

ПОЛНАЯ СИСТЕМА ФУНКЦИЙ — см. в ст. *Ортогональная система функций.*

ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ — отражение эл.-магн. излучения (в частности, света) при его падении на границу двух прозрачных сред с показателями преломления n_1 и n_2 из среды с большим показателем преломления ($n_1 > n_2$) под углом $\geq \varphi_{кр}$, для к-рого $\sin \varphi_{кр} = n_2/n_1 = n_{21}$. Наим. угол падения $\varphi_{кр}$, при к-ром происходит П. в. о., наз. предельным (критическим) или углом полного отражения. Впервые П. в. о. описано И. Кеплером (J. Kepler) в 1600. Поток излучения, падающий при углах $\varphi \geq \varphi_{кр}$, испытывает полное отражение от границ раздела, целиком возвращается в среду с n_1 , т. е. о. коэф. отражения $R = 1$. В оптически менее плотной среде n_2 в области вблизи границы существует конечное значение эл.-магн. поля, однако поток энергии через границу отсутствует, т. к. перпендикулярная поверхности компонента *Пойнтинга вектора*, усреднённая по времени, равна нулю. Это означает, что энергия проходит через границу дважды (входит и выходит обратно) и распространяется лишь вдоль поверхности среды в плоскости падения. Глубина проникновения излучения в среду n_2 определяется как расстояние, на к-ром амплитуда эл.-магн. поля в оптически менее плотной среде убывает в e раз. Эта глубина зависит от относит. показателя преломления n_{21} , длины волны λ и угла φ . Вблизи $\varphi_{кр}$ глубина проникновения наибольшая, с ростом угла вплоть до 90° плавно спадает до пост. значения.

Поле эл.-магн. излучения в среде n_2 существенно отличается от поля проходящей поперечной волны, т. к. в среде n_2 компонента амплитуды электрич. вектора в направлении распространения волны не равна нулю. Все три компоненты x, y, z амплитуды волны имеют конечные значения при всех углах $\varphi > \varphi_{кр}$ и в области $\varphi_{кр}$ могут значительно превышать по величине нач. значение амплитуды падающей волны (см. *Нарушенное полное внутреннее отражение*).

Процесс распространения эл.-магн. излучения при П. в. о. в случае ограниченных пучков сопровождается

Величина δ имеет минимум в области углов $\varphi_{кр} \approx 90^\circ$. Подбирая подходящий угол падения и значение n_{21} , можно получить сдвиг фаз, равный $\pi/4$; для двух отражений величина сдвига удваивается. Такой приём используется в поляризац. устройствах (призма — ромб Френеля, см. *Поляризационные приборы*) для преобразования линейно поляризованного излучения в круговое.

Вследствие дифракции, обусловленной конечными размерами падающего пучка, при П. в. о. наряду с рассмотренным продольным смещением пучка наблюдается латеральная («побочная») волна, распространяющаяся вдоль поверхности, к-рая играет роль своеобразного волновода (рис.). Латеральная волна возникает при угле, превышающем $\varphi_{кр}$ всего на $\sim 1'$, и распространяется на расстояние, на неск. порядков превышающее величину продольного смещения регуляриной волны, имеющей интенсивность, близкую к единице. Интенсивности I_p и I_s пучков отражённой латеральной волны для p - и s -поляризованного излучения уменьшаются вдоль поверхности пропорционально кубу расстояния, на к-рое произошло смещение волны, и относятся между собой как $I_p/I_s \propto (n_1/n_2)^4$. В опыте с гелиево-кадмиевым лазером для границы вода — воздух латеральная волна регистрировалась на расстоянии до 7 см. Для расстояния 3 см и $\lambda = 441,6$ нм интенсивность волны составляла $1,6 \cdot 10^{-8}$ от мощности падающего пучка света.

В отличие от селективного отражения металлов, к-рое может быть весьма высоким (но всегда коэф. отражения $R < 1$), при П. в. о. для прозрачных сред $R = 1$ для всех λ и не зависит практически от числа отражений. Следует, однако, отметить, что отражение от механически полированной поверхности из-за рассеяния в поверхностном слое чуть меньше единицы на величину $\sim 2 \cdot 10^{-6}$. Потери на рассеяние при П. в. о. от более совершенных границ раздела, напр. в волоконных световодах, ещё на неск. порядков меньше. Высокая отражат. способность границы в условиях П. в. о. широко используется в *интегральной оптике*, *оптич. линиях связи*, *световодах* и оптич. призмах. Высокая крутизна коэф. отражения вблизи $\varphi_{кр}$ лежит в основе измерит. устройств, предназначенных для определения показателя преломления (см. *Рефрактометр*). Особенности конфигурации эл.-магн. поля в условиях П. в. о., а также свойства латеральной волны используются в физике твёрдого тела для исследования поверхностных возбуждённых колебаний (плазмонов, поляритонов), находят широкое применение в спектроскопич. методах контроля поверхности на основе нарушенного П. в. о., *комбинационного рассеяния света*, *люминесценции* и для обнаружения весьма низких значений концентраций молекул и величин поглощения, вплоть до значений безразмерного показателя поглощения $k \geq 10^{-6}$.

Лит.: Бреховских Л. М., Волны в слоистых средах, 2 изд., М., 1973; Кизель В. А., Отражение света, М., 1973; Калитеевский Н. И., Волновая оптика, 2 изд., М., 1978.

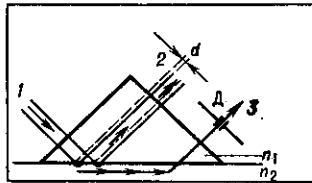
В. М. Золотарёв.

ПОЛОДИЯ (от греч. *polos* — ось, полюс) — 1) при движении (в случае Эйлера) твёрдого тела вокруг неподвижного центра O — кривая, к-рую на поверхности построенного в центре O эллипсоида инерции описывает точка пересечения этой поверхности с мгновенной осью вращения тела (см. *Герпология*). 2) При плоско-параллельном движении твёрдого тела — то же, что и *центроида*.

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ИОНЫ — атомы или молекулы газа, лишённые в результате взаимодействия одного или неск. электронов с внеш. обложкой. Вместе с комплексом др. атомов или молекул П. и. могут образовывать *кластерные ионы*. Подробнее см. *Ион, Ионизация*.

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ КРИСТАЛЛЫ — одноосные кристаллы, в к-рых скорость распространения обыкновенного луча света больше, чем скорость распространения необыкновенного луча (подробнее см. *Кристаллооптика*).

Схема распространения латеральной волны при полном внутреннем отражении вблизи критического угла пучка света с конечным поперечным сечением: 1 — падающий пучок; 2 — геометрически отражённый пучок; 3 — латеральная волна; Д — диафрагма.



продольным и поперечным смещением падающего пучка. Величина продольного смещения d зависит от состояния поляризации пучка, угла падения φ , величины n_{21} и вблизи $\varphi \approx \varphi_{кр}$ равна

$$d_{p,s} = K_{p,s} \frac{n_{21}}{\pi n_2} \frac{\lambda}{(\sin^2 \varphi - n_{21}^2)^{1/4}}$$

Для излучения, поляризованного в плоскости падения (p -поляризация), $K_p = 1/n_{21}^2$; для излучения, поляризованного перпендикулярно плоскости падения (s -поляризация), $K_s = 1$. Величина смещения пучка при П. в. о. коррелирует с глубиной проникновения эл.-магн. излучения в оптически менее плотную среду n_2 . Величина смещения d сравнима с глубиной проникновения и по порядку величины близка λ .

При П. в. о. p - и s -компоненты поляризованного излучения испытывают различный по величине сдвиг фаз, поэтому линейно поляризованное излучение после отражения становится эллиптически поляризованным. Разность фаз p - и s -компонент определяется из выражения

$$\text{tg} \frac{\delta}{2} = \frac{\cos \varphi (\sin^2 \varphi - n_{21}^2)^{1/4}}{\sin^2 \varphi}$$