

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

**Институт математики, физики и высоких технологий  
Кафедра Общей физики и квантовых наноструктур**

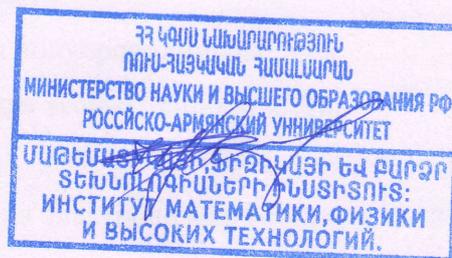
**ВОПРОСЫ КАНДИДАТСКОГО МИНИМУМА ПО  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**1.3.11 (У.04.10) - «ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ»**

Утверждено кафедрой Общей физики и квантовых наноструктур

Протокол № 05 от 05.02.2026 г.

зав. кафедрой Общей физики  
и квантовых наноструктур



Д.Б. Айрапетян

**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. Ван-дер-Ваальсовская 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. Изознергетические 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. Поляроны 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-Բրուկսիչ, Ս.Գ. Կալաշնիկով: Հիստադորդիչների 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.