

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ ЭЛЕКТРОН-ФОНОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ЭФФЕКТИВНОГО КУЛОНОВСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ТИТАНА, ВАНАДИЯ И НИОБИЯ

И. П. Маш, Г. П. Мотулевич

Исследование оптических свойств металлов позволяет получить концентрации электронов проводимости. В работах /1,2/ было показано, что оптические исследования, дающие концентрацию электронов проводимости N , измерения статической проводимости σ_0 и отношения остаточного сопротивления к сопротивлению при температуре T , где T - температура порядка дебаевской, позволит получить константу электрон-фононного взаимодействия λ_{ep} . При этом используются следующие соотношения:

$$\lambda_{ep} = \frac{\hbar \nu_{ep}}{2\pi kT}, \quad \sigma_0 = \frac{e^2 N}{m(\nu_{ep} + \nu_{ed})}, \quad \frac{R_{ocm}}{R} = \frac{\nu_{ed}}{\nu_{ep} + \nu_{ed}}.$$

Дополнив эти исследования измерением температуры Дебая θ_D и температуры перехода в сверхпроводящее состояние T_c , можно вычислить эффективный кулоновский потенциал μ^* , используя формулу Максвеллана /3/

$$T_c = \frac{\theta_D}{1,45} \exp \left\{ - \frac{1,04(1 + \lambda)}{\lambda - \mu^*(1 + 0,62\lambda)} \right\}.$$

Обе указанные константы имеют большое значение в теории сверхпроводимости. Мы вычислили их для Ti , V и Nb и проанализировали точность, с которой они могут быть получены в настоящее время.

Результаты вычисления λ_{ep} и μ^* приведены в таблице, в которой даются также исходные величины N , σ_0 , θ_D и T_c . Величина σ_0 - проводимость, отнесенная к "идеальному металлу", у которого $\nu_{ed} = 0$. Частота соударений электронов с фононами ν_{ep} определяется

через σ_0 по формуле

$$\nu_{\text{ep}} = \frac{e^2 N}{\sigma_0^2 m}$$

Таблица

Константа электрон-фононного взаимодействия λ_{ep} и эффективный Кулоновский потенциал μ^* для Tl, V и Nb.

	Tl	V	Nb
$N, 10^{22} \text{ см}^{-3}$ Литература	$0,63 \pm 0,05$ 4	$2,00 \pm 0,07$ 5	$4,49 \pm 0,06$ 6
$\sigma_0, 10^{16} \text{ сек}^{-1}$ Литература	$2,14 \pm 1,75$ 7	$4,49 \pm 3,74$ 7, 5	$6,82 \pm 6,06$ 7, 6
$\nu_{\text{ep}}, 10^{14} \text{ сек}^{-1}$	$0,67 \pm 0,98$	$0,49 \pm 1,40$	$1,65 \pm 1,90$
λ_{ep}	$0,285 \pm 0,40$	$0,41 \pm 0,58$	$0,68 \pm 0,79$
$\theta_D, \text{ }^\circ\text{K}$ Литература	428 3	399 3	277 3
$T_c, \text{ }^\circ\text{K}$ Литература	0,39 3	5,3 3	9,2 3
μ^*	$0,05 \pm 0,15$	$0,03 \pm 0,12$	$0,07 \pm 0,12$

Для σ_0 имеется в литературе большой разброс. Мы привели крайние значения, относящиеся к "хорошим" образцам. Ошибка в N , а также, что более существенно, разброс значений для σ_0 приводит к разбросу значений для λ_{ep} , ν_{ep} и μ^* . В таблице приведены крайние значения указанных величин. Из таблицы следует, что $\mu^* \ll \lambda_{\text{ep}}$ для всех трех металлов. При современном состоянии эксперимента λ_{ep} можно определить с точностью около 30%, что дает большую ошибку в μ^* , около 100%. Однако даже крайние значения μ^* для V и Nb меньше величины 0,13, которая обычно принимается в теоретических расчетах для переходных металлов /3/.

Поступила в редакцию
9 января 1973 г.

Л и т е р а т у р а

1. J. J. Hopfield. *Comm. Sol. St. Phys.*, 2, 48 (1970).
2. Е. Г. Максимов, Г. П. Мотулевич. *ЖЭТФ*, 61, 414 (1971).
3. W. L. McMillan. *Phys. Rev.*, 167, 331 (1968).
4. И. Д. Маш, Г. П. Мотулевич. *ЖЭТФ*, 63, 985 (1972).
5. А. И. Головашкин, И. Д. Маш, Г. П. Мотулевич. *Краткие сообщения по физике*, 9, 51 (1970).
6. А. И. Головашкин, И. Е. Лаксина, Г. П. Мотулевич, А. А. Шубин. *ЖЭТФ*, 56, 51 (1969).
7. М. А. Фляндт, Е. Д. Семенова. *Свойства редких элементов. Изд. черной и цветной металлургии, Москва, 1953 г.*