Экзаменационные билеты:

тема 1. вводная

1. Закон Мура. Принцип Ландауэра. Основные проблемы микроминиатюризации транзисторов. Наноэлектроника. Наногетероструктурная электроника.
2. Эволюция элементной базы ЭВМ. Сканирующий туннельный и атомный силовой микроскопы. Наноэлектроника. Наногетероструктурная электроника.

тема 2. кристаллография

3. Потенциал Леннарда-Джонса. Кристаллографическая решётка. Кристаллографические плоскости. Индексы Миллера. Дифракция Брэгга.
4. Типы кристаллических ячеек и решёток. Кристаллические упаковки. Дифракция Брэгга.
5. Химические связи в кристаллах: ионная, ковалентная, металлическая, водородная, ван-дер-ваальсова.
6. Монокристаллы. Жидкие кристаллы. Поликристаллы. Квазикристаллы. Аморфные вещества.
7. Фононы: оптические и акустические. Дефекты в кристаллах: точечные, одномерные, двумерные и трёхмерные. Взаимодействие дефектов.
8. Дефекты в кристаллах: точечные, одномерные, двумерные и трёхмерные. Влияние дефектов на свойства кристалла. Хрупкость, пластичность, прочность. Методы создания и уничтожения дефектов.
9. Диффузия в твёрдых телах. Законы Фика. Зависимость диффузии от времени и температуры. Механизм роста кристаллов.
10. Структура наночастиц. Структурные и электронные магические числа. Кластеры инертных газов. Наномолекулы: фуллерены, нанотрубки, нановолокна, графе́н.

тема 3. кванты

11. Гипотеза Планка. Квантово-волновой дуализм. Уравнения Де Бройля. Соотношение неопределённостей. Длина волны де Бройля.
12. Геометрическое представление атомной орбитали. Волновая пси-функция. Движение свободного электрона. Волновой цуг.
13. Уравнение Шрёдингера. Квантовые числа. Атомные орбитали. Электронная оболочка. Принцип Паули. Атомная орбиталь.
14. Электрон в прямоугольной потенциальной яме. Туннелирование. Коэффициент прозрачности энергетического барьера.

тема 4. зонная теория

15. Молекулярные орбитали: связывающие, разрыхляющие и несвязывающие. HOMO и LUMO. Уровни электронов в наночастицах. Подходы к их теоретическому описанию.
16. Механизм образования энергетических зон в кристаллах. Общий периодический потенциал. Валентная зона и зона проводимости. Зонная структура проводников, диэлектриков и полупроводников. Дырка. Рекомбинация. Причины наклона энергетических зон.
17. Взаимодействие электронов с решёткой при движении по кристаллу. Зоны Бриллюэна. Зависимость эффективной массы электрона от его скорости.

18. Спектры оптического поглощения газов, жидкостей, кристаллов. Красная граница поглощения. Люминесценция, флуоресценция, фосфоресценция. Цвет наночастиц.
19. Уровень Ферми. Поверхность Ферми. Вырожденный электронный газ и критерии его вырожденности в кристаллах.
20. Статистики распределения электронов по энергиям: Ферми-Дирака, Максвелла-Больцмана, Бозе-Эйнштейна. Плотность состояний. Полная функция распределения. Химический потенциал. Принципиальное различие статистик.

тема 5. электронные свойства полупроводников

21. Полупроводник. Собственные полупроводники. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Распределение электронов по уровням энергии. Зависимость от температуры. Зависимость от температуры уровеня Ферми. Неравновесные носители.
22. Примесные полупроводники n-типа и p-типа. Неосновные носители заряда. Закон действующих масс. Глубокие примесные уровни. Примеси внедрения.
23. Примесные полупроводники n-типа и p-типа. Зависимость от температуры концентрации носителей заряда. Влияние изменения концентрации примеси.

тема 6. электропроводность твёрдых тел

24. Дрейф электронов. Подвижность свободных носителей заряда. Среднее время пробега. Зависимость подвижности электронов от температуры.
25. Электропроводность металлов. Правило Матиссена. Электропроводность собственных и примесных полупроводников. Проводимость сплавов.
26. Влияние сильного поля на подвижность носителей заряда. Эффекты сильных полей: ударная ионизация, электрический пробой, термоэлектронная ионизация Френкеля.
27. Влияние сильного поля на подвижность носителей заряда. Эффект Ганна. Генератор на диоде Ганна.
28. Сверхпроводимость. Сверхпроводники первого и второго рода. Эффект Джозефсона. Эффект Мейснера.

тема 7. Электрические явления в диэлектриках

29. Диэлектрик. Поляризация диэлектриков. Электрический диполь. Диэлектрическая восприимчивость, диэлектрическая проницаемость. Виды поляризации: электронная упругая поляризация, ионная упругая поляризация, дипольная упругая поляризация, миграционная поляризация.
30. Диэлектрик. Поляризация диэлектриков. Электрический диполь. Диэлектрическая восприимчивость, диэлектрическая проницаемость. Виды поляризации: ионная тепловая или "прыжковая" поляризация, дипольная тепловая поляризация, электронная тепловая поляризация, спонтанная поляризация.
31. Поляризационные эффекты: пьезоэффект, пироэффект, фотонная поляризация, остаточная поляризация, электреты.
32. Уравнение Клаузиуса - Мосотти. Частотная зависимость диэл. проницаемости ε. Ионная электропроводность в диэлектриках

33. Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь. Добротность изоляции. Виды диэлектрических потерь: на электропроводность, ионизационные, резонансные, релаксационные. Зависимости релаксационных потерь от температуры и частоты.

тема 8. основы микроэлектроники

34. Работа выхода электронов из материала. Термоэлектронная эмиссия. Эффект Шоттки. Автоэлектронная эмиссия.
35. Контактная разность потенциалов. Диод Шоттки.
36. Электронно-дырочный p-n переход. Дрейфовый и диффузионный токи. Прямое смещение. ВАХ p n перехода.
37. Электронно-дырочный p-n переход. Дрейфовый и диффузионный токи. Обратное смещение. ВАХ p n перехода.
38. Электронно-дырочный p-n переход. Гетеропереходы. Требования к построению зонной диаграммы p-n переходов. Омический переход.
39. Электронно-дырочный p-n переход. Фотоэлемент. ВАХ. Внутренний квантовый выход. Фото-ЭДС.
40. Биполярный транзистор. Полевой транзистор. Индуцированный и встроенный каналы. ВАХ.

тема 9. основы наноэлектроники

41. Квантовое ограничение электронов. Квантовые ямы, нити, точки. Изменение плотности состояний.
42. Квантовые размерные эффекты: Проводимость. Проблемы легирования. Оптические свойства наноструктур. Экситоны. Кулоновский взрыв.
43. Лазеры с квантовыми структурами. Фотоприёмники на квантовых ямах.
44. Резонансное туннелирование. Туннельно-резонансный диод. Двухслойный туннельный транзистор. MIIM диод.
45. Одноэлектронное туннелирование на эффекте кулоновской блокады. Одноэлектронный транзистор. Квантово-точечные клеточные автоматы. Их преимущества и недостатки.
46. Молекулярная наноэлектроника: атомные переключающие структуры, графеновый транзистор, диоды из углеродных нанотрубок, полевые транзисторы из углеродных нанотрубок, нанотрубки как источники электронов, нанопровода.
47. Спинтроника. Квантовый интерференционный транзистор.