

поверхностями  $l$ , измеренное вдоль к.-л. луча, наз. *оптической длиной пути*  $L = \int_0^l n dl$ . Оптич. путь пропорционален времени распространения света. В неоднородной среде  $L = \int_0^l n dl$ . В соответствии с *Ферма принципом* распространение света из одной точки в другую происходит таким образом, что длина оптич. пути между этими точками имеет экстрем. значение.

Положения Г. о. особенно эффективно используются при расчёте оптич. систем — совокупностей преломляющих и отражающих поверхностей, обладающих заданными свойствами. Действие оптич. систем проявляется в виде геом. связи между двумя пространствами, одно из к-рых, наз. пространством предметов, содержит как самосветящиеся, так и освещаемые к.-л. источником света точки, линии и поверхности. Во втором пространстве, наз. пространством изображений, возникают их оптич. изображения. Соответствующие друг другу и находящиеся в пространствах предметов и изображений геом. элементы, а также лучи наз. сопряжёнными. Для исследования свойств пучков лучей, распространяющихся через оптич. системы, разработаны спец. характеристики, ф-ция Гамильтона и её видоизменения — *эйконалы*. Оптич. путь между точками, одна из к-рых находится в пространстве предметов, а другая — в пространстве изображений, представленный как ф-ция направляющих косинусов луча в пространстве предметов и сопряжённого луча в пространстве изображений, наз. угловым эйконалом. Частные производные от углового эйконала по направляющим косинусам луча в пространстве изображений линейно зависят от координат точки пересечения луча с плоскостью в пространстве изображений. Это свойство эйконала позволяет в принципе найти координаты точек пересечения лучей с плоскостью в пространстве изображений по заданным в пространстве предметов направляющим косинусам лучей и координатам точек их пересечения с к.-л. плоскостью. Однако эйконал в случаях, представляющих интерес для практики, не удаётся выразить в конечном виде. Приходится прибегать к его разложению в ряд. Первый член такого разложения соответствует т. н. области Гаусса, где пучку лучей в пространстве предметов, исходящему из одной точки, — *гомоцентрический пучок* в пространстве изображений.

Особое прикладное значение в Г. о. имеет теория центрир. оптич. систем — совокупности преломляющих и отражающих поверхностей вращения, имеющих общую ось, наз. оптич. осью, и симметричное относительно этой оси распределение показателей преломления (если система содержит неоднородные среды). Большинство используемых на практике оптич. систем (фотообъективов, зрительных труб, микроскопов и т. п.) является центрированными. В таких системах для области пространства, бесконечно близкой к оптич. оси и наз. *параксильной областью*, действуют простые законы, связывающие положение луча, вышедшего из системы, с вошедшим в неё лучом. Для центрир. оптич. систем область Гаусса совпадает с параксильной областью. Исходные положения параксильной оптики — т. н. законы соляниного сродства, по к-рым каждой прямой пространства предметов соответствует одна сопряжённая с ней прямая в пространстве изображений, каждой точке — сопряжённая с ней точка и, как следствие, каждой плоскости — сопряжённая с ней плоскость. С помощью условного распространения действия законов параксильной оптики на всё пространство вводится понятие *идеальной оптич. системы*, изображающей любую точку пространства предметов в виде точки в пространстве изображений. Любая геом. фигура, расположенная в пространстве предметов на плоскости, перпендикулярной оптич. оси, изображается идеальной системой в виде геометрически подобной фигуры в пространстве изображений также на плоскости, перпендикулярной

оптич. оси. Коэф. подобия фигур равен абс. значению линейного увеличения оптич. системы (см. *Увеличение оптическое*). Осн. понятиями параксильной оптики, или теории идеальных оптич. систем, являются *кардинальные точки оптической системы*. Ограниченные поперечные размеры входных отверстий оптич. систем приводят к ограничению как телесного угла пучков лучей, исходящих из отд. точек предмета, так и к ограничению изображаемого пространства. С ограничением пучков лучей в оптич. системах связаны такие понятия Г. о., как *апертурная* и *полевая диафрагмы*, *входной* и *выходной зрачки*, *апертурный* и *полевой углы*, *числовая апертура*.

Реальная оптич. система в приближении Г. о. отличается от идеальной наличием аберраций — дефектов изображения, проявляющихся в том, что точки пространства предметов изображаются в виде пятен со сложной структурой, а также в нарушении подобия между предметом и изображением (см. *Аберрации оптической систем*). В системах, содержащих преломляющие поверхности и работающих в монохроматич. свете, возникают ещё и *хроматические аберрации*, обусловленные явлением дисперсии оптич. материалов. Точные значения аберраций оптич. системы на стадии её проектирования определяют путём расчёта хода лучей, выполняемого на ЭВМ по ф-лам, в основе к-рых лежат законы Г. о. Аналитич. связь аберраций с конструктивными параметрами оптич. системы — радиусами кривизны оптич. поверхностей, расстояниями между их вершинами, показателями преломления сред и т. п. — может быть установлена лишь приближённо на основе использования высших членов разложения эйконала в ряд. Путём проведения спец. расчётов на стадии проектирования аберрации оптич. систем уменьшают до приемлемого уровня.

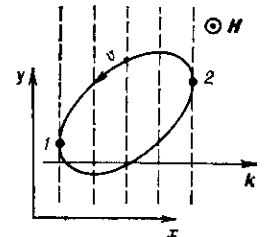
*Лит.*: Тудоровский А. И., Теория оптических приборов, 2 изд., ч. 1, М.—Л., 1948; Слюсарев Г. Г., Методы расчета оптических систем, 2 изд., Л., 1969; Герцбергер М., Современная геометрическая оптика, пер. с англ., М., 1962; Чуриловский В. Н., Теория оптических приборов, М.—Л., 1966; ГОСТ 7427—76. Геометрическая оптика. Термины, определения и буквенные обозначения.

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСЦИЛЛЯЦИИ** — осцилляции коэф. поглощения  $\alpha$  УЗ в металлах в магн. поле  $H$ , перпендикулярном волновому вектору звука  $k$ . Пост. магн. поле влияет на движение электронов, вынуждая их двигаться по траекториям, вид к-рых определяется сечением поверхности пост. энергии плоскостями, перпендикулярными  $H$ ; осн. вклад дают электроны с энергией, близкой к уровню Ферми (т. е. вблизи *ферми-поверхности*). Г. о. имеют место, если длина свободного пробега  $l$  электронов гораздо больше характерного размера  $r_L$  дармовской орбиты электрона в магн. поле, к-рый, в свою очередь, гораздо больше длины волны звука

$$\lambda = 2\pi/k \quad (2\pi/k \ll r_L \ll l).$$

В указанных условиях электрон эффективно взаимодействует

Проекция траектории электрона на плоскость, перпендикулярную магнитному полю; штриховые линии — плоскости равной фазы звуковой волны.



с звуковой волной лишь в окрестностях точек, где проекция скорости  $v$  электрона на  $k$  мала (точки 1 и 2 на рис.). Вблизи этих точек электрон в течение длит. времени движется в почти пост. поле звуковой волны. На остальных участках ср. сила, действующая на электрон со стороны волны, мала, поскольку, в силу условия  $kr_L \gg 1$ , фаза волны быстро изменяется в масштабе траектории. Поэтому вклад электрона в поглощение определяется суммой вкладов точек эффективного взаимодействия (типа 1 и 2) на участке траектории, пройденном за время между столкновениями,