Знак постоянной Холла отрицательный, когда перенос осуществляется электронами. Это имеет место у одновалентных металлов.

У двухвалентных металлов и металлов переходных групп, для которых имеет место перекрытие зон, в проводимости участвуют как электроны, так и дырки.

Поэтому знак часто оказывается положительным. Наблюдается также анизотропная постоянной Холла, особенно резко выраженная у таких металлов, как Bi.

В следующем приближении $\sigma(H)$ оказывается обратно пропорциональной квадрату напряженности магнитного поля. Однако в поведение $\sigma(H)$ в сильных полях, а также числовое значение этой функции в сильных полях плохо согласуется с опытными данными. Это связано с грубостью использованной выше модели. Учет эффектов анизотропии поверхности, всегда имеющей место в реальных кристаллах, позволяет существенно улучшить согласие теории с опытом.

§ 60. Оптические свойства системы электронов проводимости

В основу рассмотрения оптических свойств металла мы положим допущение, что взаимодействие электромагнитного поля световой волны с электронами проводимости и электронами атомных остатков происходит независимым образом. Взаимодействие атомов с электромагнитным полем обсуждалось в ч. V.

Мы ограничимся поэтому обсуждением поведения системы электронов проводимости в поле световой волны. Заметим, что если частота поля ω не совпадает с одной из собственных атомных частот, основные оптические характеристики металлов определяются именно поведением электронов проводимости.

Для этого проще всего найти комплексную проводимость в зависимости от частоты поля, действующего на металл.

Как и при расчете статической проводимости, воспользуемся кинетическим уравнением Больцмана (57,12), которое в нашем случае приобретает вид

$$e\mathscr{E}\frac{\partial f_0}{\partial \boldsymbol{p}}+\boldsymbol{v}\frac{\partial f_1}{\partial \boldsymbol{r}}+\frac{\partial f_1}{\partial t}=\int (f_1'-f)F(\alpha)\,d\Omega' \simeq \frac{f_1'-f}{\tau}. \quad (60,1)$$

Мы удержали в нем член $\frac{\partial f_1}{\partial \boldsymbol{r}}$, но опустили член с магнитным полем $\left(\text{как малый в отношении } \frac{v}{c}\right)$.

Положим, что внешнее поле изменяется по закону

$$\mathscr{E}=\mathscr{E}_0 e^{i(\varkappa r-\omega t)}.$$

Тогда решение уравнения (60,1) естественно пытаться искать в виде

$$f_1 = \alpha (\boldsymbol{v}\boldsymbol{E}_0) e^{i(\varkappa r - \omega t)}. \tag{60,2}$$

Подстановка в (60,1) дает

$$e\mathscr{E}_0 v \frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} = \alpha v \mathscr{E}_0 \left[i(\varkappa v) - i\omega + \frac{1}{\tau} \right],$$

откуда

$$f_1 = \frac{ev\mathscr{E}_0 \left(\frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} \right) e^{i(\varkappa r - \omega t)}}{\left[\frac{1}{\tau} - i\omega + i(\varkappa v) \right]}. \tag{60,3}$$

Поскольку $\varkappa \sim \frac{\omega}{c}$, а $v \ll c$, член, возникший от производной $\frac{\partial f_1}{\partial t}$, мал и можно записать

$$f_1 \simeq \frac{ev\mathscr{E}_0 \left(\frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} \right) \frac{\lambda_{tr}}{v} e^{i(\varkappa r - \omega t)}}{[1 - i\omega\tau]} \tag{60,4}$$

Мы видим, что поправка к функции распределения оказывается комплексной. Из выражения для тока в случае кубического кристалла легко найти проводимость

$$\sigma(\omega) = \sigma(0) \frac{1 + i\omega\tau}{1 + \omega^2\tau^2}, \tag{60,5}$$

где $\sigma(0)$ — проводимость в постоянном поле. Поскольку τ может быть вычислена, формула (60,5) дает полное количественное описание оптических свойств системы электронов проводимости. Формула для проводимости в высокочастотном поле справедлива в области скин-слоя, толщина которого дается формулой (30,4) ч. IV. При этом необходимо, чтобы толщина скин-слоя δ была велика по сравнению с длиной свободного пробега λ_{tr}.

§ 61. Длина свободного пробега электрона в металлах

По определению, как и в § 27, в приближении (57,11) можно ввести понятие длины свободного пробега

$$\lambda_{tr} = \frac{1}{N\sigma_{tr}} = \frac{v_{\text{эл}}}{W},$$

где $v_{\text{эл}}$ — средняя скорость электрона и W — вероятность его столкновения (в единицу времени) с рассеивателем.

Непосредственный смысл имеют величины $v_{\text{эл}}$ и W. Разумеется, длину свободного пробега нельзя понимать буквально как расстояние между последовательными соударениями. Мож-