



ОТРАЖЕНИЕ СВÉТА

Авторы: А. В. Белинский

ОТРАЖЕНИЕ СВÉТА, возвращение световых волн в исходную прозрачную среду при падении на границу раздела двух сред. Возникновение О. с. объясняется микроскопич. электронной теорией Х. А. [Лоренца](#) (1880), рассматривающей электрон (атом) как осциллятор, а среду как набор частиц-осцилляторов. Падающая световая волна вызывает колебания в частицах, в результате они излучают вторичные волны, когерентные с падающей волной. Вторичная волна одного атома действует на др. атомы и вызывает дополнит. излучение; интерференция всех этих волн с падающей объясняет явления преломления и отражения света.

В поглощающих средах (напр., в хорошо проводящих металлах) падающая волна поглощается практически полностью в тонком (ок. 10 нм) слое; её энергия превращается в энергию движения электронной плазмы. Движущиеся электроны излучают, в результате чего формируется отражённая волна, уносящая до 99% энергии (подробнее см. в ст. [Металлооптика](#)).

Пространственное распределение интенсивности отражённого света зависит от соотношения между размерами h неровностей поверхности (границы раздела) и длиной волны λ падающего излучения. Если $h \ll \lambda$, то О. с. направленное, или зеркальное. Если размеры неровностей порядка λ или превышают её (шероховатые, матовые поверхности) и расположение неровностей стохастическое, то О. с. – диффузное. Возможно также смешанное О. с., при котором часть падающего излучения отражается зеркально, а часть диффузно. Если же неровности с размерами $h \geq \lambda$ расположены к.-л. регулярным образом, то распределение отражённого света имеет особый характер, близкий к наблюдаемому при О. с. от [дифракционной решётки](#), которая может быть плоской и объёмной, в т. ч. голографической.

Зеркальное отражение света

характеризуется жёсткой угловой связью падающего и отражённого лучей: 1) отражённый, преломлённый и падающий лучи и нормаль к границе раздела сред лежат в плоскости падения; 2) угол падения (между падающим лучом и нормалью к поверхности) равен углу отражения. Совместно с законом прямолинейного распространения света эти законы составляют основу [геометрической оптики](#). Физич. особенности, возникающие при О. с. (изменение амплитуды, фазы, поляризации света), объясняет электромагнитная теория света, в основе которой лежат уравнения Максвелла, устанавливающие связь параметров отражённого света с оптич. характеристиками и постоянными вещества.

Если обе граничащие среды прозрачны, то амплитуда и интенсивность отражённой волны определяются [Френеля формулами](#). При переходе света в оптически менее плотную среду из оптически более плотной (с большим показателем преломления) может возникнуть [полное внутреннее отражение](#). В этом случае угол падения превышает критич. угол, при котором преломлённый луч становится касательным к поверхности границы раздела. При полном внутр. отражении коэф. отражения равен 1. Угол обзора из более плотной среды

(напр., воды) в менее плотную (напр., воздух) вследствие полного внутр. отражения уменьшается, и в воздухе появляются области, невидимые из воды. Поэтому, напр., рыба может не увидеть хищную птицу, подлетающую к ней горизонтально.

При О. с. под углом Брюстера (см. [Брюстера закон](#)) составляющая света с р-поляризацией, у которой вектор напряжённости электр. поля \mathbf{E} параллелен плоскости падения, не отражается, а полностью преломляется в отражающую среду. Отражённый свет оказывается полностью поляризован перпендикулярно плоскости падения (s-поляризация).

Диффузное отражение света

представляет собой [рассеяние света](#) во всевозможных направлениях телом, которое имеет шероховатую поверхность либо обладает внутр. неоднородной структурой, ведущей к рассеянию света в объёме.

О. с. от шероховатой поверхности, представляющей собой совокупность разл. образом ориентированных площадок с размерами $\geq \lambda$, сводится к О. с. этими площадками в соответствии с формулами Френеля; угловое распределение яркости и поляризации диффузно отражённого света полностью определяется характером стохастич. распределения площадок по ориентациям. Для поверхностей, равномерно рассеивающих свет, часто пользуются (напр., при светотехнич. расчётах) [Закон Ламберта](#), согласно которому яркость диффузно отражающего тела пропорциональна его освещённости и не зависит от направления, в котором она рассматривается. Однако этот закон выполняется приближённо – лишь для тел с высокой отражат. способностью и под углами наблюдения $\approx 60^\circ$.

Все несветящиеся предметы видны благодаря диффузному О. с. Если поверхность отражает зеркально, то видна не сама граница раздела, а изображения предметов, полученные при отражении от этой поверхности. О. с. может оказывать и вредное воздействие, приводя, напр., к появлению «бликов», уменьшению яркости и контрастности изображения. В этих случаях зеркальное О. с. уменьшают, напр. нанося на поверхность оптич. деталей спец. тонкие слои (см. [Просветление оптики](#)).

Отражение света от нелинейных сред

может наблюдаться при больших мощностях лазерных полей (10^8 – 10^{10} Вт/см²), когда проявляется нелинейность среды. Напр., при О. с. от нелинейной среды (монокристалл CaAs) может возникать 2-я гармоника, если среда прозрачна для осн. частоты, но поглощает гармонику. При падении на нелинейную среду двух волн с частотами ω_1 и ω_2 возникает отражённая волна на суммарной частоте $\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$ (кроме обычных отражённых волн ω_1 и ω_2). При отражении мощной падающей волны наблюдается ряд параметрич. эффектов, связанных с оптич. эффектом Керра, электрострикцией, фазовой самомодуляцией (см. [Нелинейная оптика](#)).

Применение

О. с. широко используется для определения оптич. характеристик вещества, выяснения его структуры, свойств, особенно в тех случаях, когда исследования на пропускание трудны или невозможны; в спектральном анализе, напр. в методе [нарушенного полного внутреннего отражения](#), который даёт информацию о структуре поверхностных слоёв, что важно для теории адсорбции, поверхностных и граничных явлений, катализа и т. п.

О. с. применяется при юстировке оптич. систем, а также в системах лазерной локации, напр. поверхности Луны, на которой установлены уголкового отражатели (стеклянные пятигранные призмы с прямыми углами при вершине между противоположными гранями, обращённые основаниями перпендикулярно лазерному лучу). Отражатели света устанавливаются на велосипедах и наносятся на одежду дорожных рабочих, чтобы при попадании на них света фар они «светились». Возвращает свет обратно к источнику также система «кошкин глаз», представляющая собой линзу с установленным в её фокальной плоскости зеркалом. Такие отражатели выполняют псевдообращение волнового фронта, т. е. расходящаяся волна после отражения от них остаётся расходящейся, хотя и направленной к источнику. Уменьшить потери света, возникающие вследствие расходимости луча и случайных фазовых неоднородностей атмосферы, в локационных системах можно с помощью обращающих волновой фронт зеркал. Они преобразуют расходящийся пучок в сходящийся на источник света пучок.

Литература

Лит.: Борн М., Вольф Э. Основы оптики. 2-е изд. М., 1973; Кизель В. А. Отражение света. М., 1973; Федоров Ф. И., Филлипов В. В. Отражение и преломление света прозрачными кристаллами. Минск, 1976; Дмитриев В. Г. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта. М., 2003.

Processing math: 0%