**Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики**

**УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ФТФ**



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Группа** | P3123 | | | **К работе допущен** | |  | |
| **Студент** | | Сафонова А.О. | | **Работа выполнена** | | |  |
| **Преподаватель** Красиков С. Д. | | | | **Отчет принят** | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Рабочий протокол и отчет по**

**лабораторной работе №** **3.05**

Температурная зависимость электрического сопротивления металла и полупроводника



1. **Цель работы**.
2. Получить зависимость электрического сопротивления металлического и полупроводникового образцов в диапазоне температур от комнатной до 390К.
3. По результатам п.1 вычислить температурный коэффициент сопротивления металла и ширину запрещенной зоны полупроводника.
4. **Задачи**, **решаемые при выполнении работы**.
5. Измерить значение силы тока и напряжения металлического и полупроводникового образцов в диапазоне температур от 17 до 120°C.
6. Рассчитать сопротивление образцов и построить график его зависимости от температуры.
7. Вычислить температурный коэффициент сопротивления металла и ширину запрещенной зоны полупроводника.
8. **Объект исследования**

Полупроводниковый и металлический образцы

1. **Метод экспериментального исследования**.

Многократные измерения напряжения и силы тока при последовательном изменении температуры

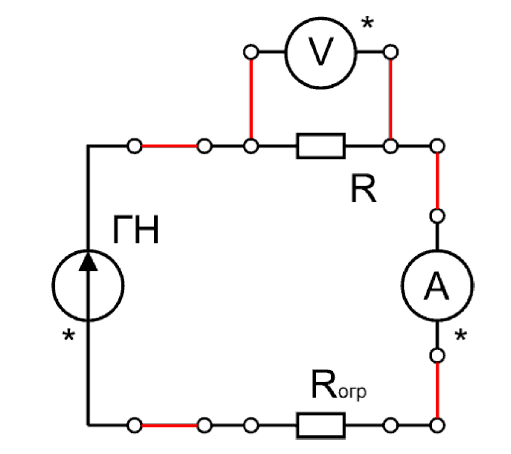
1. **Рабочие формулы и исходные данные**.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Сопротивление образца по закону Ома для участка цепи |
|  | Температурный коэффициент сопротивления металла |
|  | Ширина запрещенной зоны полупроводника |
|  | Постоянная Больцмана |
|  | Доверительная вероятность |

1. **Измерительные приборы**.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Тип прибора | Используемый диапазон | Погрешность прибора |
| 1 | Амперметр | Электронный | (650-1930) мкА | 1 мкА |
| 2 | Вольтметр | Электронный | (0,03-1,03) В | 0,001 В |
| 3 | Термометр в стенде С3-ТТ01 | Электронный | (290-390) К | 1 К |

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



R – резистор, Rогр – дополнительный резистор 680 Ом, V -вольтметр, А – амперметр, ГН - генератор

1. **Результаты прямых измерений и их обработки**.

Металлический образец

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | T, К | I, мкА | U, В | R, кОм | t, °C |
| 1 | 290 | 1267 | 1,703 | 1,34 | 17 |
| 2 | 300 | 1280 | 1,658 | 1,30 | 27 |
| 3 | 310 | 1230 | 1,694 | 1,38 | 37 |
| 4 | 320 | 1203 | 1,711 | 1,42 | 47 |
| 5 | 330 | 1179 | 1,730 | 1,47 | 57 |
| 6 | 340 | 1152 | 1,747 | 1,52 | 67 |
| 7 | 350 | 1128 | 1,766 | 1,57 | 77 |
| 8 | 360 | 1107 | 1,782 | 1,61 | 87 |
| 9 | 370 | 1086 | 1,796 | 1,65 | 97 |
| 10 | 380 | 1071 | 1,808 | 1,69 | 107 |
| 11 | 390 | 1064 | 1,817 | 1,708 | 117 |

Полупроводниковый образец

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | T, К | I, мкА | U, В | R, Ом | ln R | , |
| 1 | 287 | 1100 | 0,332 | 302 | 5,71 | 3,48 |
| 2 | 297 | 1231 | 0,202 | 164 | 5,10 | 3,37 |
| 3 | 307 | 1286 | 0,160 | 124 | 4,82 | 3,26 |
| 4 | 317 | 1336 | 0,120 | 90 | 4,50 | 3,15 |
| 5 | 327 | 1380 | 0,084 | 61 | 4,11 | 3,06 |
| 6 | 337 | 1408 | 0,064 | 45 | 3,81 | 2,97 |
| 7 | 347 | 1433 | 0,045 | 31 | 3,43 | 2,88 |
| 8 | 357 | 1446 | 0,033 | 23 | 3,13 | 2,80 |
| 9 | 367 | 1455 | 0,025 | 17 | 2,83 | 2,72 |
| 10 | 377 | 1457 | 0,019 | 13 | 2,56 | 2,65 |
| 11 | 385 | 1459 | 0,015 | 10 | 2,30 | 2,60 |

1. **Расчет результатов косвенных измерений.**

Расчет температурного коэффициента сопротивления металла

|  |  |
| --- | --- |
| i, j | *,*°C-1 |
| 1, 6 | 0,002682 |
| 2, 7 | 0,004703 |
| 3, 8 | 0,003859 |
| 4, 9 | 0,003843 |
| 5, 10 | 0,003633 |
| 6, 11 | 0,003034 |

Пример расчетов:

Расчет ширины запрещенной зоны в Дж

|  |  |
| --- | --- |
| i, j |  |
| 1, 6 | 1,01688 |
| 2, 7 | 9,48141 |
| 3, 8 | 1,01975 |
| 4, 9 | 1,07078 |
| 5, 10 | 1,0525 |
| 6, 11 | 1,12262 |

Расчет ширины запрещенной зоны в Эв и ее погрешности

|  |  |
| --- | --- |
| i, j | , эВ |
| 1, 6 | 0,6347 |
| 2, 7 | 0,5918 |
| 3, 8 | 0,6365 |
| 4, 9 | 0,6683 |
| 5, 10 | 0,6569 |
| 6, 11 | 0,7007 |

Пример расчетов:

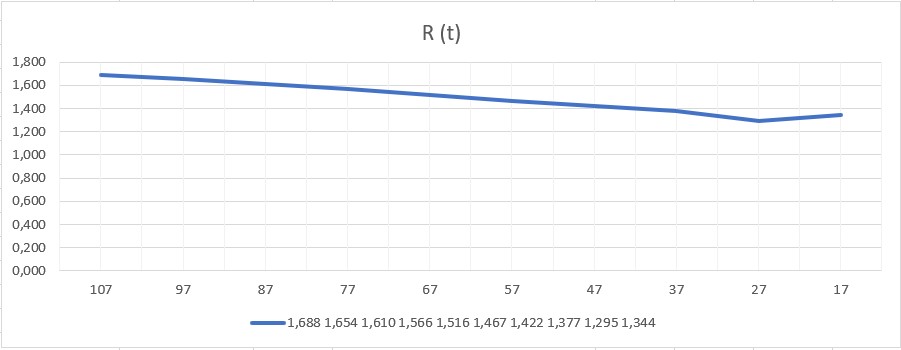
1. **Расчет погрешностей измерений**

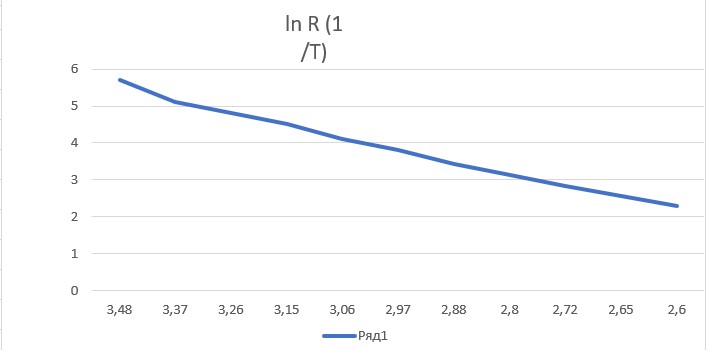
Расчет погрешности температурного коэффициента сопротивления металла

Расчет погрешности ширины запрещенной зоны в Дж

Расчет погрешности ширины запрещенной зоны в эВ

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





1. **Окончательные результаты и выводы.**

= ( ± 0,2935) \*10-3 °C-1; ;

= (1,0384 ± 0,0240) \*10-19 Дж; =%

= (0,6481 ± 0,0150) Эв; =5.94%

В ходе работы были получены графики зависимость электрического сопротивления металлического и полупроводникового образцов в диапазоне температур от комнатной до 390 К. Оказалось, что для металла сопротивление линейно зависит от температуры, а для полупроводника линейно связаны логарифм сопротивления и величина, обратная температуре. Кроме того, были получены значения температурного коэффициента сопротивления металла и ширины запрещенной зоны полупроводника, благодаря чему удалось установить, из каких материалов состоят образцы: судя по данным, металл — это медь, а полупроводник – германий.

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

***Примечание:* 1. *Пункты* *1-13* *Протокола-отчета* *обязательны для заполнения.***

1. ***Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.***
2. ***Для построения графиков используют только миллиметровую бумагу.***
3. ***Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.***