

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальности
в аспирантуре

Направление: 11.06.01. Электроника, радиотехника и системы связи

Специальность: 2.2.2. Электронная компонентная база микро- и
наноэлектроники, квантовых устройств

Москва

1. Введение.

История развития квантовой электроники. Области применения приборов квантовой электроники.

2. Основы квантовой механики и атомной физики.

Законы излучения абсолютно черного тела. Формула Планка. Квантовая природа света. Энергия, импульс и масса фотона. Эффект Комптона. Волны де-Бройля. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовомеханическое объяснение строения атома водорода. Полная система квантовых чисел. Принцип Папули. Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атомов элементов.

3. Основы физики твердого тела.

Зонная теория твердого тела. Металлы. Полупроводники. Диэлектрики. Статистика электронов и дырок. Распределение Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна и Больцмана.

Контактные явления в полупроводниках. Контакт металл-полупроводник. Процессы в электронно-дырочных переходах. Гетеропереходы, их свойства. Квантовые ямы. Квантовокаскадные лазеры на наноразмерных полупроводниковых технологиях. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Кристаллические дефекты и их влияние на свойства твердых тел.

4. Основы физической оптики.

Электромагнитная природа света. Система уравнений Максвелла. Основные свойства электромагнитных волн. Поперечность электромагнитных волн, поляризация, скорость распространения света. Отражение и преломление света диэлектриками. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Отражение световых волн от поверхности металла. Понятие открытых и закрытых резонаторов для СВЧ и оптического диапазона. Основы кристаллооптики.

Дисперсия света, нормальная и аномальная интерференция и дифракция света.

Геометрическая и волновая оптика.

5. Физические основы квантовых устройств.

Свойства лазерного излучения: монохроматичность, высокая направленность, когерентность, большая спектральная яркость. Типы лазеров их параметры и области применения.

Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна и соотношения между ними.

Методы накачки квантовых генераторов на твердом теле, в газовых разрядах и в полупроводнике с p-n переходами.

Понятие инверсной населенности.

6. Компонентная база квантовых устройств.

Твердотельные, полупроводниковые, газовые лазеры. Светоизлучающие и суперлюминесцентные диоды. Приемники излучения. Общая характеристика.

Активные среды. Основные конструкции. Техническая реализация различных методов накачки. Режимы работы.

Методы управления излучением лазеров. Преобразование частоты излучения.

Применение лазеров в научных исследованиях, технологии, связи, медицине, системах измерения дальности, локации, в вычислительных устройствах и установках управляемого термоядерного синтеза.

Литература

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. М., Наука.1983.
2. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М., Наука, ГРФМЛ, 1988.
3. Столяров С.Н. Физические основы теории лазеров. Учебное пособие. М., МФТИ,1984.
4. Зверев Г.М., Голяев Ю.Д. Лазеры на кристаллах и их применение. М., Радио и Связь, РИКЭЛ, 1994.
5. Быков В.П., Силичев О.О. Лазерные резонаторы. М., ФИЗМАТ, 2004.
6. Азарова В.В., Голяев Ю.Д., Савельев И.И. Зеemanовские лазерные гироскопы. Квантовая электроника, 2015, т 45, 171, 2015.
7. Звелто О. Принципы лазеров. С-П., Лань, 2008.
8. Ханин Я. И. Лекции по квантовой радиофизике. Нижний Новгород, 2005.
9. Быков В.П. Лазерная электродинамика. М., Физматлит, 2006.
10. Скворцов Л.А. Применение квантово-каскадных лазеров: состояние и перспективы. М., Техносфера, 2020.
11. Жуков А.Е. Основы физики и технологии полупроводниковых лазеров. СПб. Издательство Академического университета, 2016.