

Группа Р3110

К работе допущен 5.04.21 *ФРД*

Студент Бавин Роман Алексеевич

Работа выполнена 5.04.21 *ФРД*

Преподаватель Коробов Максим Петрович

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.05

Температурная зависимость электрического сопротивления
металла и полупроводника

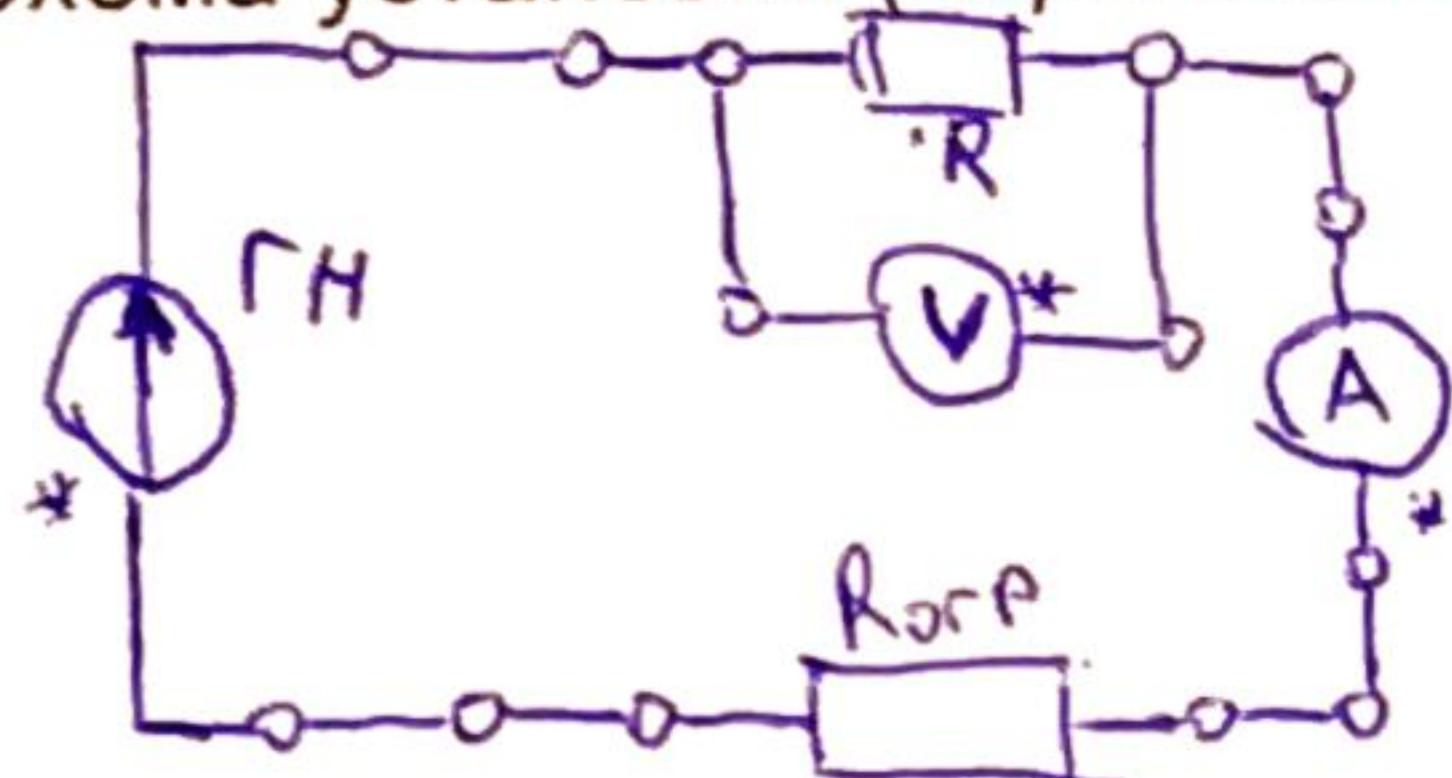
1. Цель работы. 1) Получить зависимость эл. сопротивления металлических и полупроводникового образцов в диапазоне температур от комнатной до $\approx 5^\circ\text{C}$.
2) Вычислить темп. коэф. сопротивления металла и ширину запрещенной зоны полупроводника.
2. Задачи, решаемые при выполнении работы.
1) Измерение значений силы тока и напряжения при различных значениях температуры для металлического и полупроводникового образцов.
2) Построение графиков зависимостей $\ln(R) = \ln(R_0 \cdot \frac{1}{T})$ и $R_n = R_n(T)$ для полупроводникового и металлического образцов соответственно.
3) Нахождение температурного коэффициента сопротивления металла, ширины запрещенной зоны полупроводника и их погрешностей, идентификация образцов по этим значениям.
3. Объект исследования.
Металлический и полупроводниковый образцы.
4. Метод экспериментального исследования.
Прямые многократные измерения.
5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$\alpha_{ij} = \frac{R_i - R_j}{R_0 \cdot t_i - R_i \cdot t_0} ; \quad E_{gij} = 2k \frac{T_i T_j}{T_0 - T_i} \ln \left(\frac{R_i}{R_j} \right)$$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Амперметр	цифровой	$[0; 2000] \text{ мкА}$	1 мкА
2	Вольтметр	цифровой	$[0; 2] \text{ В}$	$0,001 \text{ В}$
3	Термометр	цифровой	$[200; 400] \text{ К}$	1 К
4				

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).



8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

См. табл. 1, табл. 2

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

см. табл. 1, табл. 2

Разобьем все точки на пары и рассчитаем α для металла:

$$1-5: \alpha_{15} = 0,003995 \frac{1}{K}$$

$$2-6: \alpha_{26} = 0,003878 \frac{1}{K}$$

$$3-7: \alpha_{37} = 0,003958 \frac{1}{K}$$

$$4-8: \alpha_{48} = 0,003376 \frac{1}{K}$$

$$\langle \alpha \rangle = 0,003952 \frac{1}{K}$$

Для полупроводника рассчитаем ширину запрещенной зоны:

$$1-5: E_{g15} = 9,43 \cdot 10^{-20} \text{ Дж} = 5,89 \cdot 10^{-1} \text{ эВ}$$

$$2-6: E_{g26} = 9,77 \cdot 10^{-20} \text{ Дж} = 6,10 \cdot 10^{-1} \text{ эВ}$$

$$3-7: E_{g37} = 1,10 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 6,88 \cdot 10^{-1} \text{ эВ}$$

$$4-8: E_{g48} = 1,00 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 6,25 \cdot 10^{-1} \text{ эВ}$$

$$\langle E_g \rangle = 1,01 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 6,28 \cdot 10^{-1} \text{ эВ}$$

10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

$$\Delta \alpha = t_{4,95} \cdot \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \langle \alpha \rangle)^2} = 8,22 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$\Delta E_g = t_{4,95} \cdot \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (E_{gi} - \langle E_g \rangle)^2} = \cancel{1,09 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}} = 0,068 \text{ В}$$

11. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).

1) $\ln(R) = \ln(R) \left(\frac{1}{T} \right)$

2) $R_m = R_m(t)$

12. Окончательные результаты.

$$\alpha = (3,95 \pm 0,08) \frac{10^{-3}}{^{\circ}\text{C}}$$

$$E_g = (1,01 \pm 0,11) \text{ Дж} \cdot 10^{19} = (0,63 \pm 0,06) \text{ В}$$

13. Выводы и анализ результатов работы.

В результате выполнения лабораторной работы были получены значения температурного коэффициента сопротивления для металлического образца и ширины запрещенной зоны для полупроводникового образца.

Из полученных данных можно определить, что металлическим образцом ~~является~~ может быть медь, алюминий или свинец, а полупроводниковым образцом может быть германий.

Также были получены графики зависимостей $\ln(R) = \ln(R) \left(\frac{1}{T} \right)$ и $R_m = R_m(t)$, которые представляют линейную зависимость.

14. Дополнительные задания.

15. Выполнение дополнительных заданий.

16. Замечания преподавателя (исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт).

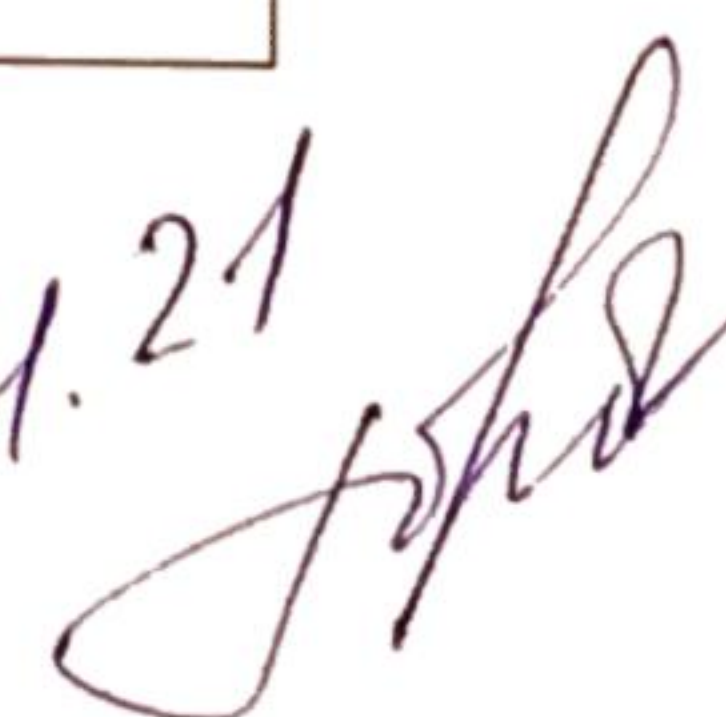
Примечание:

1. Пункты 1-13 Протокола-отчета обязательны для заполнения.
2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.
3. Для построения графиков используют только миллиметровую бумагу.
4. Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.

Приложение

Таблица 1: Полупроводниковый образец

№	T, K	$I, \mu A$	U, V	R, Ω	$\ln R$	$\frac{10^3}{T}, \frac{1}{K}$
1	298	1193	0,919	770,33	6,647	3,356
2	303	1293	0,832	643,46	6,467	3,300
3.	308	1400	0,755	539,29	6,290	3,247
4..	313	1520	0,650	427,63	6,058	3,195
5..	318	1618	0,606	374,54	5,926	3,145
6..	323	1716 *	0,536	312,35	5,744	3,096
7..	328	1830	0,448	244,81	5,500	3,049
8..	333	1909	0,407	213,20	5,362	3,003
9..	338	1994	0,348	174,52	5,162	2,959
10..	343					
11..	348					
12..	353					
13..	358					
14..	363					

5.04.21


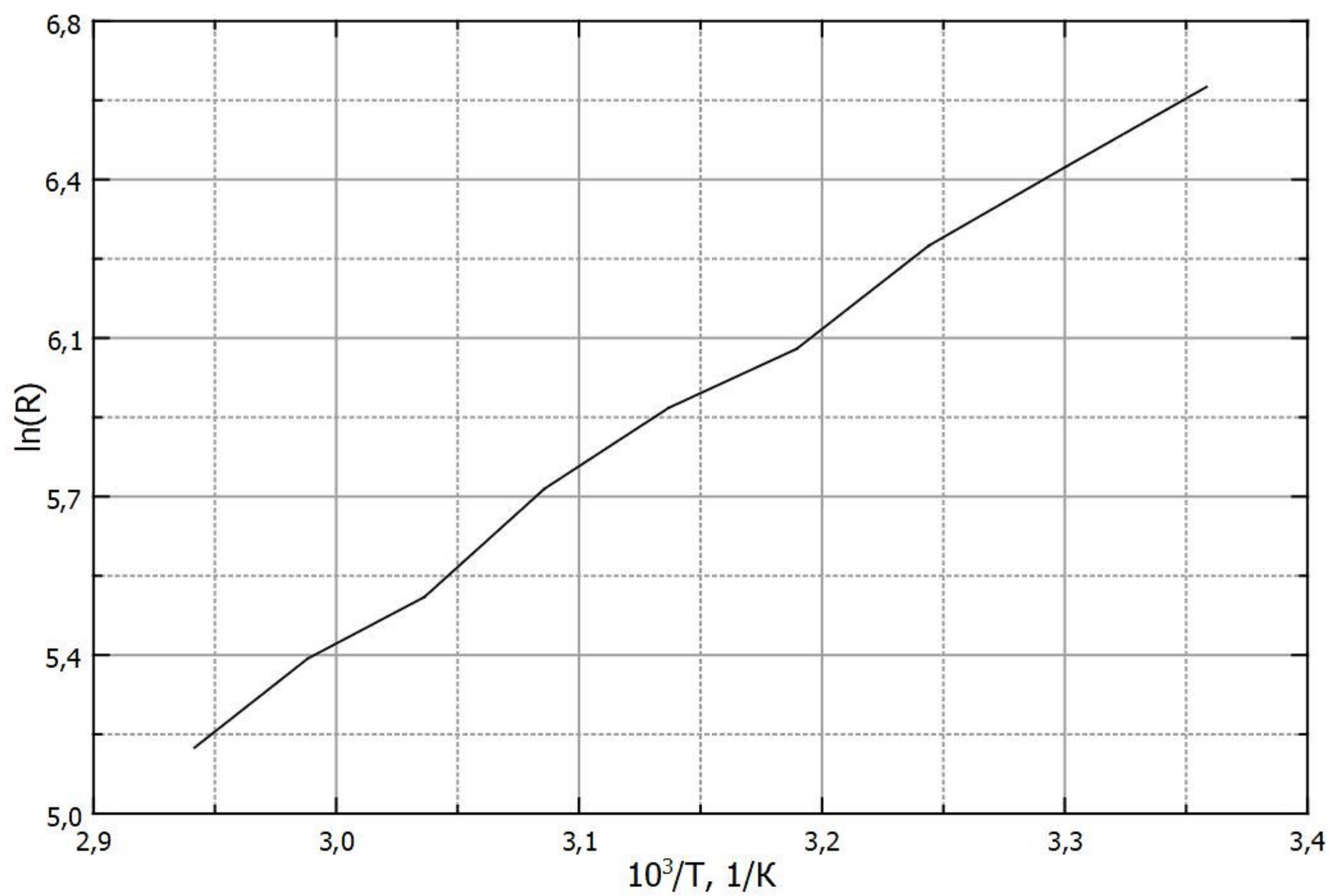
Приложение

Таблица 2: Металлический образец

№	T, K	$I, \mu A$	U, B	$R, k\Omega$	$t, ^\circ C$
1	336	1258	1,585	1,260	63
2	331	1264	1,568	1,241	58
3.	326	1274	1,555	1,221	53
4.	321	1284	1,544	1,202	48
5.	316	1298	1,531	1,180	43
6.	311	1309	1,521	1,162	38
7.	306	1322	1,508	1,141	33
8.	301	1334	1,497	1,122	28
9.	298	1339	1,488	1,111	25
...					
...					
...					
...					
...					

5.04.21
Jshid

$$\ln(R) = \ln(R) (1/T)$$



$$R_M = R_M(t)$$

