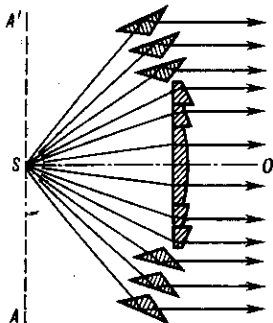


Поясные Ф. л. получают вращением его же профиля вокруг оси ASA' , перпендикулярной SO ; они посылают свет от источника по всем направлениям горизонтально. Диаметр Ф. л. от 10—20 см до неск. м.



Сечение кольцевой линзы Френеля. В центре линзы — кольца, наружные поверхности которых являются частями тороидальных поверхностей; по краям линзы — кольца, где кроме преломления происходит полное внутреннее отражение.

ФРЕНЕЛЯ УРАВНЕНИЕ — осн. ур-ние кристаллооптики, определяющее нормальную скорость v распространения световой волны в кристалле. Названо по имени О. Ж. Френеля и имеет следующий вид:

$$\frac{N_x^2}{v^2 - v_x^2} + \frac{N_y^2}{v^2 - v_y^2} + \frac{N_z^2}{v^2 - v_z^2} = 0,$$

где N_x, N_y, N_z — проекции вектора нормали N к фронту волны на гл. направление кристалла; $v_x = c/n_x, v_y = c/n_y, v_z = c/n_z$ — гл. фазовые скорости волны; n_x, n_y, n_z — гл. показатели преломления кристалла. Подробнее см. *Кристаллооптика*.

ФРЕНЕЛЯ ФОРМУЛЫ — определяют отношения амплитуды, фазы и состояния поляризации отражённой и преломлённой световых волн, возникающих при прохождении света через границу раздела двух прозрачных диэлектриков, к соответствующим характеристикам падающей волны. Установлены О. Ж. Френелем в 1823 на основе представлений об упругих поперечных колебаниях эфира. Однако те же самые соотношения — Ф. ф. — следуют в результате строгого вывода из эл.-магн. теории света при решении ур-ний Максвелла.

Пусть плоская световая волна падает на границу раздела двух сред с показателями преломления n_1 и n_2 (рис.). Углы φ, φ' и φ'' есть соответственно углы падения, отражения и преломления, причём всегда $n_1 \sin \varphi = n_2 \sin \varphi''$ (закон преломления) и $|\varphi| = |\varphi'|$ (закон отражения). Амплитуду электрического вектора падающей волны A разложим на составляющую с амплитудой A_p , параллельную плоскости падения, и составляющую с амплитудой A_s , перпендикулярную плоскости падения. Аналогично разложим амплитуды отражённой волны R на составляющие R_p и R_s , а преломлённой волны D — на D_p и D_s (на рис. показаны только p -составляющие). Ф. ф. для этих амплитуд имеют вид

$$R_s = \frac{-\sin(\varphi - \varphi'')}{\sin(\varphi + \varphi'')} A_s; \quad R_p = \frac{\text{tg}(\varphi - \varphi'')}{\text{tg}(\varphi + \varphi'')} A_p; \quad (1)$$

$$D_s = \frac{2\sin \varphi'' \cos \varphi}{\sin(\varphi + \varphi'')} A_s; \quad D_p = \frac{2\sin \varphi'' \cos \varphi}{\sin(\varphi + \varphi'') \cos(\varphi - \varphi'')} A_p.$$

Из (1) следует, что при любом значении углов φ и φ'' знаки A_p и D_p совпадают. Это означает, что совпадают и фазы, т. е. во всех случаях преломлённая волна сохраняет фазу падающей. Для компонент отражённой волны (R_p и R_s) фазовые соотношения зависят от φ, n_1 и n_2 ; если $\varphi = 0$, то при $n_2 > n_1$ фаза отражённой волны сдвигается на π .

В экспериментах обычно измеряют не амплитуду световой волны, а её интенсивность, т. е. переносимый ею поток энергии, пропорциональный квадрату амплитуды (см.

Пойнтинга вектор). Отношения средних за период потоков энергии в отражённой и преломлённой волнах к среднему потоку энергии в падающей волне наз. коэф. отражения r и коэф. прохождения d . Из (1) получим Ф. ф., определяющие коэф. отражения и преломления для s - и p -составляющих падающей волны, учтя, что

$$r_s = (R_s/A_s)^2; \quad r_p = (R_p/A_p)^2; \quad (2)$$

$$d_s = \left(\frac{D_s}{A_s}\right)^2 \frac{\sin \varphi \cos \varphi''}{\sin \varphi'' \cos \varphi}; \quad d_p = \left(\frac{D_p}{A_p}\right)^2 \frac{\sin \varphi \cos \varphi''}{\sin \varphi'' \cos \varphi}.$$

В отсутствие поглощения света между коэффициентами в соответствии с законами сохранения энергии существуют отношения $r_s + d_s = 1$ и $r_p + d_p = 1$. Если на границу раздела падает *естественный свет*, т. е. все направления колебаний электрич. вектора равновероятны, то энергия волны поровну делится между p - и s -колебаниями, полный коэф. отражения в этом случае $r = (1/2)(r_s + r_p)$. Если $\varphi + \varphi'' = 90^\circ$, то $\text{tg}(\varphi + \varphi'') \rightarrow \infty$ и $r_p = 0$, т. е. в этих условиях свет, поляризованный так, что его электрич. вектор лежит в плоскости падения, совсем не отражается от поверхности раздела. При падении естеств. света под таким углом отражённый свет будет полностью поляризован. Угол падения, при к-ром это происходит, наз. углом полной поляризации или углом Брюстера (см. *Брюстера закон*), для него справедливо соотношение $\text{tg} \varphi_B = n_2/n_1$.

При нормальном падении света на границу раздела двух сред ($\varphi = 0$) Ф. ф. для амплитуд отражённой и преломлённой волн могут быть приведены к виду

$$R_s = -\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} A_s; \quad R_p = \frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} A_p; \quad (3)$$

$$D_s = \frac{2n_1}{n_2 + n_1} A_s; \quad D_p = \frac{2n_1}{n_2 + n_1} A_p.$$

Здесь исчезает различие между составляющими s и p , т. к. понятие плоскости падения теряет смысл. В этом случае, в частности, получаем

$$r = r_s = r_p = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1}\right)^2; \quad (4)$$

$$d = d_s = d_p = \frac{4n_1 n_2}{(n_2 + n_1)^2}.$$

Из (4) следует, что *отражение света* на границе раздела тем больше, чем больше абс. величина разности $n_2 - n_1$; коэф. r и d не зависят от того, с какой стороны границы раздела приходит падающая световая волна.

Условие применимости Ф. ф. — независимость показателя преломления среды от амплитуды вектора электрич. напряжённости световой волны. Это условие, тривиальное в классич. (линейной) оптике, не выполняется для световых потоков большой мощности, напр. излучаемых лазерами. В таких случаях Ф. ф. не дают удовлетворит. описания наблюдаемых явлений и необходимо использовать методы и понятия *нелинейной оптики*.

Лит.: Борн М., Вольф Э., Основы оптики, пер. с англ., 2 изд., М., 1973; Калитеевский Н. И., Волновая оптика, 2 изд., М., 1978. Л. Н. Канорский.

ФРЕНЕЛЯ ЭЛЛИПСОИД — эллипсоид, соответствующий поверхности световой волны, распространяющейся от точечного источника в кристалле. Длины осей Ф. э. пропорц. значениям гл. лучевых скоростей света в кристалле. Ф. э. описывается ур-нием

$$\epsilon_x x^2 + \epsilon_y y^2 + \epsilon_z z^2 = 1,$$

где $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$ — значения *диэлектрической проницаемости* по гл. осям кристалла. Ф. э. позволяет определить лучевые скорости света по любым направлениям в кристалле. В общем случае поверхность волны двухполостная, что соответствует распространению в каждом направлении с разными скоростями двух волн, поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях. Из всех центр. сечений