


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной
программы


_____ А.В. Германенко
«29» 04 _____ 2020 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Физика полупроводников и диэлектриков

в составе модуля

Физика и технологии микро- и нанoeлектроники

Уровень образования: Магистратура

Форма обучения: Очная

Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Модель Латтинжера. Легкие и тяжелые дырки.
2. Найти транспортное время релаксации импульса электронов в кусочке антимонида индия, проводимость которого равна 5 (Ом см)^{-1} , коэффициент Холла, измеренный на этом кусочке равен $R_H = -6250 \text{ см}^3/\text{Кл}$.
3. Простейшие модели спектра: одномерный ящик и модель Блоха. Предсказания моделей и их соответствие реальной ситуации.
4. Зависимость энергии Ферми от температуры в полупроводнике n-типа. Рассмотреть случаи нулевой и ненулевой компенсации.
5. Магнитофононный резонанс (МФР). Определение эффективной массы из экспериментов по МФР.
6. Решение уравнения электронейтральности и температурная зависимость концентрации электронов в полупроводнике с одним типом однозарядных доноров.
7. Эффект Холла (один тип носителей, двигающихся с одинаковой скоростью, малые магнитные поля). Угол Холла. Характер движения электронов и дырок в скрещенных электрических и магнитных полях.
8. Ранние исследования и основные свойства полупроводников. Применение полупроводников.
9. Распределение Ферми-Дирака. Уровень Ферми. Вырожденный и невырожденный электронный газ.
10. Характер движения электрона в периодическом потенциале при наличии внешнего электрического поля. Понятие групповой скорости. Эффективная масса.
11. Построить примерный вид зависимости коэффициента Холла от магнитного поля для полупроводника со следующими параметрами: $n = 10^{15} \text{ см}^{-3}$, $p = 2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $\mu_n = 10^5 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{сек}$, $\mu_p = 10^5 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{сек}$.
12. Решение уравнения электронейтральности и температурная зависимость концентрации электронов при одновременном наличии донорной и акцепторной примеси. Считать $N_D > N_A$.
13. Тензор электропроводности, эффект Холла и магнитосопротивление в произвольном магнитном поле. Рассмотреть случаи вырожденного и невырожденного распределения носителей заряда, сильные и слабые магнитные поля.
14. Зонная структура полупроводников со структурой цинковой обманки. Бесщелевые и узкощелевые полупроводники. Спектр твердых растворов теллурида кадмия-ртути при различной концентрации ртути.
15. Магнитосопротивление для вырожденного и невырожденного полупроводника. Коэффициент магнитосопротивления, его зависимость от механизма рассеяния.
16. Зависимость времени релаксации импульса от энергии для различных механизмов рассеяния. Температурная зависимость подвижности.
17. Типы зонной структуры в кристаллических веществах. Зонная структура германия и кремния.
18. Эффект Холла и магнитосопротивление и их зависимости от магнитного поля для двух типов носителей заряда – электронов и дырок.
19. Энергетический спектр электронов и дырок в магнитном поле. Плотность состояний. Модификация спектра и плотности состояний при учете спина.
20. Элементы зонной теории. Формулировка общей квантово-механической задачи о нахождении электронного спектра. Адиабатическое приближение и его применимость. Одноэлектронное приближение.
21. Задача. Через образец GaAs вдоль бруска квадратного сечения $1 \times 1 \text{ мм}^2$ пропускается электрический ток силой 1 мА. Оценить и сравнить между собой тепловую и дрейфовую скорость электронов при комнатной температуре. Концентрация электронов равна $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, их подвижность равна $5000 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{сек}$.

22. Решение уравнения электронейтральности для собственного полупроводника. Температурная зависимость концентрации носителей заряда и уровня Ферми в собственном полупроводнике.
23. Зависимость ширины запрещенной зоны от магнитного поля. Обсудить возможные следствия с точки зрения измеряемых физических величин.
24. Классификация полупроводников. Методы выращивания полупроводников.
25. Электропроводность. Подвижность. Транспортное время релаксации импульса. Закон Ома в анизотропных полупроводниках.
26. Уравнение Больцмана. Правило усреднения времени релаксации импульса.
27. Эффект Холла для невырожденного и вырожденного электронного газа. Холл-фактор.
28. Межзонное и примесное магнитное вымораживание носителей.
29. Время релаксации и вероятность квантовых переходов. Рассеяние на ионизированной примеси. Температурная зависимость подвижности при рассеянии на ионизированной примеси.
30. Плотность состояний в изотропной и анизотропной зоне. Эффективная масса плотности состояний. Концентрация носителей заряда в зонах и на локальных уровнях. Интегралы Ферми.
31. Зонный характер спектра в модели Блоха. Волновая функция электрона в периодическом потенциале. Форма краев зон.
32. Модель Кейна.
33. Решение уравнения электронейтральности и температурная зависимость концентрации электронов в полупроводнике с одним типом однозарядных доноров.
34. Энергетический спектр реальных полупроводников. Классификация дефектов. Мелкие примесные уровни. Спектр и волновые функции мелких донорных и акцепторных состояний.