

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФАКУЛЬТЕТ ОБЩЕЙ И ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Лабораторная работа № 6.11.1
Определение ширины запрещенной зоны полупроводника

Серебренников Даниил
Группа Б02-826м

Долгопрудный, 2021 г.

Цель работы: исследовать температурную зависимость проводимости типичного полупроводника – германия или кремния. Определить ширину запрещенной зоны с помощью цифрового вольтметра.

1 Основные формулы

Удельная проводимость образца:

$$\sigma = \frac{l}{RS},$$

где R – сопротивление образца, l – его длина, а S – поперечное сечение.

Ширина запрещенной зоны:

$$\Delta = 2k \frac{\Delta(\ln \sigma)}{\Delta(1/T)}. \quad (*)$$

2 Экспериментальная установка

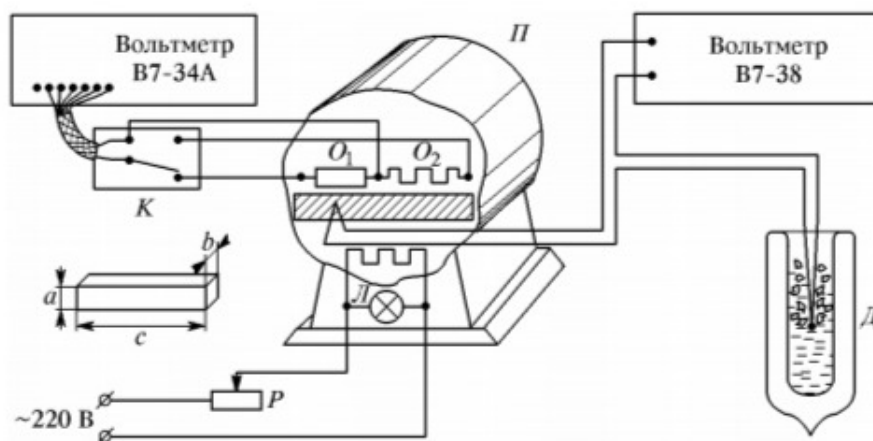


Рис. 1: Схема экспериментальной установки.

3 Экспериментальные данные

1. $\sigma_R = 0,001$ кОм;
2. $\sigma_V = 0,01$ мВ;
3. Коэффициент термопары $\lambda = 41$ мкВ/°С;
4. Температура термометра $t_0 = (26,0 \pm 0,5)^\circ\text{C}$.
5. Параметры образца $l = 39,2$ мм, $S = 4,1 \cdot 4,1$ мм².

Таблица 1: Результаты измерений.

R , кОм	V , мВ	t , °С	T , К	σ , (Ом · м) ⁻¹	$1/T$, К ⁻¹	$\ln \sigma$
0,769	-0,10	23,6	296,6	3,03	0,003372	1,11
0,639	0,05	27,2	300,2	3,65	0,003331	1,29
0,565	0,02	26,4	299,4	4,13	0,003340	1,42
0,469	0,30	33,3	306,3	4,97	0,003265	1,60
0,339	0,58	40,1	313,1	6,88	0,003193	1,93
0,318	0,64	41,6	314,6	7,33	0,003179	1,99
0,296	0,70	43,1	316,1	7,88	0,003164	2,06
0,189	1,15	54,0	327,0	12,34	0,003058	2,51
0,149	1,40	60,1	333,1	15,65	0,003002	2,75
0,099	1,85	71,1	344,1	23,56	0,002906	3,16
0,075	2,20	79,7	352,7	31,09	0,002836	3,44
0,055	2,61	89,7	362,7	42,40	0,002757	3,75
0,042	3,00	99,2	372,2	55,52	0,002687	4,02
0,032	3,40	108,9	381,9	72,87	0,002618	4,29
0,025	3,80	118,7	391,7	93,28	0,002553	4,54
0,023	4,00	123,6	396,6	101,39	0,002522	4,62
0,021	4,20	128,4	401,4	111,05	0,002491	4,71
0,018	4,40	133,3	406,3	129,55	0,002461	4,86
0,017	4,60	138,2	411,2	137,17	0,002432	4,92
0,015	4,80	143,1	416,1	155,46	0,002403	5,05
0,014	5,00	148,0	421,0	166,57	0,002376	5,12

4 Обработка результатов

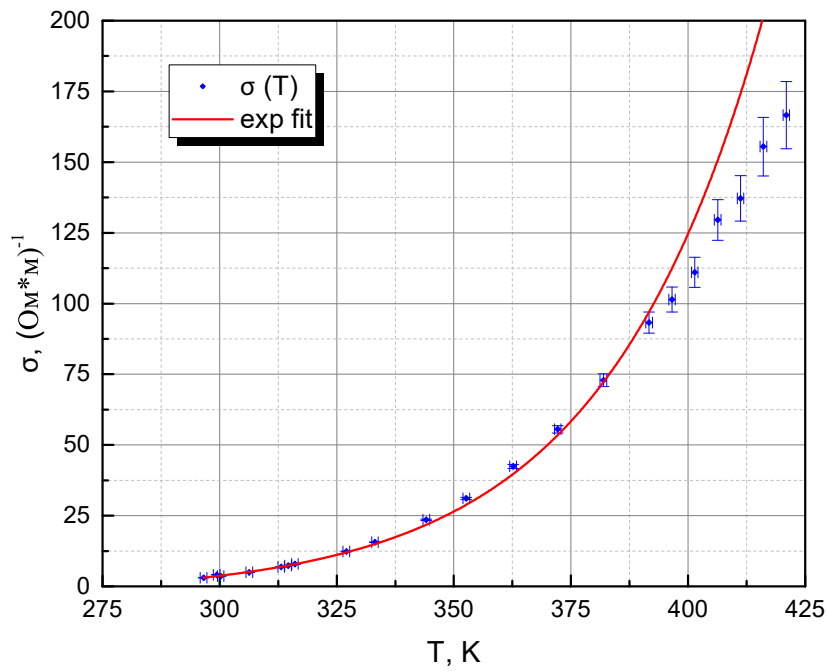


Рис. 2: Зависимость σ от T .

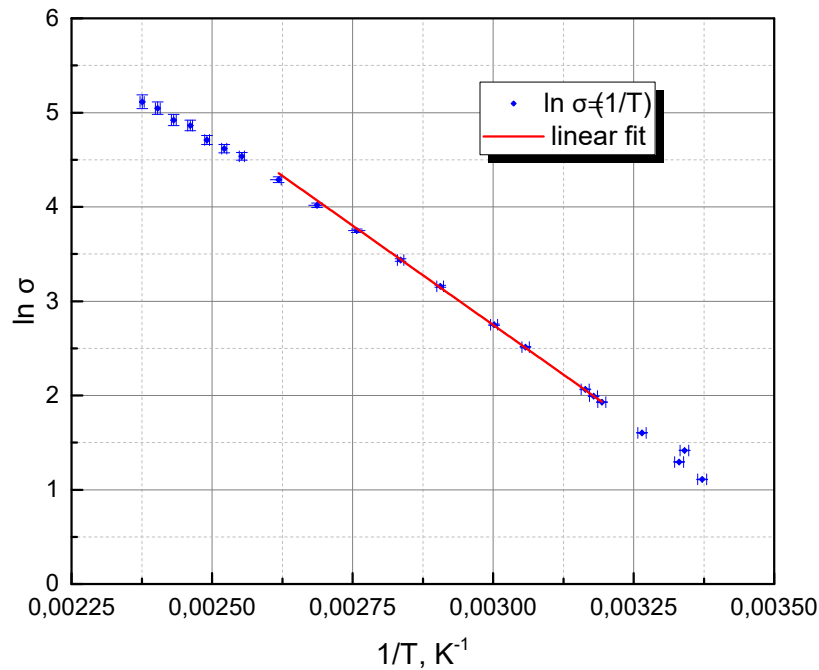


Рис. 3: Зависимость $\ln \sigma$ от $1/T$.

Наклон прямой есть (-4220 ± 30) K, тогда ширина запрещенной зоны, согласно формуле (*) есть

$$\Delta = (0,724 \pm 0,006) \text{ эВ}$$

5 Обсуждение результатов и выводы

Исследована температурная зависимость проводимости типичного полупроводника - германия или кремния. Определена ширина запрещенной зоны, которая несколько превышает табличное значение.

Стоит отметить, что на рисунке 2 наблюдается переход экспоненты в прямую. Это обусловлено тем, что при высоких температурах происходит вырождение полупроводника в полуметалл.