**Санкт**

**-**

**Петербургский**

**национальный**

**исследовательский**

**университет**

**информационных**

**технологий**

**,**

**механики**

**и**

**оптики**

**УЧЕБНЫЙ**

**ЦЕНТР**

**ОБЩЕЙ**

**ФИЗИКИ**

**ФТФ**



Группа P3219 К работе допущен\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Студент Билобрам Денис Андреевич Работа выполнена\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Преподаватель Пулькин Николай Сергеевич Отчет принят\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.05**

Температурная зависимость электрического сопротивления металла и полупроводника

1. **Цель работы.**

Получить зависимость электрического сопротивления металлического и полупроводникового образцов в диапазоне температур от комнатной до 100 ∘𝐶. 2. По результатам п.1 вычислить температурный коэффициент сопротивления металла и ширину запрещенной зоны полупроводника.

1. **Задачи, решаемые при выполнении работы.**

Расчёт значения сопротивления объектов исследования при всех температурах

Определения величины температурного коэффициента сопротивления металла

1. **Объект исследования**.

Изучение полупроводникового образца

Изучение металлического образца

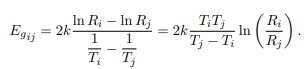
1. **Метод экспериментального исследования**.

Замер таких величин, как температура и сила тока

1. **Рабочие формулы и исходные данные.**



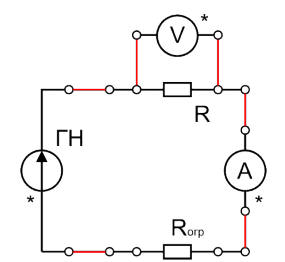




1. Измерительные приборы.

Cтенд «С3-ТТ01» с объектами изучения - металлическим и полупроводниковым образцами, генератора ГН1 и амперметра-вольтметра АВ1, соединенных проводниками. На корпусе стенда схематично изображены элементы электрической цепи

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



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

Таблица 1. Металлический образец

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | T, K | I, мкА | U, B | R, Ом | t, °C |
| 1 | 337 | 1090 | 1,817 | 1666,97 | 64 |
| 2 | 333 | 1112 | 1,808 | 1625,89 | 60 |
| 3 | 327 | 1113 | 1,796 | 1613,65 | 54 |
| 4 | 323 | 1115 | 1,782 | 1598,20 | 50 |
| 5 | 317 | 1117 | 1,766 | 1581,02 | 44 |
| 6 | 313 | 1122 | 1,747 | 1557,04 | 40 |
| 7 | 307 | 1128 | 1,73 | 1533,68 | 34 |
| 8 | 303 | 1152 | 1,711 | 1485,24 | 30 |
| 9 | 297 | 1179 | 1,694 | 1436,81 | 24 |
| 10 | 293 | 1202 | 1,658 | 1379,36 | 20 |

Расчёт сопротивления 𝑅: Ом

Расчёт температуры 𝑡 по шкале Цельсия: 𝑡 = 𝑇 − 273 = 337− 273 = 64℃

Таблица 2. Полупроводниковый образец

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | T, K | I, мкА | U, B | R, Ом | ln R | 10^3/T, 1/K |
| 1 | 287 | 1100 | 0,332 | 301,81 | 5,71 | 3,48 |
| 2 | 293 | 1106 | 0,202 | 182,64 | 5,20 | 3,41 |
| 3 | 397 | 1115 | 0,16 | 143,49 | 4,96 | 2,51 |
| 4 | 303 | 1120 | 0,12 | 107,14 | 4,67 | 3,30 |
| 5 | 307 | 1140 | 0,084 | 73,68 | 4,30 | 3,25 |
| 6 | 313 | 1166 | 0,064 | 54,88 | 4,00 | 3,19 |
| 7 | 317 | 1190 | 0,045 | 37,81 | 3,63 | 3,15 |
| 8 | 323 | 1210 | 0,033 | 27,27 | 3,30 | 3,09 |
| 9 | 327 | 1225 | 0,025 | 20,40 | 3,01 | 3,05 |
| 10 | 333 | 1238 | 0,019 | 15,34 | 2,73 | 3,00 |

Расчёт сопротивления 𝑅: Ом

Расчёт натурального логарифма сопротивления ln 𝑅: ln 𝑅 = ln 817,9163 = 6,70676 = 6,71

Расчёт величины обратного значения температуры :

1. Расчёт результатов косвенных измерений.

**Расчёт температурного коэффициента :**

|  |  |
| --- | --- |
| № |  |
| 1|6 | 0,003334 |
| 2|7 | 0,00251 |
| 3|8 | 0,004039 |
| 4|9 | 0,00482 |
| 5|10 | 0,006936 |

**Расчёт ширины запрещённой зоны :**

|  |  |
| --- | --- |
| № | Еg |
| 1|6 | 1,014981 |
| 2|7 | 1,050379 |
| 3|8 | 1,096768 |
| 4|9 | 1,179848 |
| 5|10 | 1,063145 |

1. Расчёт погрешности измерений.

Расчёт среднего значения 𝑡̅:

Расчёт СКО 𝑆𝑡̅:

Расчёт доверительного интервала ∆𝑡̅:

Расчёт абсолютной погрешности ∆𝑡:

Расчет среднего значения температурного коэффициента:

Раcчет СКО Sα:

Расчёт доверительного интервала ∆𝛼̅:

Расчёт абсолютной погрешности ∆𝛼:

Расчёт относительной погрешности 𝜀𝛼:

Расчёт среднего значения 𝐸𝑔:

Расчёт СКО 𝑆𝐸𝑔:

Расчёт доверительного интервала ∆𝐸𝑔:

Расчёт абсолютной погрешности ∆𝐸𝑔:

Расчёт относительной погрешности 𝜀𝐸𝑔 :

1. Графики (*перечень графиков, которые составляют Приложение 2*).

График зависимости сопротивления металлического образца от температуры

График зависимости натурального логарифма сопротивления полупроводника от обратной абсолютной температуры

1. Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были проведены многократные прямые и косвенные измерения, в результате которых были рассчитаны ключевые характеристики для изучаемых образцов. Для полупроводникового образца была определена ширина запрещенной зоны, а для металлического образца — температурный коэффициент. Также были вычислены абсолютные и относительные погрешности указанных параметров. Согласно полученным данным, температурный коэффициент α составил 4.32×10^-3 K с погрешностью 40%. Это значение позволяет предположить, что металлический образец может быть схож по своим свойствам с медью или алюминием, так как значения температурных коэффициентов этих металлов находятся в пределах указанной погрешности.

Ширина запрещенной зоны полупроводника была рассчитана как 1.07709×10^-19 Дж что соответствует примерно 0.67эВ. Это значение с погрешностью 14% указывает на то, что исследуемый полупроводниковый образец может быть аналогичен германию по его электронным свойствам.

Таким образом, результаты измерений позволяют с уверенностью говорить о схожести металлического образца с медью или алюминием, а полупроводникового образца — с германием, что открывает дальнейшие перспективы для более точного определения их свойств и возможных применений.