

измерений, напр. коэф. отражения при двух углах  $\phi$ . Однако, если проводить измерения в широкой области частот  $\omega$ , то можно измерять  $R$  только при одном угле падения; затем с помощью Крамера — Кронига соотношений по спектру  $R_{s,p}(\omega)$  находят фазу отражённой волны  $\delta_s(\omega)$  или  $\delta_p(\omega)$ , а далее по ф-лам Френеля для амплитудных коэф. отражения  $r_s(\omega)$  или  $r_p(\omega)$  определяют  $n(\omega)$  и  $\kappa(\omega)$ .

Рассмотренный выше подход, базирующийся на ур-ниях Максвелла, позволяет описывать особенности  $O. c.$  на феноменологич. уровне. Не вскрывая механизма взаимосвязи оптич. свойств вещества с его атомным строением, он устанавливает соотношение между макрохарактеристиками — оптич. постоянными среды  $n$ ,  $\kappa$  и её электрич. параметрами — диэлектрич. проницаемостью  $\epsilon$  и электропроводностью  $\sigma$ :

$$n^2 - \kappa^2 = \epsilon; \quad n\kappa = 2\pi\sigma/\omega.$$

Взаимосвязь макро- и микропараметров среды была обоснована микроскопич. электронной теорией Х. А. Лоренца (1880), рассматривающей электрон (атом) как осциллятор, а среду как набор частиц-осцилляторов. Падающая световая волна вызывает колебания в частицах, в результате чего они излучают волны, когерентные с падающей. Вторичная волна одного атома действует на др. атомы и вызывает их дополнит. излучение; интерференция всех этих волн с падающей объясняет все явления отражения и преломления. Если расстояние между частицами  $\ll \lambda$  (что справедливо для оптич. диапазона) и если плотность частиц одинакова во всём объёме среды, то расчёт по молекулярной теории приводит к тем же выводам, что и феноменологич. теория. Именно в «среде» вторичные волны «гасят» падающую и создают преломлённую; вне «среды» интерференция вторичных волн приводит к образованию отражённой волны с амплитудой, описываемой ф-лами Френеля. Если расстояние между частицами сравнимо с  $\lambda$  (в рентг. области), то феноменологич. теория неправомерна, необходим другой подход (см. Дифракция рентгеновских лучей). Тепловое движение частиц нарушает постоянство их плотности и приводит к новому явлению — молекулярному рассеянию света.

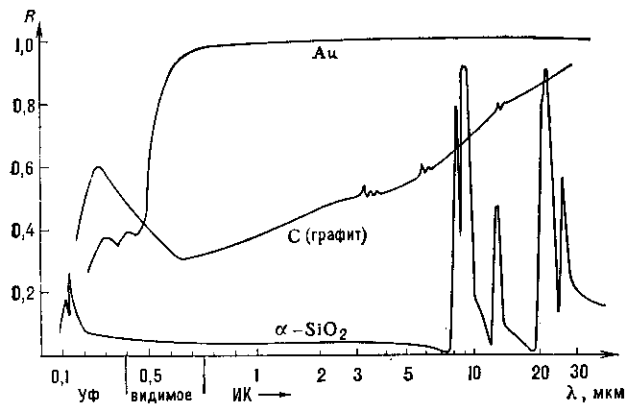


Рис. 3. Спектры коэффициентов отражения диэлектрика ( $\alpha$ -кварц), металла (Au) и монокристаллического графита.

В поглощающих средах (хорошо проводящих металлах) падающая волна поглощается практически полностью в тонком ( $\sim 10$  нм) слое; энергия её превращается в энергию движения электронной плазмы. Движущиеся электроны излучают, в результате чего формируется отражённая волна, уносящая до 99% энергии (подробнее см. *Металлооптика*).

Спектры отражения в УФ-, видимой и ИК-областях типичного представителя металлов (Au) и диэлектриков ( $\alpha$ -кварц) представлены на рис. 3. Хорошо виден общий резонансный характер  $O. c.$  в УФ-области у  $\alpha$ -кварца и золота, тогда как в ИК-области обнаружива-

ются качеств. различия: у  $\alpha$ -кварца по-прежнему ярко выражена резонансная структура полос в спектре  $O. c.$ , а у золота — неселективное отражение, характерное для свободных носителей электрич. заряда. В промежуточной — видимой области в спектре  $O. c.$  золота с ростом  $\lambda$  происходит быстрое нарастание коэф. отражения. Спектр  $O. c.$  полуметалла (графит) в УФ-области имеет те же общие черты, а в ИК-области носит промежуточный характер, приближаясь с ростом  $\lambda$  к спектру металлов. Резонансные колебания кристаллич. решётки графита выражены в спектре  $O. c.$  в виде весьма слабых полос на фоне интенсивного неселективного отражения, обусловленного свободными носителями.

При рассмотренном выше  $O. c.$  предполагалось наличие идеально гладкой плоской отражающей границы. Реальная поверхность имеет микронеровности конечной высоты, трещины, адсорбиров. воду и т. п. Для точного измерения параметров отражённого света, на к-рые влияют тончайшие поверхностные слои, необходимы исключительно тщательная хим. очистка поверхности и устранение дефектов и нарушений структуры, вызванных обработкой. Наличие микрорельефа приводит к нерегулярному рассеянию света по разным направлениям, причём для высококачеств. полировки потери на рассеяние могут составлять  $\sim 2 \cdot 10^{-5}$  от мощности падающего света. Если высота микронеровностей  $h \geq 0,2\lambda$ , то отражение диффузное; при  $h \leq 0,003\lambda$  отражение зеркальное. Коэф. зеркального  $O. c.$  от поверхности при нормальном падении в хорошем приближении описывается ф-лой  $R = R_0 \exp(-4\pi h/\lambda)^2$ , где  $R_0$  — отражение идеально гладкой поверхности. Металлич. зеркало, у к-рого потери на диффузное отражение составляют не более 0,1%, должно иметь  $h \leq 0,003\lambda$  в видимом диапазоне. При наклонном падении и при переходе в ИК-область требования к качеству полировки снижаются.

Диффузное  $O. c.$  представляет собой рассеивание света во всевозможных направлениях телом, к-рое имеет шероховатую поверхность либо обладает внутр. неоднородной структурой, ведущей к рассеянию света в его объёме.  $O. c.$  от шероховатой поверхности, представляющей собой совокупность различных образцов ориентированных площадок с размерами  $\geq \lambda$ , сводится к отражению света этими площадками в соответствии с ф-лами Френеля; угл. распределение яркости и поляризации диффузно отражённого света целиком определяется характером стохастич. распределения площадок по ориентациям.

Если  $O. c.$  обусловлено рассеянием на неоднородностях внутр. структуры самого тела (порошки, эмульсии, облака и т. п.), то явление носит объёмный характер и его закономерности определяются эффектами многократного рассеяния света, проникшего в тело. В этом случае даже слабое поглощение внутри тела приводит к резкому ослаблению многократно рассеянного света и уменьшению отражат. способности. Для очень тонких или сильно поглощающих сред существенно только однократное рассеяние, вследствие чего отражат. способность пропорц.  $\beta/\gamma$  ( $\beta$  и  $\gamma$  — объёмные коэф. рассеяния и поглощения). Т. к.  $\beta$  и  $\gamma$  зависят от степени дисперсности рассеивающего вещества, то и отражат. способность зависит от дисперсности: увеличивается по мере измельчения рассеивающих частиц. Поляризация отражённого света также зависит от величины  $\beta/\gamma$ . Угл. распределение отражённого света определяется видом матрицы рассеяния и меняется с изменением  $\beta/\gamma$  и оптич. толщины слоя.

Для поверхностей, равномерно рассеивающих свет, часто пользуются (напр., при светотехн. расчётах) Ламберта законом, согласно к-рому яркость диффузно отражающего тела пропорц. его освещённости и не зависит от направления, в к-ром она рассматривается. Однако закон этот выполняется очень приближённо, лишь для тел с высокой отражат. способностью и под углами наблюдения  $< 60^\circ$ .