

ется эффективностью столкновений электронов ($A \approx \approx 0,01-0,1$). Скин-эффект близок к нормальному, т. к. $s \ll l, \delta$.

В видимой области спектра, наряду с внутриволновым поглощением света свободными электронами, на оптич. характеристики ряда металлов влияет межзонное поглощение, не описываемое теорией Друде — Зинера. Коэф. поглощения при этом возрастает до 0,2—0,5. В УФ-области при $\omega \sim \omega_p$ (область III, рис. 1) для всех металлов типичен переход от сильного отражения к прозрачности, вследствие изменения характера поляризуемости среды и знака ϵ' . При $\omega \gg \omega_p$ отклик металлов на эл.-магн. воздействие связан с возбуждением излучения внутр. электронных оболочек атомов и аналогичен отклику диэлектриков.

В табл. приведены значения величин n, κ и R при комнатной темп-ре для нек-рых металлов в видимой и ИК-области.

Оптические характеристики некоторых металлов

	$\lambda = 0,5 \text{ мкм}$			$\lambda = 5,0 \text{ мкм}$		
	n	κ	$R, \%$	n	κ	$R, \%$
Cu	1,06	2,70	63,2	3,1	32,8	98,9
Ag	0,11	2,94	95,5	2,4	34,0	99,2
Au	0,50	2,04	68,8	3,3	35,2	98,95
Zn	—	—	—	3,8	26,2	97,9
Al	0,50	4,59	91,4	6,7	37,6	98,2
In	—	—	—	9,8	32,2	96,6
Sn	0,78	3,58	80,5	8,5	28,5	96,2
Pb	1,70	3,30	62,6	9,0	24,8	95,0
Ti	2,10	2,82	52,5	3,4	9,4	87,4
Nb	2,13	3,07	56,0	8,0	27,7	96,2
V	2,65	3,33	56,6	6,6	17,5	92,7
Mo	3,15	3,73	59,5	4,25	23,9	97,2
W	3,33	2,96	51,6	3,48	21,2	97,0
Fe	1,46	3,17	63,7	4,2	12,5	90,8
Co	1,56	3,43	65,9	4,3	14,6	92,9
Ni	1,54	3,10	61,6	4,95	18,5	94,8
Pt	1,76	3,59	65,7	7,7	20,2	93,7

Для наклонно падающего света коэф. отражения и поглощения, а также фазовые сдвиги ϕ при отражении зависят от состояния поляризации света. Для s -поляризов. излучения величина коэф. отражения R^s монотонно растёт с увеличением угла падения α ; зависимость $R^p(\alpha)$ для p -поляризов. излучения имеет вид кривой с минимумом при $\alpha \approx \arccos(1/\kappa)$. При $\alpha = 0$ и $\alpha = \pi/2$ значения R^p и R^s совпадают. Вследствие отличия R^p от R^s и ϕ^p от ϕ^s при отражении от металла наклонно падающей линейно поляризов. волны она становится эллиптически поляризованной. Это используется для определения оптич. параметров n и κ (см. Френеля формулы).

Особенности в оптич. поглощении появляются при аномальном скин-эффекте, когда $\gamma < \Omega$ или $l > \delta = c/\omega_p$. Строгая теория здесь основывается на решении кинетич. ур-ния для неравновесной f -фции распределения электронов по энергиям в поле световой волны. Из теории следует, что существует особое, поверхностное поглощение, к-рое зависит от типа рассеяния свободных электронов на поверхности металла и возникает вследствие пространств. дисперсии проводимости. В области частот $\gamma < \omega < \Omega$ (сильно аномальный скин-эффект) такой механизм поглощения является единственным, и определяемый им коэф. поглощения равен:

$$A = A_s = \frac{8\sqrt{3}}{9} \left(\frac{4}{3\pi}\right)^{1/3} \left(\frac{v}{c}\right)^{1/3} \left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^{2/3} \quad (6)$$

при зеркальном отражении электронов на поверхности и $A = A_d = \frac{9}{8} A_s$ при их диффузном рассеянии. Вклад механизма существен и на более высоких частотах

($\omega_p \gg \omega > \Omega$, область слабо аномального скин-эффекта), когда обусловленное им дополнительное [по отношению к (5)] поверхностное поглощение равно:

$$A_{\Pi} = \frac{1}{2} \left(\frac{v}{c}\right)^3 \left(\frac{\omega_p}{\omega}\right)^2 p + \frac{3}{4} \frac{v}{c} (1-p). \quad (7)$$

В (7) p — феноменологич. коэф. Фукса зеркального отражения электронов ($0 \leq p \leq 1$), зависящий от микрогеометрии поверхности. Хотя влияние шероховатой поверхности на рассеяние электронов, строго говоря, не описывается одним параметром p , его удобно использовать как подгочный. При этом чисто зеркальное отражение ($p = 1$) свойственно локально гладким поверхностям ($h \leq 5 \text{ нм} \ll L$); h — среднеквадратичная высота неровностей, L — корреляц. длина. Для большинства реальных поверхностей $p \approx 0$ (диффузное рассеяние электронов). В этих условиях $A_{\Pi} = A_{\Pi \text{ макс}} \approx \approx 0,01$. Аномальный скин-эффект наиб. заметно влияет на ИК-поглощение благородных металлов (рис. 2).

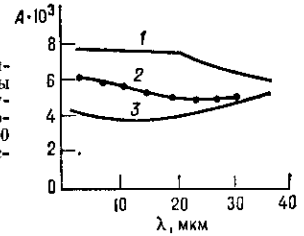


Рис. 2. Зависимости коэффициента поглощения серебра от длины волны при комнатной температуре: 1, 3 — расчёт по теории аномального скин-эффекта при $p=0$ и $p=1$ соответственно; 2 — эксперимент.

В видимой области спектра существует дополнит. поглощение, связанное с возбуждением на шероховатостях локализов. и бегущих поверхностных эл.-магн. мод (см. Поверхностные оптические волны), к-рые диссипативно затухают при распространении вдоль поверхности металла.

Оптич. характеристики металла изменяются при нагревании вследствие температурной зависимости частоты электронных столкновений $\gamma(T)$. Согласно существующим представлениям, в величину γ вносят аддитивный вклад процессы электрон-фононного (γ_{ef}), межэлектронного (γ_{ee}) и электрон-примесного (γ_{ep}) рассеяния. При низких темп-рах ($T < \theta$, θ — дебаевская темп-ра) коэф. поглощения минимален и определяется электронным рассеянием на поверхности и примесях, а также квантовыми эффектами в электрон-фононном взаимодействии. В среднем и ближнем ИК-диапазоне

$$A_{\text{мин}} = A_{\Pi} + \frac{2\gamma_{ep}}{\omega_p} + \frac{4\gamma_0}{5\omega_p} \left(1 - \frac{5k\theta}{6h\omega}\right). \quad (8)$$

где γ_0 — частота электрон-фононных столкновений при дебаевской темп-ре. Напр., при $T = 4,2 \text{ К}$ на $\lambda = 10 \text{ мкм}$ $A_{\text{мин}} = 2 \cdot 10^{-3}$ ($p = 1$); $6 \cdot 10^{-3}$ ($p = 0$) — для меди и $1,3 \cdot 10^{-3}$ ($p = 1$); $4,7 \cdot 10^{-3}$ ($p = 0$) — для серебра. При высоких темп-рах ($T > \theta$) осн. вклад в γ и A вносят электрон-фононные столкновения, частота к-рых линейно растёт с T . Вследствие этого в том же частотном диапазоне

$$A(T) = A_0 + \eta T, \quad (9)$$

где $A_0 \approx A_{\text{мин}}$ — не зависящая от T компонента поглощения, η — термооптич. коэф. $\sim (1-5) \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$.

С появлением лазеров сформировался новый раздел физ. М., в к-ром изучается взаимодействие с металлами интенсивного лазерного излучения. В теории лазерного взаимодействия развиты осн. представления физ. М. о механизмах поглощения света и передачи поглощённой энергии. При поглощении квантов возрастает кинетич. энергия отд. электронов, к-рая за короткое время ($\sim 10^{-13}-10^{-12} \text{ с}$) перераспределяется между др. электронами в результате межэлектронных соударений, и возрастает темп-ра электронного газа T_e . Далее эта энергия передаётся решётке за времена $\tau \sim 10^{-11}-$