

А. В. ИОФФЕ и академик А. Ф. ИОФФЕ

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ВЕЛИЧИНЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

В статье одного из нас ⁽¹⁾ указывалось, что фононная часть теплопроводности полупроводников должна убывать с ростом атомного веса и с усилением ангармоничности тепловых колебаний. Полученные с тех пор нами и другими исследователями количественные результаты находятся в хорошем согласии с этими ожиданиями.

Служивший нам для измерения теплопроводности прибор представлял собой улучшенный образец прибора, описанного в ⁽²⁾. При его помощи можно было получать в короткое время значения теплопроводности с ошибкой, не превышающей немногих процентов для значений теплопроводности порядка сотых и тысячных кал/град·см·сек и до 5—8% для значений, приближающихся к единице или одной тысячной. Измерения наши относятся к температуре порядка 10° Ц.

В табл. 1 и 1а и на рис. 1 и 2 сопоставлены данные о теплопроводности ряда атомных кристаллических решеток (алмаза, кремния, германия, сурьмянистого индия) и большого числа ионных кристаллов, их средние и приведенные атомные веса.

Таблица 1
Атомные решетки

Кривая рис. 2	Кристалл	Атомный вес	κ
0	Алмаз	12	$>0,45^*$
	Si	28	$0,26^*$
	Ge	72,6	$0,14^*$
	GaSb	85	$0,065^*$
	InSb	118	$0,038^*$

Таблица 1а
Ионные решетки

Кривая рис. 1	Кристалл	$\frac{A_1 + A_2}{2}$	$\frac{A_1 \times A_2}{A_1 + A_2}$	$\frac{A_1}{A_2}$	κ
I	NaF	21	10,5	1,2	0,024
	KCl	37,3	18,5	1,0	0,016*
	RbBr	82,2	41,0	1,0	0,009
	RbJ	106	52,0	1,5	0,008
II	LiF	13	5,2	2,1	0,038*
	NaCl	29,2	14,0	1,6	0,015*
	KBr	60	26	2,0	0,005
	RbCl	70	25	2,4	0,004
	NaBr	51	18	3,5	0,006
	KJ	83	30	3,3	0,005*
III	AgCl	71	27		0,003
	AgBr	94	46		0,0025
	TlCl	120	30		0,0022
	TlBr	142	57		0,0018

Примечание. Звездочками отмечены значения, полученные нами. Остальные заимствованы из литературных данных.

но для случая $A_1/A_2 < 1,5$ (кривая I) и $A_1/A_2 > 1,5$ (кривая II). Первая группа обладает большей теплопроводностью, чем вторая, что хорошо согласуется с характером спектра тепловых колебаний.

На рис. 1 сопоставлены указанные в табл. 1а значения теплопроводности ионных кристаллов в зависимости от среднего атомного веса компонентов соединения, а на рис. 2 — теплопроводность атомных и ионных решеток в зависимости от атомного веса A для первых и от среднего атомного веса $\frac{A_1 + A_2}{2}$ для вторых.

Теплопроводность ионных кристаллов показана на рис. 1 отдельно

Кривая III относится к галогидным солям Ag и Tl.

На рис. 2 кривая 0 соответствует атомным кристаллам, а кривые I, II, III имеют такое же значение, как и на рис. 1.

Рассмотрение рис. 1 и 2 с убедительностью показывает падение теплопроводности с ростом атомного веса. Можно также видеть, что теплопроводность убывает с увеличением отношения A_1/A_2 компонентов ионного кристалла.

А. В. ИОФФЕ

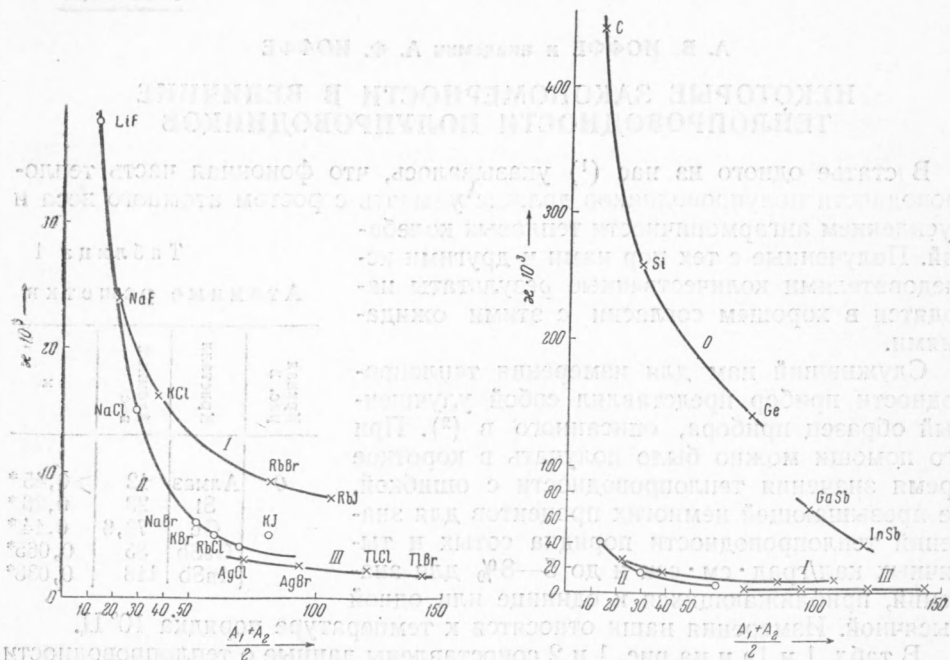


Рис. 1

Рис. 2

Столь же отчетливо различие между атомными (0) и ионными (I, II, III) кристаллическими решетками. Теплопроводность первых больше чем на порядок величины превышает значения для ионных решеток с таким же средним атомным весом. Присутствие оптической ветви в спектре тепловых колебаний, повышая, видимо, ангармоничность тепловых колебаний, сокращает длину свободного пробега фононов так же, как при этом уменьшается длина свободного пробега электронов.

Дальнейшие исследования покажут, в какой мере изложенные здесь закономерности могут быть обобщены на другие типы кристаллических решеток.

Поступило
20 V 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Ф. Иоффе, ДАН, 87, № 3 (1952). ² А. В. Иоффе, ЖТФ, 22, 2005 (1952)