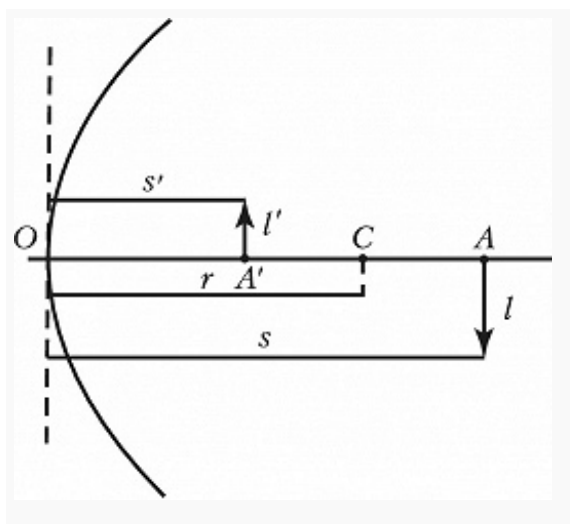


ЗЕРКАЛО

Авторы: Г. Г. Слюсарев

ЗЕРКАЛО оптическое, оптич. элемент, обладающий полированной поверхностью правильной формы, способной отражать свет с соблюдением равенства углов падения и отражения, и образующий оптич. изображения предметов (в т. ч. источников света). Отражающий слой З. обычно выполнен из металла (серебра, золота и др.) или диэлектрика и имеет шероховатости размером не больше сотых долей длины волны света. Отражающее покрытие диэлектрических З. образовано чередующимися тонкими слоями прозрачных диэлектриков. Действие диэлектрич. З. основано на явлении интерференции света, возникающей в тонких слоях (см. [Оптика тонких слоёв](#)). Вследствие этого диэлектрич. З. отражают свет в узком спектральном диапазоне.

Наиболее широко используются плоские З., однако в оптич. системах применяются выпуклые и вогнутые З. со сферич., цилиндрич. и параболидальной отражающей поверхностью. Качество З. тем выше, чем ближе его форма к математически правильной. Плоские З. дают безабберационные мнимые изображения. Неплоские З. обладают всеми aberrациями, кроме хроматической (см. [Аберрации оптических систем](#)).



Положение изображения, даваемого З., можно получить из законов [геометрической оптики](#).

Если отражающая поверхность обладает осью симметрии, то положение предмета и его изображения связаны с радиусом кривизны r у вершины

О зеркала (рис.) соотношением:

$$1/s' + 1/s = 2/r, \text{ где}$$

Схема зеркала со сферической поверхностью (С – центр сферы радиуса r).

s – расстояние от вершины

O до точки

A , где расположен предмет высотой

l, s' – расстояние до изображения высотой

l' в точке

A' . Эта формула строго выполняется в случае бесконечно малых углов, образуемых световыми лучами с осью Z ., однако она является хорошим приближением и при конечных, но достаточно малых углах. Бесконечно малый отрезок прямой длиной l , перпендикулярной оси, изображается отрезком прямой

l' , также перпендикулярным оси, причём

$l' = l s' / s$. Если предмет находится на бесконечно большом расстоянии, то

s' равно фокусному расстоянию F .:

$s' = f = r/2$. Фокальная плоскость расположена на расстоянии $r/2$ от вершины зеркала.

Z . должно иметь высокий коэф. отражения. Большими коэффициентами отражения обладают металлич. поверхности: алюминиевые в УФ, видимом и ИК диапазонах, серебряные – в видимом и ИК диапазонах, золотые – в ИК области спектра.

Отражение от любого металла сильно зависит от длины волны света: с её увеличением коэф. отражения возрастает для некоторых металлов до 99% и более. Коэф. отражения у диэлектриков значительно меньше, чем у металлов; напр., стекло с показателем преломления

$n = 1,5$ отражает всего 4% света. Однако, используя интерференцию света в многослойных комбинациях прозрачных диэлектриков, можно получить отражающие поверхности (в относительно узкой области спектра) с коэф. отражения более 99% не только в видимом диапазоне, но и в УФ, что невозможно с металлич. поверхностями.

Z . применяются в астрономич. телескопах, монохроматорах, в оптич. резонаторах лазеров и др. приборах. В прожекторах и зеркально-линзовых оптич. системах применяют также Z ., представляющие собой линзы, задняя сторона которых является отражающей.

Наиболее распространённый способ изготовления Z . – нанесение отражающих

металлич. или диэлектрич. покрытий на полированную стеклянную поверхность катодным распылением или испарением в вакууме. В кон. 20 в. разработаны способы изготовления больших парабоидальных зеркал (для телескопов) из отд. малых зеркал, положение которых автоматически регулируется так, чтобы отражённый ими свет звезды собирался в одну точку (см. [Адаптивная оптика](#)). Это позволяет в значит. степени компенсировать искажения, создаваемые турбулентной атмосферой.

Историческая справка



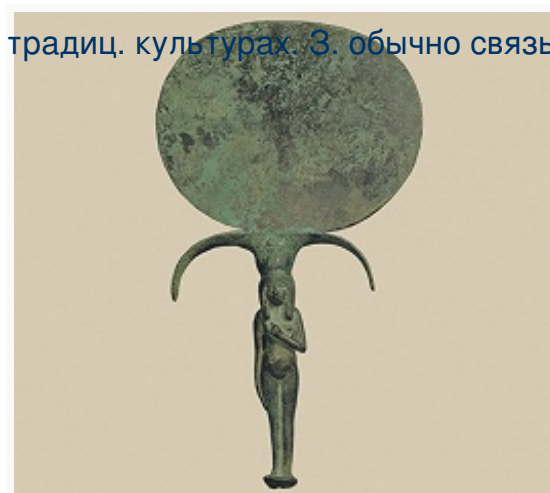
Бронзовое китайское зеркало эпохи Хань (206–220). Музей Корнуоллского ун-та (США, штат Нью-Йорк).

Бронзовые диски, возможно, выполнявшие роль З., известны с рубежа энеолита и бронзового века (могильник [Сузы I](#); Иран, кон. 5-го тыс. до н. э.) и в раннем бронзовом веке (напр., в [майкопской культуре](#) на Кавказе). Несомненные З., имеющие ручки, найдены в погребениях 3-го тыс. из Анатолии ([Аладжа-Хююк](#) и др.). С позднего бронзового века З. получили распространение во многих культурах Евразии (особое значение З. отмечено у [этрусков](#), в культурах [«скифо-сибирского мира»](#), у [сарматов](#), [аланов](#) и др.). В Китае З. известны с 12–11 вв., возможно, они заимствованы у юж.-

сибирских культур, но массовое распространение получили с периода Борющихся царств (453/403–221 до н. э.). Кит. З. эпохи Зап. Хань и их имитации были предметом экспорта, достигавшего Европы и оказавшего влияние на ряд типов З. рим. времени и раннего Средневековья. В Мезоамерике были известны З. из антрацита.

Стеклянные З. на серебряной или золотой фольге известны в Рим. империи с 1 в. н. э. В 1516 в Венеции создана технология изготовления больших З. из цельного стекла. С 16 в. в Зап. Европе стала распространяться оловянная амальгама, в 17 в. появились стеклянные З., изготовленные литьём. В 1665 в Сент-Антуанском предместье Парижа основана фабрика зеркал.

Свойство З. «удваивать» реальность определяет его символич. и магич. роль в



Бронзовое египетское зеркало 14–13 вв. до н. э. из Акки (Израиль). Израильский музей (Иерусалим).

традиц. культурах. З. обычно связывается с потусторонним миром: оно используется в погребальном обряде (в т. ч. как погребальный инвентарь) и гаданиях, выступает в ритуалах, связанных со смертью (закрытие З. в доме покойника; разбитые З. в могилах и др.). З. воспринимается, с одной стороны, как опасный предмет (так, распространены запреты на контакт с З. беременных женщин, детей и др.), с другой, подобно др. металлич. и блестящим предметам, – как оберег. В мифах отражение в З. (или заменяющей его блестящей поверхности) – один из способов для героя избежать вредоносного магич. влияния (напр., борьба Персея с горгоной Медузой). З. считается одной из восьми драгоценностей созерцания в сев. буддизме, одним из трёх священных символов япон. императоров. Иллюзионистич. способность З. создавать «реальность в реальности» используется в европ. живописи с 15 в. («Портрет четы Арнольфини» Я. ван Эйка и др.). З. как средство попадания героя в «иной мир» («Зазеркалье») – один из важнейших фантастич. мотивов в европ. литературе.

Литература

Лит.: Тудоровский А. И. Теория оптических приборов. 2-е изд. М.; Л., 1952. Ч. 2; Современный телескоп. М., 1968; Пейсахсон И. В. Оптика спектральных приборов. Л., 1970; Максотов Д. Д. Астрономическая оптика. 2-е изд. Л., 1979.