_Φ — фазовая скорость В., V — скорость тела. В среде без дисперсии этот конус (конус Маха) одинаков для всех частот,