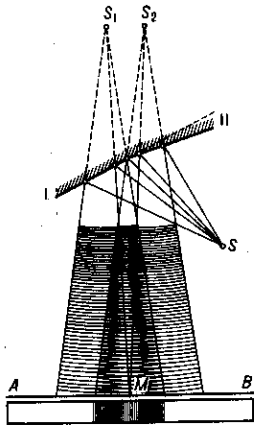


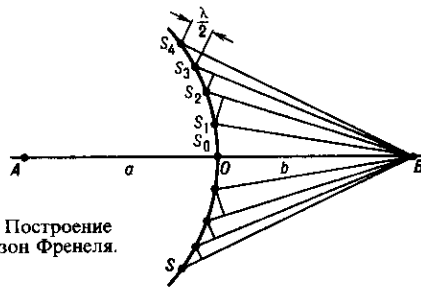
расстояние от точки наблюдения до экрана,  $\lambda$  — длина волны. Названа по имени О. Ж. Френеля (A. J. Fresnel). Подробнее см. Дифракция света.

**ФРЕНЕЛЯ ЗЕРКАЛА** (бизеркала Френеля) — оптическое устройство, предложенное в 1816 О. Ж. Френелем для наблюдения явления *интерференции света*. Ф. з. состоит из двух плоских зеркал I и II (рис.), образующих друг с другом угол, немного меньший  $180^\circ$ . Источник света  $S$ , отражённый в них, образует два близко расположенных мнимых изображения  $S_1$  и  $S_2$ . Пучки света от этих изображений (когерентные, т. к. образованы одним источником) пересекаются под малым углом и дают интерференц. картину на экране  $AB$ . Ф. з. используются в интерферометрии.



Лит.: Ландсберг Г. С., Оптика, 5 изд., М., 1976.

**ФРЕНЕЛЯ ЗОНЫ** — участки, на к-рые разбивают поверхность фронта световой волны для упрощения вычислений при определении амплитуды волны в заданной точке пространства. Метод Ф. з. используется при рассмотрении задач о *дифракции волн* в соответствии с *Гюйгенса — Френеля принципом*. Рассмотрим распространение монохроматич. световой волны из точки  $A$  (источник) в к.-л. точку наблюдения  $B$  (рис.). Согласно принципу Гюйгенса — Фре-



Построение зон Френеля.

неля, действие источника  $A$  заменяют действием воображаемых источников, расположенных на вспомогат. поверхности  $S$ , в качестве к-рой выбирают поверхность фронта сферич. волны, идущей из  $A$ . Эту поверхность разбивают на кольцевые зоны так, чтобы расстояния от краёв зоны до точки наблюдения  $B$  отличались на  $\lambda/2$ :  $S_1B - S_0B = S_2B - S_1B = S_3B - S_2B = \lambda/2$  ( $S_0$  — точка пересечения фронта волн с линией  $AB$ ,  $\lambda$  — длина волны). Построенные таким способом равновеликие участки поверхности наз. Ф. з.

Радиус  $m$ -й Ф. з. в случае дифракции на круглых отверстиях и экранах определяется следующим приближённым выражением (при  $m\lambda \ll b$ ):  $\rho_m = \sqrt{m\lambda ab / (a+b)}$ , где  $a$  и  $b$  — соответственно расстояния от источника и от точки наблюдения до отверстия (экрана). В случае дифракции на прямолинейных структурах (прямолинейный край экрана, щель) размер  $m$ -й Ф. з. (расстояние внеш. края зоны от линии, соединяющей источник и точку наблюдения) приближённо равен  $\sqrt{m\lambda b}$ .

Волновой процесс в точке  $B$  можно рассматривать как результат интерференции волн, приходящих в точку наблюдения от каждой Ф. з. в отдельности, приняв во внимание, что амплитуда колебаний от каждой зоны медленно убывает с ростом номера зоны, а фазы колебаний, вызываемых в точке  $B$  смежными зонами, противоположны. Поэтому волны, приходящие в точку наблюдения от двух

смежных зон, ослабляют друг друга и амплитуда результирующего колебания в точке  $B$  меньше, чем амплитуда, создаваемая действием одной центр. зоны. Следовательно, действие всей волны в точке наблюдения  $B$  сводится к действию её малого участка, меньшего, чем центр. зона, т. е. использование Ф. з. даёт возможность наглядно объяснить прямолинейное распространение света с точки зрения его волновой природы.

Метод разбиения на Ф. з. позволяет просто составить качественное, а в ряде случаев достаточно точное и количественное представление о результатах дифракции волн при разл. сложных условиях их распространения. Экран, состоящий из системы концентрич. колец, соответствующих Ф. з. (см. *Зонная пластинка*), может дать, как и линза, усиление освещённости на оси или даже создать изображение. Метод Ф. з. применим не только в оптике, но и при изучении распространения радио- и звуковых волн.

Лит.: Ландсберг Г. С., Оптика, 5 изд., М., 1976.

Л. Н. Капорский.

**ФРЕНЕЛЯ ИНТЕГРАЛЫ** — спец. ф-ции, двулистные аналитич. ф-ции вида

$$C(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z \frac{\cos t dt}{\sqrt{t}} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^{\sqrt{z}} \cos t^2 dt,$$

$$S(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z \frac{\sin t dt}{\sqrt{t}} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^{\sqrt{z}} \sin t^2 dt.$$

Введены О. Ж. Френелем в нач. 19 в. Встречаются в разл. областях физики; напр., в теории дифракции, теории поперечных колебаний стержня и т. д. Ф. и. можно представить в виде степенных рядов:

$$C(z) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} z \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n z^{2n}}{(4n+1)(2n)!},$$

$$S(z) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} z \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n z^{2n+1}}{(4n+3)(2n+1)!},$$

$$|z| < \infty.$$

Асимптотич. представление при  $|z| \gg 1$ ,  $|\arg z| \leq \pi - \epsilon$  ( $\epsilon > 0$ )

$$C(z) \approx \frac{1}{2} + \frac{\sin z}{\sqrt{2\pi z}}, \quad S(z) \approx \frac{1}{2} - \frac{\cos z}{\sqrt{2\pi z}}.$$

Часто Ф. и. называют также ф-ции

$$C(z) = \int_0^z \cos \frac{\pi t^2}{2} dt,$$

$$S(z) = \int_0^z \sin \frac{\pi t^2}{2} dt.$$

Ф. и. тесно связаны с интегралом вероятностей (см. *Интегральные функции*).

Лит. см. при ст. *Специальные функции*.

**ФРЕНЕЛЯ ЛИНЗА** — сложная составная линза, применяемая в маяковых и сигнальных фонарях. Предложена О. Ж. Френелем. Состоит не из цельного шлифованного куска стекла со сферич. или иными поверхностями, как обычные линзы, а из отд. примыкающих друг к другу концентрич. колец небольшой толщины, к-рые в сечении имеют форму призмы спец. профиля (рис.). Эта конструкция обеспечивает малую толщину (а следовательно, и вес) Ф. л. даже при большом угле охвата. Сечения колец Ф. л. таковы, что *сферическая aberrация* Ф. л. невелика, и лучи от точечного источника  $S$ , помещённого в фокусе линзы, после преломления в кольцах выходят практически параллельным пучком (в кольцевых Ф. л.).

Ф. л. бывают кольцевыми и поясными. Первые представляют собой систему, получаемую вращением изображённого на рис. профиля вокруг оптич. оси  $SO$ , они направляют световой поток в к.-л. одном направлении.