

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РФ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ
И СПОРТА РА
ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ**

**Инженерно-физический институт
Кафедра Общей физики и квантовых наноструктур**

**ВОПРОСЫ КАНДИДАТСКОГО МИНИМУМА ПО
СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

01.04.10 (У.04.10) - «ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ»

Утверждено кафедрой Общей физики и квантовых наноструктур

Протокол № 06 от 09.02.2023 г.

зав. кафедрой Общей физики
и квантовых наноструктур



Д.Б. Айрапетян

Ереван-2023

Перечень вопросов для кандидатского минимума аспиранта по специальности 01.04.10 (Ц.04.10) Физика полупроводников

1. Кристаллические структуры. Решетка Браве.
2. Элементы симметрии, преобразования симметрии.
3. Точечные группы.
4. Пространственные группы.
5. Сингонии.
6. Дифракция рентгеновских лучей. Закон Вульфа-Брэгга.
7. Обратная решетка. Индексы Миллера.
8. Уравнение Лауэ.
9. Структурный фактор. Рентгеновские методы исследования кристаллических структур.
10. Координационное число. Ионный радиус.
11. Примеры кристаллических структур (хлорид натрия, хлорид цезия, гексагональная структура с плотной упаковкой, алмаз и цинковая обманка).
12. Связь структуры кристалла с природой химической связи.
13. Координационное число. Ионный радиус.
14. Нейтронографический метод исследования кристаллических структур.
15. Атомный формфактор рассеяния.
16. Движение свободных носителей заряда в постоянном и однородном магнитном поле (классическая теория). Циклотронный резонанс.
17. Концентрация электронов и дырок в зонах.
18. Метод сильной связи.
19. Метод слабой связи.
20. Ионная связь.
21. Ковалентная связь.
22. Вандерваальсовская и водородная связи.
23. Эффективная масса. Зонная структура полупроводников.
24. Теплоемкость кристаллов. Классическая теория теплоемкости.
25. Кристаллы во внешних полях.
26. Средние значения скорости и ускорения электрона в кристаллической решетке.
27. Закон дисперсии электронов. Изоэнергетические поверхности.
28. Металлы и полупроводники.
29. Температурная зависимость концентрации электронов и уровня Ферми в полупроводнике, содержащем примесь одного типа.

30. Статистика рекомбинаций электронов и дырок.
31. Процессы разных типов рекомбинаций.
32. Простые центры. Многозарядные центры.
33. Явления происходящие в контактах.
34. Потенциальные барьеры.
35. Плотность тока. Соотношение Эйнштейна.
36. Электронно-дырочные переходы. p-n переход при равновесии.
37. Полярон. Полярны с большим и малым радиусами.
38. Распределение потенциала электрического поля и концентрации электронов в слое пространственного заряда. Длина экранирования.
39. Неравновесные электроны и дырки.
40. Время жизни неравновесных носителей заряда.
41. Амбиполярная диффузия и дрейф.
42. Амбиполярная и дрейфовая длины.
43. Обогащенные и обедненные контактные слои.
44. Токи ограниченные пространственным зарядом.
45. Мелкие примесные уровни в гомополярных кристаллах.
46. Фотопроводимость. Квазиуровни Ферми.
47. Условия равновесия тел находящихся в контакте. Термоэлектронная работа выхода. Контактная разность потенциалов.
48. Принцип действия биполярного транзистора.
49. Получение выражений для постоянного и переменного токов в транзисторе.
50. Полупроводниковые и диэлектрические приборы: фотоэлемент, фотодиод, фототранзистор.
51. Теплопроводность диэлектриков.
52. Диффузионная и диодная теории выпрямления.
53. Явление поля. Полевой транзистор.
54. Туннельные явления в p-n переходах. Туннельный диод
55. Метод самосогласованного поля.
56. Коэффициент поглощения и мнимая часть диэлектрической проницаемости.
57. Межзонные оптические переходы в сильно легированных полупроводниках.
58. Магнитооптические явления, эффекты Фарадея и Фойхта.
59. Фотолюминесценция, электролюминесценция, основные механизмы и закономерности.
60. Различные виды оптических квантовых генераторов и принцип их действия.
61. Экситонное поглощение.

62. Электрооптические явления. Эффект Франца-Келдыша.
63. Тензор деформаций и тензор напряжений.
64. Метод псевдопотенциала.
65. Динамика кристаллической решетки.
66. Упругие волны в кубических кристаллах. Определение упругих констант.
67. Колебания и волны в примитивной и сложной одномерной решетках. Акустические и оптические ветви колебаний.
68. Нормальные колебания. Фононы.
69. Явление размерного квантования в полупроводниках.
70. Квантовые ямы, квантовые проволоки, квантовые точки.
71. Плотность состояний в двумерной, одномерной и нульмерной системах.
72. Различные модели ограничивающих потенциалов квантовых наноструктур.
73. Электронные состояния в квантовых ямах (модель прямоугольной ямы).
74. Квантовая яма в однородном магнитном и электрическом поле.
75. Полупроводниковые сверхрешетки.
76. Прохождение частиц через потенциальные барьеры.
77. Квантовые проволоки прямоугольного и круглого сечения (модели бесконечно глубоких стенок).
78. Двумерный асимметричный осциллятор. Круговой осциллятор. Степень вырождения кругового осциллятора.
79. Квантовая проволока в магнитном поле.
80. Квантовые точки. Различные геометрии квантовых точек.
81. Электронные состояния в непроницаемых сферической и эллиптической квантовых точках.
82. Примесные и экситонные состояния в квантовых ямах.
83. Примесные и экситонные состояния в квантовых проволоках.
84. Акустические колебания решетки в наноструктурах, понятие о низкоразмерных фононах.
85. Энергетический спектр носителей заряда в постоянном и однородном магнитном поле (квантовая теория). Квантование Ландау.
86. Плотность состояний в квантующем магнитном поле.
87. Движение носителей заряда и их энергетический спектр в постоянном электрическом поле.
88. Адиабатическое приближение.
89. Волновая функция электрона в периодическом поле (Теорема Блоха).
90. Метод эффективной массы.

91. Компенсированные полупроводники.
92. Сильно вырожденные полупроводники.
93. Определение положения уровня Ферми в примесном полупроводнике.
94. Статистика электронов и дырок в невырожденных полупроводниках.
95. Уровень Ферми в собственном полупроводнике.
96. Распределение Ферми-Дирака.
97. Теория Эйнштейна. Теория Дебая.
98. Распределение Гиббса. Частные случаи.
99. Проблема обоснования зонной теории и задачи выходящие за рамки этой теории.
100. Локализованные колебания в неидеальных кристаллах
101. Электроны и дырки.
102. Концентрация электронов и дырок на примесных уровнях.
103. Экситоны Ванье-Мотта и Френкеля.
104. Фононы в наноструктурах.
105. Поверхностные электронные состояния. Возникновение поверхностных состояний.
106. Электроны и дырки как возбуждения многоэлектронной системы в полупроводниках.
107. Тепловое расширение

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Займан. Принципы теории твердого тела., М., Мир, 1971.
2. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела., М., Наука, 1978
3. А.И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников, М., Физматгиз, 1978.
4. Վ.Լ. Բոնչ-Բրուկսի, Ս.Գ. Կալաշնիկով: Հիստորիայի ֆիզիկա, Երևան, ԵՊՀ հրատ., 1988.
5. П.С. Киреев. Физика полупроводников. М., Высшая школа, 1975.
6. Э. Конуэлл, Кинетические свойства полупроводников в сильных электрических полях, М., Мир, 1970.
7. Т. Мосс, Г. Баррел, Б. Эллис. Полупроводниковая оптоэлектроника, М., Мир, 1976.
8. Носов Ю.Р., Оптоэлектроника, Радио и связь, 1989.
9. Г.А. Смоленский и др. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики, М., Наука, 1971.
10. Е. Пикус. Основы теории полупроводниковых приборов, Физматгиз., М., 1967.
11. И.Л. Богородицкий и др. Теория диэлектриков, Энергия, Лит, 1965.
12. Ю.И. Уханов. Оптические свойства полупроводников, М., Наука, 1977.

13. Փ.Блатт, Физика электронной проводимости в твердых телах, М., Мир, 1971.
14. Ф.В.Гатнмахер, И.Б. Левинсон. Рассеяние носителей тока в металлах и полупроводниках, М., Наука, 1984.
15. Ф.Бассани, Дж. Пастори Парравичини. Электронные состояния и оптические переходы в твердых телах, М., Наука, 1982.
16. Панков Ж. Оптические процессы в полупроводниках., М., Мир, 1973.
17. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры. М.Мир, 1989.
18. Т.Андо, А.Фаулер, Ф. Стерн, Электронные свойства двумерных систем. М.Мир, 1985.
19. Ю.К. Пожела. Физика быстродействующих транзисторов. Вильнюс, Моколас, 1989.9
20. Վ.Մ. Հարությունյան. Միկրոլեկտրոնիկայի ֆիզիկական հիմունքները, ԵՊՀ, Երևան, 1995.
21. Ա.Ա.Կիրակոսյան: Պինդ մարմնի ֆիզիկայի ներածություն, ԵՊՀ, 1977.
22. Է.Մ.Ղազարյան, Ա.Լ.Վարդանյան. Պինդ մարմնի քվանտային տեսություն, I մաս, Բյուրեղական ցանցի դինամիկան, ԵՊՀ, 1996.
23. Ս.Գ.Պետրոսյան, Ա.Բ. Վահանյան. Խնդիրներ պինդ մարմնի էլեկտրոնիկայից, ԵՊՀ, 1987.
24. Վ.Մ. Հարությունյան, Ֆ.Վ. Գասպարյան, Զ.Ն. Ադամյան: Ֆոտոընդունիչներ, Հայաստան, Երևան՝ 1986.
25. Է.Մ.Ղազարյան, Ս.Գ.Պետրոսյան, Կիսահաղորդչային նանոէլեկտրոնիկայի ֆիզիկական հիմունքները, Երևան 2005.