

Программа дисциплины "Физическая электроника"
Осенний семестр 2015/2016 уч.г.

I. ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ОПТИКИ

1. Основные свойства заряженных частиц, которые необходимо учитывать при рассмотрении их поведения.
2. Электрические поля, обладающие осевой симметрией. Разложение потенциала таких полей в ряд. Параксиальное приближение.
3. Магнитные поля, обладающие осевой симметрией. Разложение векторного потенциала таких полей в ряд. Параксиальное приближение.
4. Основное уравнение приосевой электронной оптики. Уравнение Лагранжа-Гельмгольца.
5. Фокусировка заряженных частиц в осесимметричном магнитном поле.
6. Аналогия между движением заряженных частиц и распространением света. Электронно-оптический показатель преломления.
7. Электронная линза. Линейное и угловое увеличение. Кардинальные элементы линз. Тонкие линзы.
8. Основные типы электронных линз. Электростатические осесимметричные: диафрагма, иммерсионная, одиночная. Магнитные осесимметричные: длинная и короткая. Квадрупольные линзы.
9. Аберрации электронных линз. Важнейшие типы геометрических аберраций – сферическая аберрация, астигматизм, кома, дисторсия. Хроматическая аберрация. Устранение аберраций.
10. Действие пространственного заряда в электронных пучках. Первеанс. Формирование интенсивных электронных пучков. Пушка Пирса.
11. Электронный прожектор.
12. Отклоняющие системы. Магнитное и электростатическое отклонение. Электронно-лучевые трубки.
13. Электронный микроскоп. Принцип действия и характеристики.
14. Теоретические основы энергоанализа. Основные характеристики спектрометра. Классификация энергоанализаторов. Диспергирующее и фокусирующее действие. Критерии сравнения спектрометров.
15. Интегральные энергоанализаторы. Анализатор Лукирского.
16. Дисперсионные анализаторы. Плоское зеркало. Цилиндрическое зеркало. Сферический дефлектор. Энергоанализаторы нового поколения - высокодисперсионные анализаторы.
17. Теоретические основы масс-спектрометрии. Характеристики масс-спектрометров.
18. Классификация масс-спектрометров. Магнитный сектор. Квадрупольный масс-спектрометр. Времяпролетные масс-спектрометры. Ловушки.

II. ЭМИССИОННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

1. Предмет изучения эмиссионной электроники. Главные эксперименты, положившие начало квантовой механике и современному представлению о структуре ТТ.
2. Электроны в твердых телах. Описание состояний. Зонная теория и ее приближения (адиабатическое и одноэлектронное). Теория свободных электронов.
3. Работа выхода электронов. Контактная разность потенциалов.
4. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дэшмана. Термодинамический и статистический подход.

5. Определение термоэлектронных характеристик и констант. Методы определения работы выхода регистрацией полного тока, метод прямых Ричардсона, калориметрический метод и метод контактной разности потенциалов.
6. Эффективные термокатоды. Основные характеристики и конструкции. Антиэмиссионные покрытия.
7. Влияние внешнего электрического поля на термоэлектронную эмиссию металлов. Нормальный и аномальный эффект Шоттки. Теория «пятен».
8. Полевая электронная эмиссия. Коэффициент прозрачности барьера. Уравнение Фаулера-Нордгейма. Экспериментальные исследования полевой эмиссии.
9. Применение автокатодов. Электронный проектор.
10. Внешний фотоэффект, законы фотоэффекта. Трехступенчатая модель фотоэмиссии. Основное уравнение фотоэффекта для металлов. Характеристики фотоэффекта.
11. Основные экспериментальные результаты по ФЭЭ. Влияние различных факторов на ФЭЭ. Теория фотоэффекта: теория Фаулера и квантовомеханический подход.
12. Селективность фотоэффекта. Поляризационный эффект. Синхротронное излучение и его применение.
13. Эффективные фотокатоды. Фотоэлектронная спектроскопия: РФЭС и УФЭС.
14. Взаимодействие электронов с веществом. Упругое, квазиупругое и неупругое рассеяние электронов на атомах твердого тела (экспериментальные результаты и теории). Электронная Оже-спектроскопия. Количественный анализ. Применение Оже-электронной спектроскопии. Спектроскопия потенциалов появления.
15. Поверхностная ионизация. Уравнение Саха-Лэнгмюра. Температурные пороги явления. Образование отрицательных ионов, основные сведения об электроотрицательных элементах. Отрицательная поверхностная ионизация.
16. Взаимодействие ионов и быстрых атомов с твердым телом. Потенциальное вырывание электронов ионами и метастабильными атомами. Кинетическая ионно-электронная эмиссия.
17. Эмиссионные процессы при облучении материалов ионами средних и больших энергий. Катодное распыление.

Рекомендуемая литература

Электронная оптика

1. Жигарев А.А. Электронная оптика и электронно-лучевые приборы. // 1972.
2. Силадьи М. Электронная и ионная оптика.— М. : Мир, 1990.
3. Кельман В.М., Явор С.Я. Электронная оптика.
4. Пирс Дж.Р. Теория и расчет электронных пучков.
5. Козлов И.Г. Методы энергетического анализа электронных потоков.
6. Сысоев А.А., Чупахин М.С. Введение в масс-спектрометрию.
7. Хокс П., Каспер Э. Основы электронной оптики.
8. Голиков Ю.К., Соловьев К.В. Электростатические ионные ловушки.
9. Голиков Ю.К., Краснова Н.К. Теория синтеза электростатических энергоанализаторов.

Эмиссионная электроника

1. Модинос А. Авто-, термо- и вторично-электронная спектроскопия.
2. Добрецов Л.Н., Гомоюнова М.В. Эмиссионная электроника.
3. Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности.
4. Электронная и ионная спектроскопия твердых тел. Под ред. Л. Фирмэнса, Дж Вэнника, В. Декейсера.

5. Робертс М., Макки Ч. Химия поверхности раздела металл – газ.
6. Шульман А.Р., Фридрихов С.А. Вторично-эмиссионные методы исследования твердых тел.
7. Эмиссионная электроника / Н. Н. Коваль, Е. М. Окс, Ю. С. Протасов, Н. Н. Семашко ; под ред. Ю. С. Протасова — М. : Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 2009. – 595 с.
8. Электроника / А.А. Щука — СПб: БХВ-Петербург, 2008. – 752 с.
9. Вакуумная электроника / А. Н. Диденко и др. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.