

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор НИЯУ МИФИ
_____ В.В. Ужва

СОГЛАСОВАНО
Ответственный секретарь
приемной комиссии
_____ В.И. Скрытный

Программа вступительного испытания
по направлению подготовки магистров
14.04.02 «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Форма обучения
Очная

Москва 2016

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

Форма проведения испытания:

Вступительное испытание в магистратуру проводится в форме собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объема знаний, необходимых для обучения в магистратуре.

Структура испытания:

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания. Билет состоит из 3 вопросов. Два вопроса выбираются из перечня общих вопросов программы вступительного испытания, третий вопрос выбирается из перечня вопросов профильной части согласно выбранному абитуриентом профилю образовательной программы.

Оценка испытания:

Оценка за собеседование выставляется по 100-балльной шкале. Минимальный балл, необходимый для успешного прохождения собеседования и дальнейшего участия в конкурсе ежегодно устанавливается приемной комиссией НИЯУ МИФИ.

Критерии оценки результатов испытания:

100-95 баллов - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

94-90 баллов - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.

89-85 баллов - даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.

84-80 баллов - даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.

79-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

Перечень общих вопросов

1. Колебания, основы молекулярной физики и термодинамики

Свободные колебания системы без трения. Математический маятник. Физический маятник. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

Различные формы записи уравнения состояния идеального газа. Уравнение адиабаты идеального газа. Работа, совершаемая идеальным газом при политропическом и адиабатическом процессе. Физический смысл энтропии идеального газа.

Число ударов молекул газа о стенку. Газокинетический вывод выражения для давления газа на стенку. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.

Распределение Максвелла. Наиболее вероятная скорость молекул, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости молекул. Распределение Больцмана. Распределение молекул по координатам. Барометрическая формула.

КПД тепловой машины. КПД цикла Карно. Теорема Карно.

Явления переноса. Диффузия газов. Газокинетический вывод выражения для коэффициента диффузии. Вязкость газов. Газокинетический вывод выражения для коэффициента вязкости. Теплопроводность газов. Газокинетический вывод выражения для коэффициента теплопроводности.

2. Основы электромагнетизма

Линии напряженности электрического поля и эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и потенциалом. Работа силы электрического поля. Потенциал.

Электрический диполь в однородном и неоднородном поле (вращательный момент, энергия, сила). Дипольный электрический момент системы зарядов. Поле электрического диполя.

Поле вне и внутри объемно заряженного шара. Поле одной и двух заряженных плоскостей.

Емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Плотность энергии.

Сила и плотность тока. Закон Ома и закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Мощность тока. Удельная тепловая мощность тока.

Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Сила Лоренца. Сила, действующая на заряд, движущийся в магнитном поле.

Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции. Поле в центре и на оси кругового тока. Поле бесконечного прямого тока. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле (вращательный момент, энергия, сила).

Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Э.Д.С. индукции. Индуктивность соленоида. Токи замыкания и размыкания. Энергия магнитного поля
Ток смещения. Полный ток. Уравнения Максвелла.

3. Основы волновой оптики

Волновое уравнение. Уравнение плоской волны.

Эффект Доплера для звуковых и электромагнитных волн.

Принцип Гюйгенса. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления.

Явление интерференции. Сложение двух электромагнитных волн. Интенсивность суммарной волны.

Временная когерентность, длина когерентности на примере опыта Юнга с монохроматическим протяженным источником.

Способы наблюдения интерференции света (зеркало Ллойда, бипризма и бизеркала Френеля).

Интерференционные полосы равного наклона. Интерференционные полосы равной толщины. Простой клин.

Кольца Ньютона. Интерференция света на тонких пленках. Просветление оптики.

Графическое сложение амплитуд. Зоны Френеля.

Дифракция Френеля на круглом отверстии и на диске. Дифракция Френеля на щели. Дифракция Фраунгофера на щели.

Дифракционная решетка. Положение и угловая ширина главных дифракционных максимумов дифракционной решетки. Дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.

Дифракция рентгеновских лучей. Формула Брэгга-Вульфа.

4. Основы квантовой физики, строения вещества, атомной и ядерной физики

Экспериментальные законы теплового излучения (Стефана-Больцмана, Вина).

Формула Планка. Вывод закона Стефана-Больцмана из формулы Планка.

Фотоэффект. Уравнение А.Эйнштейна для фотоэффекта.

Опыт Боте. Фотоны.

Эффект Комптона.

Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.

Элементарная боровская теория водородоподобного атома.

Гипотеза де-Бройля. Экспериментальные основания квантовой механики.

Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка размеров и минимальной энергии водородоподобного атома.

Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка минимальной энергии одномерного гармонического осциллятора.

Уравнение Шредингера. Физический смысл и свойства пси-функции.

Частица в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме. Результаты квантовой механики для одномерного гармонического осциллятора.

Результаты квантовой механики для водородоподобного атома.

Собственный механический и магнитный моменты электрона. Магнетон Бора.

Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек атома. Электронные конфигурации.

Характеристические рентгеновские спектры. Закон Мозли.

Комбинационное рассеяние света. Эффект Рамана.

Энергетические зоны в твердых телах. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственные и примесные полупроводники. Электронная и дырочная проводимость.

5. Высшая математика

Понятие производной функции. Основные правила дифференцирования функций. Нахождение экстремумов функции.

Понятие матрицы. Определитель матрицы и его вычисление.

Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Методы решения СЛАУ: метод Гаусса, метод Крамера. Критерий существования нетривиального решения системы однородных линейных алгебраических уравнений.

Понятие первообразной функции. Вычисление неопределенных и определенных интегралов, в т.ч. несобственных.

Понятие числового ряда. Признаки сходимости числовых рядов. Разложение функции в ряд Тейлора.

Понятия градиента функции, дивергенции, ротора и циркуляции векторного поля. Теоремы Остроградского-Гаусса и Стокса.

Понятие обыкновенного дифференциального уравнения. Типы ОДУ первого порядка и методы их решения: уравнение с разделяющимися переменными, однородное ОДУ,

уравнение в полных дифференциалах, линейное дифференциальное уравнение, уравнения, не разрешенные относительно производной.

Линейное дифференциальное уравнение произвольного порядка с постоянными коэффициентами. Методы его решения.

Система линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Методы её решения.

Понятие аналитической функции. Разложение функции, аналитической в кольце, в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек. Вычеты. Основная теорема о вычетах и ее приложения.

Основные уравнения математической физики. Классификация линейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными.

Решение краевых задач для уравнений гиперболического и параболического типов методом Фурье.

Решение задачи Коши для волнового уравнения в одномерном случае.

Литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики, в 3х томах. М.: Наука, 1982.
2. Иродов И.Е. Основные законы электромагнетизма. М.: Высшая школа, 1991.
3. Иродов И.Е. Волновые процессы. М., СПб: Физматлит, 2002.
4. Бронштейн И.Н. Справочник по математике: Для инженеров и учащихся втузов. / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев, 13-е изд., испр. - М.: Наука, 1986. - 544 с.
5. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике (12-е изд.). М.: Наука, 1977.
6. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: Учеб. для спец. вузов / Беклемишев Д.В. - 6-е изд., стереотип. - М.: Наука, 1987. - 319 с.
7. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики: Учеб. пособие для вузов / Тихонов А.Н., Самарский А.А. - 5-е изд., стереотип. - М.: Наука, 1977. - 735 с.

Перечень вопросов профильной части

Профиль «ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»,

1. Медицинские ускорители заряженных частиц

Основные положения классической механики. Уравнения движения. Законы сохранения. Интегрирование уравнений движения.

Физика контактных явлений. Электронно-дырочный переход. Равновесное состояние: объёмный заряд, потенциал, токи в переходе. Неравновесное состояние. Вольтамперная характеристика. Энергетические диаграммы.

Физические принципы ускорения заряженных частиц. Методы ускорения электронов и ионов. Высоковольтное ускорение. Индукционный и резонансный методы ускорения. Линейные резонансные ускорители ионов и электронов.

Свободные колебания в контуре. Основные определения. Вынужденные колебания в последовательном и параллельном контурах. Амплитудная и фазовая характеристики. Связанные контуры. Обобщенная схема. Энергетические соотношения. Настройка. Амплитудная и фазовая характеристики.

Устойчивость движения. Линейные и нелинейные колебания. Канонические уравнения.

Контакт металл-полупроводник. Энергетические диаграммы. Вольтамперная характеристика.

Основные узлы ускорителей. Методы фокусировки пучков в ускорителях.

Однородная длинная линия. Телеграфные уравнения и их решение. Граничные условия. Входное сопротивление. Круговые диаграммы полных сопротивлений.

Основные положения релятивистской механики. Преобразования Лоренца. Релятивистская динамика.

Физические процессы в полупроводниковых приборах. Импульсные свойства полупроводникового диода.

Принципы работы циклических ускорителей. Типы циклических ускорителей. Ускорители с постоянным магнитным полем. Ускорители с постоянным радиусом.

Высокочастотные волноводы и резонаторы. Решение волнового уравнения для волноводов. Электрические и магнитные волны в волноводах прямоугольного и круглого сечений, фазовая и групповая скорости.

Свойства элементарных частиц, атомов, ядер. Основные элементарные частицы: электроны, протоны, нейтроны. Уравнение Эйнштейна. Энергия покоя, кинетическая энергия, полная энергия.

Лингвистическое, программное и информационное обеспечение САПР. Языки программирования. Особенности специализированных языковых средств САПР.

Системы транспортировки заряженных частиц. Магнитооптические системы. Магнитные квадрупольные линзы. Электростатические и высокочастотные сепараторы.

Вакуумные системы, назначение основных элементов типовых схем. Этапы откачки вакуумной системы, закономерности, уравнение откачки. Предельные давления, влияющие параметры. Особенности применения высоковакуумных насосов разных типов.

Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Электромагнитные потенциалы. Вектор Герца. Векторные и скалярные потенциалы.

Инструментальное программное обеспечение, системы программирования, разновидности трансляторов. Прикладное программное обеспечение, способы его организации (текстовые редакторы, СУБД, системы для инженерных и научных расчётов, специализированные САПР).

Применение ускорителей в науке, промышленности, энергетике, медицине.

Требования к вакууму в электрофизических установках. Особенности вакуумных систем. Взаимодействие ускоренных частиц с остаточным газом. Время жизни пучка. Динамический вакуум, стимулированное газовыделение.

Статистическая физика ансамблей заряженных частиц. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля.

Теория вероятностей. Случайные события, величины, законы и моменты распределения. Непрерывные и дискретные случайные величины в физике.

Физические принципы ускорения заряженных частиц. Методы ускорения электронов и ионов. Высоковольтное ускорение. Индукционный и резонансный методы ускорения. Линейные резонансные ускорители ионов и электронов.

Электрическая прочность вакуумных промежутков. Гипотезы пробоя вакуумных промежутков. Автоэлектронная эмиссия, взрывная эмиссия. Состояние поверхности электродов. Механизмы пробоя вакуумных промежутков.

Литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики, в 3-х томах. М.: Наука, 1982.
2. Иродов И.Е. Основные законы электромагнетизма. М.: Высшая школа, 1991.
3. Иродов И.Е. Волновые процессы. М., СПб: Физматлит, 2002.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3х томах. М.: - М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит., 1982.
5. Иродов И.Е.. Основные законы механики - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 1997.

6. Иродов И.Е.. Основные законы электромагнетизма - 2-е изд. ,стереотип. - М.: Высш. школа, 1991.
7. Иродов И.Е. Волновые процессы - М.; СПб : Физматлит, 2001, 1999, 2002
8. Мухин К.Н. Введение в ядерную физику - М. : Госатомиздат, 1963.
9. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика Учебник для вузов в 2 т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат. 1983.
10. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных интегральных схем. Пер. с англ. - М.: Мир, 1985.
11. Фролкин В.Т., Попов Л.Н. Импульсные и цифровые устройства. Учебное пособие для высших учебных заведений. - М.: Радио и связь, 1992.
12. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Пер. с англ. Мир, 1993.
13. Шуренков В.В., Беклемишев В.В., Коршунов А.М. Физика контактных явлений - М. : МИФИ, 1988.
14. Рашиков В.И., Рошаль А.С.. Численные методы решения физических задач: Учебное пособие. –СПб.: «Лань», 2005
15. Аверьянов Г.П., Рошаль А.С.. Введение в информатику: Учебное пособие –М.: МИФИ, 2002.
16. Аверьянов Г.П., Рошаль А.С. Основы современной информатики: Учебное пособие – М: МИФИ, 2007.
17. Лебедев А.Н., Шальнов А.В. Основы физики и техники ускорителей. . –М.: Энергоатомиздат, 1991.
18. Диденко А.Н., Гаврилов Н.М., Пучков В.Н. Техническая электродинамика. -М.: МИФИ, 2000.
19. Вальднер О.А., Диденко А.Н., Шальнов А.В. Ускоряющие волноводы. – М: Атомиздат, 1973.
20. Капчинский И. М. Теория линейных резонансных ускорителей. М.: Энергоатомиздат, 1982
21. Диденко А.Н., Григорьев И.П., Усов Ю.П.. Мощные электронные пучки и их применение. М.: Атомиздат, 1977.
22. Дж. Лоусон Физика пучков заряженных частиц. М.: Мир, 1980.
23. Пучков В.Н. Формирование магнитных полей: Учебное пособие. - М.: МИФИ, 1989.
24. Милованов О.С., Собенин Н.П.: «Техника сверхвысоких частот». М.: Энергоатомиздат, 2007.
25. Милованов О.С., Пономаренко А.Г. “Усилители и автогенераторы метровых волн”. М. МИФИ. 1989.
26. Гоноровский И.С. Основы радиотехники. М. Радио. 1957.
27. Милованов О.С., Собенин Н.П.: «Техника сверхвысоких частот». Атомиздат, 1980.
28. Каминский В.И., Сеньюков В.А., Собенин Н.П. Высшие типы волн в элементах ускоряющих структур: Учеб. пособие для вузов. М.: МИФИ, 2002.
29. В.И. Каминский, М.В. Лалаян, Н.П. Собенин. Ускоряющие структуры: учеб. пособие для вузов. М.: МИФИ, 2005.
30. Диденко А.Н., Каминский В.И., Лалаян М.В., Собенин Н.П. Сверхпроводящие ускоряющие резонаторы. – М:МИФИ, 2008.
31. Глазков А.А., Саксаганский Г.Л. Вакуум электрофизических установок и комплексов. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

32. Шатохин В.Л. Технология вакуумных систем: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2000.
33. Райзер Ю.П. Физика газового разряда: Учеб. Руководство.- М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
34. Сливков И.Н. Процессы при высоком напряжении в вакууме. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

Профиль «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ»

Движение заряженных частиц в электрическом поле. Движение в однородном поле плоского конденсатора. Электростатические энергоанализаторы. Спектрометры и спектрографы.

Движение заряженных частиц в магнитном поле. Магнитные спектрометры. Двухкаскадные энерго-массанализаторы.

Поток заряженных частиц в вакууме с учетом объемного заряда. Пирсова оптика. Формула Ленгмюра (Занон $3/2$ для системы плоских электродов).

Законы термо, фото и автоэлектронной эмиссии. Эффект Шоттки.

Электрические разряды (тлеющий, дуговой, коронный, ВЧ-разряд). Закон Пашена.

Дрейф в неоднородном магнитном поле. Адиабатический инвариант. Движение

Понятие плазмы. Идеальность и не идеальность плазмы. Дебаевский радиус (вывод формулы).

Средняя длина свободного пробега в газе. Диффузия в газах. Столкновения в плазме. Кулоновский логарифм.

Электрический колебательный контур. Уравнение колебаний. Колебания в плазме. Плазменная частота (вывод формулы).

Неупругие процессы в газе – возбуждение, ионизация, перезарядка, термическая ионизация, рекомбинация, образование отрицательных ионов. Формула Саха-Ленгмюра.

Фотоны. Энергия и импульс фотона. Лазеры. Модель атома водорода. Излучение и поглощение фотонов атомами. Оптическая спектроскопия.

Строение атомного ядра. Изотопы. Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер. Ядерные и термоядерные реакции. Уравнения реакций. Закон радиоактивного распада. Выделение энергии при делении и синтезе атомных ядер. Критерий Лоусона.

Прохождение быстрых частиц через твёрдое тело. Ядерные и электронные столкновения. Торможение ионов в твёрдом теле. Упругие и неупругие потери энергии при малых энергиях.

Литература

1. Малышев В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию
2. Вовченко Е.Д., Кузнецов А.П., Савёлов А.С. Лазерные методы диагностики плазмы.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. т.3
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.V. часть 2
5. Лукьянов С.Ю. Горячая плазма и управляемый термоядерный синтез.

6. Диамagnetизм. Диамagnetизм плазмы. Принцип магнитной термоизоляции плазмы. Способы создания и нагрева плазмы. Токамаки и стеллараторы – сравнительный анализ.
7. Дрейф в неоднородном магнитном поле. Адиабатический инвариант. Движение заряженных частиц в комбинированных электрическом и магнитном полях. Фильтр Вина.
8. Афанасьев В.П., Явор С.Я. Электростатические энергоанализаторы для пучков заряженных частиц.
9. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К, Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках
10. Готт Ю.В., Курнаев В.А, Вайсберг О.Л. Корпускулярная диагностика лабораторной и космической плазмы
11. Арцимович Л.А., Лукьянов С.Ю. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.
12. Сысоев А.А., Чупахин М.С. Введение в масс-спектрометрию.
13. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К, Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках
14. Готт Ю.В., Курнаев В.А, Вайсберг О.Л. Корпускулярная диагностика лабораторной и космической плазмы
15. Савельев И.В. Курс общей физики. т.1
16. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.П
17. Савельев И.В. Курс общей физики. т.2
18. Савельев И.В. Курс общей физики. т.3
19. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.Ш
20. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.V. часть 2
21. Райзер Ю.П. Физика газового разряда
22. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы
23. Лукьянов С.Ю. Горячая плазма и управляемый термоядерный синтез.
24. Курнаев В.А. Взаимодействие плазмы с поверхностью
25. Курнаев В.А., Машкова Е.С., Молчанов В.А. Отражение легких ионов от поверхности твердого тела

Профиль «ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА»

1. Основы физической оптики и лазерной фотоники

Интерференция света. Двухлучевые интерферометры. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.

Когерентность световых полей. Временная и пространственная когерентность. Теорема Ван-Циттерта – Цернике.

Дифракция света. Скалярная теория дифракции. Дифракционные решетки

Оптические волны в анизотропной среде. Двулучепреломление и оптическая активность. Одноосные и двуосные кристаллы.

Приближение геометрической оптики. Уравнение эйконала. Основные свойства лучей.

2. Физические основы лазеров

Спонтанные и вынужденные переходы в квантовых системах.

Уширение спектральных линий..

Эффект насыщения усиления при однородном и неоднородном уширении линий.

Модуляция добротности. Принцип, динамика гигантского импульса.

Методы модуляции добротности.

Синхронизация мод. Принцип. Синхронизация мод в лазерах с однородно и неоднородно уширенными переходами.

Методы синхронизация мод.

3. Лазеры

Квантовый генератор. Условия возбуждения. Частота генерации. Спектральная ширина линии генерации.

Твердотельные лазеры на ионах хрома.

Твердотельные лазеры на ионах неодима.

Ион-ионное взаимодействие в активных средах твердотельных лазеров. Концентрационное тушение. Сенсбилизация. Разгрузка нижних рабочих уровней. Увеличение КПД твердотельных лазеров. Твердотельные лазеры в области 2-х и 3-х микрон.

Твердотельные лазеры на вибронных переходах. Лазеры на александрите, изумруде, редкоземельных галлиевых и скандиевых гранатах. Титан-сапфировый лазер.

Лазеры на растворах органических красителей.

Методы накачки газовых лазеров. Основные особенности газовой активной среды. Электрический разряд. Возбуждение при столкновении с электронами, тяжелыми частицами. Резонансные и нерезонансные столкновительные реакции. Газодинамическое, химическое, оптическое возбуждение. Фотодиссоциация.

Лазеры на инертных газах. He-Ne лазер. Механизм возбуждения и образования инверсии. Лазеры на сжатых инертных газах.

Лэмбовский провал. Лазеры с нелинейно поглощающей ячейкой внутренней и внешней. Стабилизация частоты излучения с использованием поглощающей ячейки.

Молекулярные газовые лазеры.

Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М., Наука, 1970.
2. Гудмен Дж. Введение в Фурье-оптику. М., Мир, 1970.
3. Сивухин Д.В. Оптика. М., Физматлит, 2006.
4. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. *Физическая оптика*. М., Изд-во МГУ, 1998
5. Звелто О. Принципы лазеров, М., 2008
6. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике, М., “Наука”, 1988.
7. Ярив А. Квантовая электроника и нелинейная оптика. М., Сов. радио, 1980
8. Собельман И.И. Введение в теорию атомных спектров. М.: Наука, 1977, 319 с.
9. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Атомная спектроскопия. М.: URSS, 2007, 416 с.
10. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Молекулярная спектроскопия. М.: URSS, 2007.
11. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука, 1987.
12. В. Демтрёдер. Лазерная спектроскопия. М.: Наука, 1985.

Профиль «МОЩНЫЕ ЛАЗЕРЫ И ЛАЗЕРНЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ»

Принцип работы лазера. Уровни энергии. Механизм образования инверсии. Механизмы усиления и генерации. Частота генерации. Спектральная ширина линии генерации.

Пространственные характеристики гауссовых пучков – каустика, перетяжка, расходимость, преобразование гауссова пучка линзой.

Открытый оптический резонатор, его собственные типы колебаний, добротность. Конфокальный, концентрический, плоскопараллельный резонаторы.

Модуляция добротности. Принцип, динамика гигантского импульса. Методы модуляции добротности.

Пикосекундные лазеры. Синхронизация мод. Методы синхронизация мод. Пассивные и активные синхронизаторы мод.

Методы усиления пикосекундных импульсов. Тераваттные системы генерации пикосекундных импульсов.

Фемтосекундные ультракороткие импульсы и основные лазеры для их генерации. Измерение длительности фемтосекундных лазерных импульсов.

Петтаваттные системы генерации фемтосекундных импульсов.

Твердотельные лазеры. Лазер на неодиме. Уровни энергии иона неодима в кристаллической матрице. Механизм образования инверсии. 4-х уровневая схема возбуждения и генерации. Увеличение КПД твердотельных лазеров.

Методы измерения параметров лазерного излучения.

Применение интерференционных методов для измерения оптико-физических характеристик среды.

Двухлучевые интерферометры. Многолучевая интерференция. Сдвиговая интерферометрия и ее применение.

Реакции инерциального термоядерного синтеза. Критерии термоядерной реакции.

Концепция лазерного термоядерного синтеза. Схемы прямого и непрямого облучения.

Методы визуализации плазмы – формирование теневых и интерференционных изображений плазменных образований.

Литература

1. 537 3-43 Принципы лазеров. О. Звелто, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008.
1. Оптика и фотоника. Б. Салех, М. Тейх: ИД «Интеллект», 2012, 1,2 том.
2. Современная лазерная спектроскопия В. Демтредер: ИД «Интеллект», 2014.
3. Лазерные методы диагностики плазмы: учебное пособие для вузов, Е. Д. Вовченко, А. П. Кузнецов, А. С. Савёлов, Москва: МИФИ, 2008.

4. Лазеры и их применения в ядерных технологиях: учебное пособие для вузов, С. В. Киреев, С. Л. Шнырев, Москва: МИФИ, 2008.
5. Когерентная фотоника. А. И. Ларкин, Ф. Т.С. Юу, Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012.
6. Физическая оптика: учебник для вузов, С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин, Москва: Наука, 2004.
7. Общий курс физики Т.4 Оптика, Москва: Физматлит, 2006

Дополнительная литература

1. 533 Ф83 Лекции по физике плазмы: Д. А. Франк-Каменецкий, Долгопрудный: Интеллект, 2008
2. Введение в физику плазмы: Чен Ф.Ф.;Пер.с англ., М.: Мир, 1987
3. Курнаев В.А. Плазма- XXI век / . М.: МИФИ, 2008. – 90 с
4. 537 К23 Н.В.Карлов. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1988

Профиль «ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА И ФОТОНИКА»

1. Структура твердых тел

Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Кристаллическая решетка, базис и кристаллическая структура. Примеры кристаллических структур.

Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Условия дифракции по Лауэ и по Вульффу-Брэггу.

2. Динамика кристаллической решетки и ее тепловые свойства

Динамика ионов в твердом теле. Моды и ветви колебаний. Фононы.

Теплоемкость решетки и ее температурная зависимость. Модели Дебая и Эйнштейна.

Ангармонизм. Тепловое расширение.

3. Электронные состояния в кристаллах.

Теорема Блоха. Приближение эффективной массы.

4. Основные электронные свойства металлов

Свободные электроны. Распределение Ферми. Принцип Паули. Заполнение электронных состояний, поверхность Ферми, энергия Ферми.

Плотность электронных состояний.

5. Основные электронные свойства полупроводников

Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Уровень Ферми в собственном и примесном полупроводнике, температурная зависимость.

Температурная зависимость концентрации носителей заряда.

Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда.

Дрейф и диффузия носителей заряда. Подвижность носителей заряда.

6. Кинетические свойства металлов и полупроводников

Рассеяние носителей заряда, длина свободного пробега, проводимость в модели Друде.

Электропроводность и электронная теплопроводность. Закон Видемана-Франца.

Высокочастотная проводимость и скин-эффект.

7. Основы физической оптики и фотоники

Спонтанные и вынужденные переходы. Свойства вынужденного излучения.

Квантовое усиление и генерация электромагнитного излучения. Активная среда, способы её получения.

Условия генерации электромагнитного излучения в оптическом генераторе.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика в 10 томах. Квантовая механика. М.: Наука, 1989, 2001
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика в 10 томах. Т.5. Статистическая физика, ч.1. М.: Наука, 1976, 1995, 2001
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
4. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. М.: Мир, 1979. т.1, т.2.
5. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. М.: Мир, 1988.
6. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1977, 1990.
7. Шалимова К. В. Физика полупроводников. М.: Энергия, 1985.
8. Мэйтлэнд А., Данн М. Введение в физику лазеров. М.: Наука, 1978
9. Карлов Н. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1983, 1988.
10. Звелто О.. Принципы лазеров. М.: Мир, 1984, 1990.

Профиль «ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ»

1. Основы физической оптики и лазерной фотоники

Интерференция света. Двухлучевые интерферометры. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.

Дифракция света. Скалярная теория дифракции. Дифракционные решетки.

Приближение геометрической оптики. Уравнение эйконала. Основные свойства лучей.

Спонтанные и вынужденные переходы. Свойства вынужденного излучения. Квантовое усиление и генерация электромагнитного излучения.

Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Активная среда, способы её получения. Открытый (оптический) резонатор. Резонансные свойства оптических резонаторов.

Условия генерации электромагнитного излучения. Основные типы оптических квантовых генераторов.

2. Основные положения физики конденсированного состояния

Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь.

Структура веществ с ковалентными связями. Ближний и дальний порядок. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Примеры кристаллических структур.

Основы зонной теории. Обратная решетка. Зона Бриллюэна. Металлы, диэлектрики и полупроводники.

Теплоемкость твердых тел. Решеточная и электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.

Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике.

Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Тепловое расширение твердых тел.

3. Основные положения физики полупроводников

Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение.

Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс.

Энергетические зоны. Приближение сильно связанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии.

Приближение квазисвободных электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Плотность состояний квазисвободных электронов.

Элементарная теория электропроводности полупроводников. Носители заряда: электроны и дырки. Эффективная масса.

Собственные и примесные полупроводники. Уровень Ферми и его зависимость от температуры и концентрации примеси. Равновесные и неравновесные носители заряда. Собственные и избыточные носители заряда.

Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Неупорядоченные полупроводники.

Механизмы рассеяния электронов и дырок. Ловушки для носителей заряда.

Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса—Кронига. Поглощение света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой).

Оптическая генерация. Механизмы рекомбинации. Типы люминесценции.

Кинетические явления в полупроводниках. Кинетическое уравнение Больцмана. Время релаксации.

Подвижность и её зависимость от температуры. Диффузионный и дрейфовый токи. Соотношение Эйнштейна.

Термоэлектронная работа выхода. Контакт металл-металл. Контактная разность потенциалов. Контакт металл-полупроводник.

Литература

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика в 10 томах. Квантовая механика. М.: Наука, 1989, 2001
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика в 10 томах. Т.5. Статистическая физика, ч.1. М.: Наука, 1976, 1995, 2001
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
5. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. М.: Мир, 1979. т.1, т.2.
6. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. М.: Мир, 1988.
7. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1977, 1990.
8. Шалимова К. В. Физика полупроводников. М.: Энергия, 1985.

9. Мэйтлэнд А., Данн М. Введение в физику лазеров. М.: Наука, 1978
10. Карлов Н. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1983, 1988.
11. Звелто О.. Принципы лазеров. М.: Мир, 1984, 1990.
12. Матвеев А.Н., Оптика. – М, Высшая школа, 1985.
13. Кейси Х., Паниш М. Лазеры на гетероструктурах. Основные принципы (в 2 томах). 1981.

Профиль «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ»

1. Теория автоматического управления

Понятие о системах автоматического регулирования (САР) и системах автоматического управления (САУ). Типовая функциональная схема САР. Основные элементы систем.

Физические и математические модели. Формы представления моделей. Структурные математические модели и обыкновенные дифференциальные уравнения в анализе движения систем.

Понятие пространства переменных состояний. Математическое описание систем в пространстве переменных состояний с помощью дифференциальных уравнений в форме Коши. Определение и алгоритм вычисления матричной передаточной функции.

Типы соединений преобразователей. Последовательное и параллельное соединения. Прямая и обратная связь (ОС). Отрицательная и положительная обратные связи.

Временные характеристики динамических систем. Определение переходной и импульсной переходной характеристик.

Амплитудная и фазовая частотные характеристики. Их математическая и физическая интерпретация. Логарифмические амплитудные и фазовые частотные характеристики (ЛАФЧХ).

Понятие типовых динамических звеньев (ТДЗ). Временные и частотные характеристики ТДЗ. Построение ЛАФЧХ сложных передаточных функций, состоящих из нескольких ТДЗ.

Устойчивость систем: физический смысл и математическая интерпретация. Определение устойчивости по Ляпунову. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица. Частотные критерии устойчивости. Критерий Найквиста. Понятие о запасах устойчивости по фазе и модулю. Применение ЛАФЧХ для анализа устойчивости. Исследование устойчивости многоконтурных систем.

Основные показатели качества регулирования. Приближенные оценки показателей качества.

Метод корневого годографа. Правила построения корневого годографа. Анализ и синтез систем методом корневого годографа.

Анализ и синтез систем. Принципы системного анализа, используемые при проектировании систем. Синтез системы с ОС.

Назначение корректирующих устройств. Частотный метод синтеза последовательного корректирующего устройства в следящей системе. Роль корректирующих устройств в обратных связях внутренних контуров системы.

Методы исследования нелинейных динамических систем.

Метод гармонического баланса. Фильтрующие свойства динамических систем. Коэффициент гармонической линеаризации. Балансы фаз и амплитуд.

Анализ и проектирование нелинейных систем методом фазовой плоскости. Фазовые портреты.

Дискретные и дискретно-непрерывные системы. Квантование сигналов по уровню и по времени. Математическое описание преобразователя непрерывного сигнала в дискретный и обратного преобразования дискретного сигнала в непрерывный.

Анализ частотных спектров сигналов в дискретно-непрерывной системе. Теорема Котельникова.

Экстраполятор нулевого порядка. Импульсное управление непрерывным интегратором.

Математический аппарат и свойства z -преобразования. Критерий устойчивости для дискретных систем. Анализ устойчивости дискретных систем на плоскости z и $W(z)$.

2. Теоретические основы информационной техники

Теория сигналов. Классификация моделей сигналов. Пространство и метриология сигналов. Спектральный анализ сигналов. Спектры периодических сигналов. Ряды Фурье. Спектральные функции непериодических сигналов. Интегральные преобразования Фурье и Лапласа, их свойства.

Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Случайный процесс как модель сигналов, моментные характеристики. Корреляционный анализ случайных сигналов.

Дискретизация сигналов. Спектр дискретного сигнала. Восстановление сигнала по отсчетам. Интерполяционный ряд Котельникова-Шеннона.

Информационное содержание сигналов. Энтропия дискретных и непрерывных сигналов. Количество информации как мера снятой неопределенности. Модели каналов передачи сигналов. Информационные характеристики дискретных и непрерывных каналов.

Кодирование информации. Понятие оптимального кода. Избыточность кода. Методы эффективного кодирования. Помехоустойчивое кодирование. Групповые коды. Циклические коды.

Алгоритмы обработки информации в информационно-измерительных системах. Алгоритмы аппроксимации. Алгоритмы тестовой коррекции. Алгоритмы фильтрации.

Оптимальная линейная фильтрация. Фильтр Винера-Колмогорова. Рекуррентные алгоритмы фильтрации. Фильтр Калмана-Бьюси.

Цифровая обработка сигналов. Дискретные преобразования сигналов. Дискретные системы. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Z – преобразование сигналов. Связь с преобразованиями Фурье и Лапласа. Свойства z -преобразования. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Методы синтеза дискретных фильтров.

3. Информационно-измерительные системы

Измерительные системы (ИС). Типовые функциональные преобразователи. Основные разновидности измерительных систем.

Системы автоматизированного контроля (САК). Контроль состояния технологического объекта управления. Системы централизованного контроля. Алгоритмы функционирования САК.

Системы технической диагностики (СТД). Принципы диагностики состояния и работоспособности ПТК информационно-вычислительных и управляющих комплексов.

Обобщенная структура КТС ИИС. Аналоговые измерительные цепи. Унифицирующие преобразователи. Метрологические характеристики. Стандартные средства аналоговых преобразований. Преобразователи структурных параметров сигналов.

Структуры и алгоритмы аналого-цифровой части ИИС. Системы параллельного действия. Мультиплицированные системы. Многоточечные коммутаторные структуры. Сканирующие структуры.

Каналы и средства передачи информации. Передача информации в условиях шумов. Системы и средства кодирования и декодирования информации.

Средства обработки и хранения информации. Средства отображения и предъявления информации.

Микропроцессорные средства реализации ИИС

Основные типы реализации ИИС. Специализированные системы. Агрегатные комплексы. Информационно-управляющие комплексы.

Микропроцессорные системы. Применение МП систем в ИИС. Программное и аппаратное обеспечение. Стандартные интерфейсы. Управление сигналами. Преобразование сигналов. Реализация алгоритмов обработки информации. Программируемые сигнальные процессоры.

Современные стандартные микропроцессорные программно-аппаратные средства реализации информационно-вычислительных систем.

Литература

1. Теория автоматического управления. Под ред. Воронова А.А. Часть 1. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Теория автоматического управления. Под ред. Воронова А.А. Часть 2. – М.: Высшая школа, 1986.
3. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1978.
4. Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. Пер. с англ. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
5. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления. Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1986.
6. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 1. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления./ Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
7. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 2. Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления./ Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
8. Садовский Г.А. Теоретические основы информационно-измерительной техники. М: Высшая школа, 2008
9. Куликовский Л.Ф., Мотов В.В. Теоретические основы информационных процессов. М: Высшая школа, 1982
10. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2008.
11. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование.. М: Гор. линия-Телеком, 2004.

Профиль «ЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»

1. Электротехника и электротехнические измерения

Основные элементы электрической цепи.

Преобразование электрических схем, эквивалентные источники тока и напряжения.

Закон Ома.

Принцип суперпозиции. Метод контурных токов.

Правила и законы коммутации.

Метод узловых потенциалов.

Резонанс напряжений. Резонанс токов.

Комплексная, активная, реактивная и полная мощность электрической цепи.

Последовательный колебательный контур. Амплитудно- и фазочастотные характеристики.

Параллельный колебательный контур. Амплитудно- и фазочастотные характеристики.

Трансформатор без ферромагнитного сердечника. Эквивалентная схема. Простейшие RC-цепи, их АЧХ и ФЧХ.

Простейшие RC-цепи при воздействии импульсных сигналов.

Искажения фронта и плоской вершины прямоугольных импульсов в цепях передачи сигнала.

Классификация электро-измерительных приборов.

Значения, характеризующие электрические сигналы различной формы.

Виды измерительных генераторов.

Относительная и абсолютная погрешности вольтметра. Класс точности вольтметра.

Структурные схемы электромеханических вольтметров постоянного и переменного токов, выполненных на основе микроамперметра.

Структурные схемы аналоговых электронных вольтметров постоянного и переменного токов.

Мосты постоянного и переменного тока. Условие равновесия моста.

Мостовые схемы измерения емкости и индуктивности.

Структурная схема измерительной системы и назначение ее основных блоков.

2. Электроника

Электрофизические свойства полупроводников, донорные и акцепторные примеси.

Физические процессы в р-п-переходе. Работа р-п-перехода при прямом и обратном смещениях.

Р-п переход, его вольтамперная характеристика.

Диоды: выпрямительные, стабилитроны, варикапы.

Принцип действия, основные параметры и характеристики биполярных транзисторов.

Режимы работы биполярного транзистора.

Работа биполярного транзистора при включении с общей базой и общим эмиттером.

Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом. Принцип действия, основные параметры и характеристики.

Принцип действия, основные параметры и характеристики МДП-транзисторов.

Источники питания электронной аппаратуры. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямитель.

Простейшие стабилизаторы напряжения.

Определение усилителя. Обобщенная структурная схема электронного усилителя.

Линейные и нелинейные искажения сигнала в усилителе. Причины искажений.

Амплитудные и амплитудно-частотные характеристики.

Согласование источника сигнала и нагрузки. Параметры и характеристики усилителей.

Обратная связь в усилителях. Определение ОС. Классификация ОС. Влияние ОС на параметры и характеристики усилителя.

Транзисторный усилительный каскад с общим эмиттером.

Транзисторный усилительный каскад с общим коллектором.

Интегральные схемы. Классификация интегральных схем.

Дифференциальный усилитель: схема дифференциального каскада.

Операционные усилители (ОУ). Понятие об идеальном ОУ. Принцип « мнимой земли».

Операционные усилители. Основные параметры. Применение ОУ в узлах электронной аппаратуры: Инвертирующие и неинвертирующие усилители.

Инвертирующий усилитель на ОУ. Амплитудная характеристика.

Неинвертирующий усилитель на ОУ. Амплитудная характеристика.

Инвертирующий сумматор на ОУ.

Усилители с нелинейной обратной связью на ОУ.

Интегратор на ОУ.

Мультивибратор на ОУ.

Принцип построения одновибратора на ОУ.

Генераторы синусоидального напряжения.

Генератор линейно-изменяющегося напряжения. Принцип построения, область применения.

Разновидности логических элементов.

Логические интегральные микросхемы. Их параметры и характеристики.

Интегральные логические элементы ТТЛ. Принципиальная схема базового элемента.

Интегральные логические элементы на КМОП-транзисторах. Принципиальная схема базового элемента.

Понятие комбинационных устройств. Типовые комбинационные устройства.

Мультиплексоры и демультимплексоры. Области применения, особенности.

Шифраторы и дешифраторы. Области применения, особенности.

Сумматоры. Области применения, особенности.

Понятие последовательностных устройств. Примеры.

Мультивибратор на интегральных микросхемах.

Принцип построения одновибратора на интегральных микросхемах.

Триггеры. Виды триггеров, особенности.

Регистры. Области применения, особенности.

Двоичные и двоично-десятичные счётчики. Области применения, особенности.

Оперативные запоминающие устройства. Структурная схема. Области применения.

Постоянные запоминающие устройства. Структурная схема. Области применения.

Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Области использования. Принципы построения.

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Области использования. Принципы построения.

Микропроцессоры. Обобщённая структурная схема. Области использования.

Микроконтроллеры и их области использования.

ПЛИС и базовые матричные кристаллы. Назначение и области применения.

3. Метрология, стандартизация и сертификация

Определение метрологии. Основные и производные единицы системы СИ.

Классификация погрешности измерения. Систематические погрешности и способы их уменьшения.

Классификация видов измерений физической величины.

Классификация средств измерений.

Случайные погрешности и способы их математического описания.

Суммирование случайных и систематических погрешностей.

Корреляционная функция и её свойства.

Система эталонов и поверочные схемы. Эталоны напряжения, тока, емкости, индуктивности.

Интервальные оценки при большом и ограниченном числе измерений.

Математические модели определения динамической погрешности при измерении детерминированных сигналов (блок-схема, основные соотношения).

Статистические методы проверки нормальности распределения результатов измерений, погрешности.

Средства измерений; их классификация. Метрологические характеристики средств измерения.

Классы точности средств измерения. Градуировка, калибровка, поверка средств измерения.

4. Основы теории информации

Системы передачи сообщений. Элементы системы и их классификация.

Дискретизация и восстановление непрерывных функций. Теорема отсчётов.

Возможность передачи непрерывных сообщений в реальном масштабе времени на основе теоремы отсчётов.

Дискретизация и восстановление непрерывных функций.

Шум и «дефицит алфавита» как искажающие факторы при передаче сообщений по каналу.

Применение дельта-функции для определения спектров линейчатых функций.

Энтропия и информация в случае непрерывных и дискретных случайных величин.

Экстремальное свойство нормального распределения.

Экстремальное свойство белого шума.

Кодирование сообщений ансамбля при отсутствии шума.

Профиль «РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

1. Взаимодействие излучений с веществом, теория переноса и физика защиты от излучений.

Дифференциальные и интегральные, потоковые и токовые характеристики поля излучения. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Сечения взаимодействия. Основные виды сечений. Факторы накопления. Инженерные методы расчета защиты от ионизирующего излучения.

Основные характеристики источников излучения. Классификация источников.

Различные формы уравнения переноса нейтронов и фотонов через вещество. Основные аналитические методы решения уравнения переноса.

Предельно-допустимые уровни ионизирующих излучений. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99).

2. Дозиметрия и спектрометрия ионизирующих излучений. Инструментальные методы радиационной безопасности.

Доза излучения. Различные виды доз, операционные величины. Физические основы дозиметрии.

Ионизационный метод дозиметрии. Дозиметры на основе газоразрядных счетчиков. Сцинтилляционный метод дозиметрии. Полупроводниковые дозиметрические детекторы. Различные способы дозиметрии нейтронов. Термолюминесцентные дозиметры. Радиометры для измерений активности жидких и сыпучих проб. Радиометры газов и аэрозолей.

Основные распределения случайной величины. Оценки и их свойства. Законы распределения основных оценок. Критерии проверки статистических гипотез.

3. Основы экологии и охраны окружающей среды. Концепция риска.

Общие закономерности организации биосферы Земли. Потоки энергии в биосфере. Биогеохимические круговороты.

Глобальные экологические проблемы. Социально-экономические проблемы природопользования. Влияние энергетики на природную среду. Состояние мировой ядерной энергетики, ее роль в общем энергопотреблении.

Экология АЭС. Ядерный топливный цикл и экологические проблемы. Безопасное обращение с РАО и ОЯТ. Основные радиационные аварии: анализ причин, ликвидация и последствия.

Надежность, безопасность, риск. Математические модели для оценки риска. Принцип ALARA.

4. Радиационная биология. Воздействие ионизирующего излучения на живые системы.

Биологические эффекты ионизирующих излучений. Стохастические и нестохастические эффекты.

Детерминированные эффекты. Лучевая болезнь.

Стохастические эффекты. Проблема дозового порога.

Нормирование радиационного воздействия.

Литература

1. Сахаров В.К. Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений. М., НИЯУ МИФИ, 2013 г.
2. Панин М.П. Моделирование переноса излучения. М., МИФИ, 2008 г.
3. Климанов В.А., Крамер-Агеев Е.А., Смирнов В.В. Дозиметрия ионизирующих излучений. М., НИЯУ МИФИ, 2015 г.
4. Крамер-Агеев Е.А., Трошин В.С. Инструментальные методы радиационной безопасности. М., НИЯУ МИФИ, 2011 г.
5. Основы экологии и охраны окружающей среды. Под ред. А.И. Ксенофонтова. М., МИФИ, 2008 г.
6. Сахаров В.К. Радиоэкология. Санкт-Петербург. Изд-во Лань, 2006 г.
7. Костерев В.В. Надежность технических систем и управление риском. М., МИФИ, 2008 г.
8. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. "Радиобиология человека и животных", М. Высшая школа, , 2004 г.
9. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1995 г.
10. Гусев Н.Г., Климанов В.А., Суворов А.П., Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. В 2-х том., М.: Энергоатомиздат, 1989.

Профиль «ТЕПЛОФИЗИКА ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»

1. Техническая термодинамика

Сущность 1-го закона термодинамики и его аналитические выражения для равновесных и неравновесных процессов. Сущность 2-го закона термодинамики и его аналитические выражения для равновесных и неравновесных процессов. Обратимые и необратимые процессы. Факторы, усиливающие необратимость реальных процессов. Условия устойчивости однородной системы. Устойчивость критического состояния. Условия фазового равновесия. Уравнение кривой фазового равновесия. Бинодаль и спинодаль. Метастабильные состояния. Закономерности течения газа в сужающихся и расширяющихся соплах.

2. Гидродинамика ЯЭУ

Уравнение движения жидкости и газа. Распределение скоростей при течении жидкости в каналах и при обтекании тел. Турбулентный и ламинарный режимы течения. Сопротивление при движении жидкости в трубах и каналах. Сила, действующая на тело при обтекании его потоком жидкости.

3. Теплопередача в ЯЭУ

Уравнения, описывающие поле температур в твердом теле и в потоке жидкости. Процессы теплопроводности в твердых телах. Методы решения задач теплопроводности. Термическое сопротивление плоской и цилиндрической оболочки. Коэффициент теплопередачи. Приведение уравнений к безразмерному виду. Критерии и числа подобия. Конвективный теплообмен при внешнем обтекании тел. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при течении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при кипении жидкости в большом объеме и при движении в трубах. Кризис кипения жидкости. Теплоотдача при пленочной конденсации. Основные законы равновесного излучения. Теплоотдача между плоскими пластинами. Тепловые экраны.

4. Энергооборудование ЯЭУ

Рабочие тела и теплоносители. Паротурбинные и газотурбинные циклы. Паровые и газовые турбины, насосы. Теплообменники и парогенераторы. Тепловые схемы АЭС.

5. Инженерные расчеты ЯЭУ

Классификация ЯР по различным признакам, современные ЯЭУ. Перспективные типы реакторов. Общее устройство ЯР, характерные особенности, преимущества и недостатки. Топливные и конструкционные материалы ЯЭУ, теплоносители. Типы твэл, ТВС, условия работы и требования. Радиальные поля температур в плоском, цилиндрическом и сферическом ТВЭлах. Термическое сопротивление ТВЭЛа. Контактное термическое сопротивление. Распределение тепловыделения в реакторах под давлением и кипящих реакторах. Коэффициенты неравномерности. Подогрев теплоносителя по длине канала (высоте активной зоны). Изменение температуры оболочки по длине канала (высоте активной зоны). Сечение с максимальной температурой. Изменение температуры топлива центра ТВЭЛа по длине канала (высоте активной зоны). Сечение с максимальной температурой. Коэффициент запаса на кризис кипения. Расчет гидравлического сопротивления в активной зоне ЯЭУ.

Литература

1. 53 Л22 Ландау Л Теоретическая физика Т.6 Гидродинамика , 2006, Учебная Мин. Кол-во экз: 65 Место хранения: АНЛ(1);АУЛ(61);КНХР(1);ЧЗСК(2) 2006
2. 532 Л72 Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа : Учебник для вузов М., Дрофа, 2003, Учебная Мин. Кол-во экз: 1 Место хранения: КНХР(1) 2003.
3. 532 Ф45 Фетисов Е.П. Магнитная гидрогазодинамика : учеб. пособие , МИФИ, 2006, Учебная Кол-во экз: 124 Место хранения: АНЛ(2);АУЛ(116);КНХР(3);НБО(1);ЧЗСК(2) 2006
4. 536 Э41 Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи : (учебное пособие к лабораторному практикуму по курсу "Теория теплообмена") , МИФИ, 2008, Учебно-методическая УМО Кол-во экз: 80 Место хранения: АНЛ(2);АУЛ(73);КНХР(2);НБО(1);ЧЗСК(2) 2008
5. 620 Т34 Клименко А.В.; ;Зорин В.М. Теплоэнергетика и теплотехника Кн.2 Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент 2001, Справочная Кол-во экз: 2 Место хранения: АНЛ(1);КНХР(1) 2001
6. 621.039 А77 Апсэ В.А. Основы безопасного обращения с радиоактивными отходами : учеб. пособие для вузов , МИФИ, 2006, Учебная УМО Кол-во экз: 100 Место хранения: АНЛ(2);Каф. 5(90); КНХР(4);НБО(1);ЧЗСК(3)2006
7. 621.039 А77 Апсэ В.А. Ядерные технологии : учебное пособие для вузов Москва, МИФИ, 2008, Учебная УМО Кол-во экз: 100 Место хранения: АНЛ(2);АУЛ(93);КНХР(2);НБО(1);ЧЗСК(2)
8. 621.039 В57 Владимиров В.И. Физика ядерных реакторов : Практические задачи по их эксплуатации , Либроком, 2008, Учебная Кол-во экз: 22 Место хранения: АНЛ(1); АУЛ(17); КНХР(2); ЧЗСК(2) 2008
9. 621.039 Д26 Деев В.И. Теплопередача в ЯЭУ : учеб.пособие для вузов М., МИФИ, 2004, Учебная УМО Кол-во экз: 98 Место хранения: АНЛ(1);АУЛ(68);КНХР(26);НБО(1);ЧЗМК(2) 2004
10. 621.039 К 69 Корсун А.С. Гидродинамика ЯЭУ : сборник задач и упражнений Москва, МИФИ, 2008, Учебная УМО Кол-во экз: 90 Место хранения: АНЛ(2);АУЛ(83);КНХР(2);НБО(1);ЧЗСК(2) 2008

11. 621.039 К32 Квасников Л.А. Рабочие процессы в термоэмиссионных преобразователях ядерных энергетических установок : Учеб. пособие для вузов М., МАИ, 2001, Учебная УМО
12. 621.039 К43 Кириллов П.Л. Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов , ИздАТ, 2008, Учебная Кол-во экз: 40 Место хранения: АНЛ(1);АУЛ(35);КНХР(3);ЧЗСК(1) 2008
13. 621.039 К69 Корсун А.С. Критические двухфазные течения : , МИФИ, 2005, Учебная Кол-во экз: 100 Место хранения: АНЛ(2);АУЛ(62);Каф. 13(30);КНХР(3);НБО(1);ЧЗСК(2) 2005
14. 621.039 М31 Маслов Ю.А. Моделирование теплогидравлических процессов в реакторных установках и элементах теплообменного оборудования ЯЭУ : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов Москва, МИФИ, 2008, Учебно-методическая УМО Кол-во экз: 85 Место хранения: АНЛ(2);АУЛ(78);КНХР(2);НБО(1);ЧЗСК(2) 2008
15. 621.039 Н34 Наумов В.И. Моделирование нестационарных и аварийных процессов в ядерных энергетических установках : Лаб. практикум М., МИФИ, 2003, Учебно-методическая Кол-во экз: 37 Место хранения: АНЛ(1);АУЛ(32);КНХР(1);НБО(1);ЧЗСК(2)2003
16. 621.039 Н34 Наумов В.И. Физические основы безопасности ядерных реакторов : Учеб. пособие для вузов М., МИФИ, 2003, Учебная Мин. Кол-во экз: 29 Место хранения: АНЛ(1); АУЛ(21); КНХР(4); НБО(1);Ч ЗСК(2) 2003
17. 621.039 О-23 Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами в атомной энергетике : учебное пособие для вузов Москва, МИФИ, 2007, Учебная УМО Кол-во экз: 134 Место хранения: АНЛ(2);АУЛ(127);КНХР(2);НБО(1);ЧЗСК(2) 2007
18. 621.039 П56 Пономарев-Степной Н.Н. Атомно-водородная энергетика : Системные аспекты и ключевые проблемы Москва, Энергоатомиздат, 2008, Научная Кол-во экз: 7 Место хранения: АНЛ(2);КНХР(3);ЧЗСК(2) 2001
19. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : учеб. пособие для вузов М., МЭИ, 2003, Учебная Мин. Кол-во экз: 6 Место хранения: АНЛ(2);КНХР(3);ЧЗСК(1) 2003
20. 621.3 Б40 Безопасность при эксплуатации атомных станций : учебное пособие для вузов Москва, МИФИ, 2007, Учебная УМО Кол-во экз: 128 Место хранения: НЛ(2);АУЛ(121);КНХР(2);НБО(1);ЧЗСК(2) 2007
21. 621.3 Н73 Новиков В.Н.; Харитонов В.С. Расчет парогенераторов АЭС Ч.2 , , 2001, Учебно-методическая Кол-во экз: 21 Место хранения: АНЛ(2);АУЛ(12);КНХР(1);НБО(1);ЧЗМК(1);ЧЗСК(4)2001

Профиль «ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ»

Основы ядерной физики: состав атомных ядер, ядерные силы, энергия связи, формула Вайцзекера. Реакции радиоактивного распада и типы распадов. Ядерные реакции, особенности ядерных реакций с нейтронами.

Неорганическая химия: строение, реакционная способность и свойства химических элементов и их неорганических соединений. Химические реакции: классификация и характеристики. Дисперсные системы и растворы: основные классы и характеристики.

Основные понятия материаловедения, классификация и свойства материалов. Металлы: группы элементов и основные свойства, сплавы.

Литература

1. Климов А.Н. Ядерная физика и ядерные реакторы. М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Глинка Н.Л. Общая химия / Под ред. А.И. Ермакова. – 4-е изд. – М.: Интеграл-пресс, 2002. 727 с.
3. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. Химия элементов: Учебник в 2 томах. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. 2 т.
4. Металловедение / И.И. Новиков, В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др. М.: Изд. Дом МИСиС, 2009. Т.1 и 2
5. Материаловедение и технология металлов / Фетисов Г.П. и др. Изд.: Высшая школа. 2001.

Профиль «КОМПЬЮТЕРНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Сетка и сеточные функции. Метрические свойства разностной сетки. Аппроксимации дифференциальных операторов первого и второго порядков на сетках регулярной структуры. Погрешность аппроксимации. Разностная схема. Устойчивость разностных схем. Связь аппроксимации, устойчивости и сходимости разностных схем.

Эволюция языков программирования, отличия процедурного подхода к проектированию от объектно-ориентированного. Основные понятия ООП: абстракция, инкапсуляция, модульность, иерархия и типизация (инкапсуляция, наследование и полиморфизм).

Определения класса, структуры и объекта. Область видимости и управление доступом к членам класса. Дружественные классы и методы. Конструкторы и деструкторы. Порядок вызовов конструкторов и деструкторов. Полиморфизм. Статический полиморфизм: перегрузка функций и методов. Наследование. Одиночное и множественное наследования. Видимость и управление доступом к членам наследуемого класса. Виртуальное наследование. Динамический полиморфизм, виртуальные методы. Параметрический полиморфизм, шаблонные функции и классы.

Системы управления жизненным циклом, принципы формирования информационной модели, способы и подходы к автоматизации управления жизненным циклом.

Литература

1. С.К. Годунов, В.С. Рябенский. Разностные схемы. М.: Наука, 1977.
2. Ю.П. Попов, А.А. Самарский. Разностные методы решения задач газовой динамики. М., наука, 1992, 1980.
3. Н.Н. Калиткин, Численные методы. М., Наука, 1978.
4. Страуструп Б. Язык программирования С++/ Страуструп Б.: Пер. с англ. – Спец.изд.– М.; СПб: Бином; Невский диалект, 2007. – 1099 с.
5. Брауде Э.Д. Технология разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2004. – 656 с.

Профиль «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И КОСМОФИЗИКА», «ФИЗИКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ»

Виды излучений. Взаимодействие излучения с веществом. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Взаимодействие гамма-квантов с веществом.

Статические свойства ядер. Модели ядра. Взаимодействие ядер с электромагнитным излучением. Ядерные взаимодействия

Элементарные частицы. Симметрии и законы сохранения.

Космические лучи и космофизика.

Экспериментальные методы ядерной физики. Виды детекторов. Амплитудно-цифровые и время-цифровые преобразователи.

Методы обработки результатов измерений. Определение вероятности. Случайные распределения. Теория оценок. Основные понятия.

Литература

1. К.Н.Мухин. "Экспериментальная ядерная физика", Т. 1 (1 и 2 части), М.: Энергоатомиздат, 1983, 1993
2. К.Н.Мухин. "Экспериментальная ядерная физика", Т. 2 (1 и 2 части), М.: Энергоатомиздат, 1983, 1993.
3. Ю.М.Широков, Н.П.Юдин. Ядерная физика. М.: Наука, 1980.
4. А.И. Абрамов и др. "Основы экспериментальных методов ядерной физики", М.: Энергоатомиздат, 1985.
5. «Статистические методы в экспериментальной физике» под редакцией А.А. Тяпкина, - М., Атомиздат, 1976г.
6. А.М. Гальпер, «Космические лучи» М.: МИФИ, 2002.
7. «Модель космического пространства» т. 1, 2 под ред. М.И. Панасюка, М.: МГУ, 2006.
8. «Радиационные условия в космическом пространстве» под ред. М.И. Панасюка, М.: МГУ, 2006.

Дополнительная литература

9. И.И.Гуревич, В.П.Протасов. Нейтронная физика. М.: Энергоатомиздат, 1997.
10. Е.Д.Жижин, Ю.П.Никитин «Диаграммная техника в применении к теории электромагнитных взаимодействий», М. МИФИ, 1985.
11. Ю.П.Добрецов, «Методы идентификации частиц в экспериментальной физике высоких энергий», изд. МИФИ, 2000г.

Профиль «МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ»

1. Физика твердого тела

Строение атомов и межатомные взаимодействия. Основы электронной теории кристаллов. Классификация фаз в сплавах. Макроскопическое описание явления диффузии. Атомная теория диффузии в металлах. Диффузия и фазовые превращения в металлах и сплавах. Основы электронной теории электропроводности. Магнитные свойства твердых тел. Физическая природа диамагнетизма и парамагнетизма. Теплоемкость кристаллических твердых тел. Теплопроводность твердых тел. Релаксационные явления в твердых телах.

2. Методы исследования структуры и состава материалов

Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Интерференция рентгеновских лучей. Структурный анализ как преобразование Фурье. Интерференционная функция. Методы рентгеноструктурного анализа. Рентгенографическое определение макронапряжений. Рентгенографический анализ уширения дифракционных линий. Основы рентгеновского текстурного анализа. Рентгеновский фазовый анализ. Рентгенографический анализ твердых растворов. Применение дифракции электронов и нейтронов для анализа структуры материалов. Автоионная микроскопия. Туннельная сканирующая микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Оже-спектроскопия. Метод рентгеноспектрального анализа. Метод вторичной ионной масс-спектрометрии.

3. Основы материаловедения

Теория фазового превращения при кристаллизации металлов. Основы фазовых равновесий в двухкомпонентных системах. Твердые растворы: типы и условия образования; упорядоченные твердые растворы. Эвтектические системы. Особенности фазовых превращений в сплавах в твердом состоянии. Структура и свойства деформированного металла. Первичная рекристаллизация: кинетика, текстуры отжига, зарождение и рост зерен. Собирабельная и вторичная рекристаллизация. Мартенситные превращения. Бейнитное превращение. Старение. Термодинамика и кинетика выделения из твердого раствора. Отпуск. Изменение структуры и механических свойств сталей при отпуске.

4. Физическое материаловедение

Физико-химический анализ и выбор легирующих элементов. Диаграммы состояния и их связь с механическими свойствами. Высокочистые вещества и материалы, методы глубокой очистки, анализ уровней чистоты. Вязкое и хрупкое разрушение материалов, факторы, влияющие на характер разрушения материалов. Микролегирование: понятие, механизмы влияния микродобавок, изменение свойств сплавов. Структура: понятия, структурные уровни, методы управления структурой поликристаллов. Структура и свойства аморфных сплавов. Структурные изменения в материалах: движущие силы и механизмы.

5. Взаимодействие излучения с веществом

Основные характеристики описания процесса взаимодействия излучение - твердое тело. Условия и границы применимости классического квантового и релятивистского случаев описания взаимодействия. Применение законов сохранения энергии и импульса для описания “самопроизвольного” распада частиц. Диаграмма распада. Применение законов сохранения энергии и импульса к описанию упругих столкновений двух тел. Диаграммы рассеяния и максимальная переданная энергия (нерелятивистский случай). Частные случаи нерелятивистского рассеяния при классическом описании. Общее решение классической задачи взаимодействия двух тел. Потенциалы, допускающие аналитическое решение. Представление потенциалов ион-ионного взаимодействия. Условия выбора приближенного потенциала. Приближенное решение классической задачи взаимодействия в случае больших и малых углов рассеяния. Применение законов сохранения энергии и импульса к описанию взаимодействия двух тел (релятивистский случай). Максимальная передаваемая энергия и диаграммы рассеяния в случае релятивистского взаимодействия. Основы упругого взаимодействия квантовых частиц. Метод парциальных волн. Кооперативные эффекты при рассеянии квантовых частиц. Кинематическая теория рассеяния. Структурный множитель. Амплитуда волны дифрагированной идеальным и искаженным кристаллом. Кинематическая теория рассеяния на кристаллических твердых телах. Влияние тепловых колебаний решетки на рассеяние. Особенности рассеяния электронов при взаимодействии с твердым телом. Особенности рассеяния быстрых нейтронов и гамма – квантов. Кооперативные эффекты при рассеянии классических частиц. Каналирование и блокировка (эффект теней). Образование радиационных дефектов при малых энергиях ПВА. Простая фокусировка. Дополнительная фокусировка. Анизотропия пороговой энергии радиационного

повреждения. Элементарная теория каскадов атомных столкновений (модель Кинчина-Пиза). Мера радиационного повреждения материалов. Разреженные и плотные каскады. Пространственное распределение дефектов в каскадной области повреждения. Баланс энергии в каскаде. Кинетическая теория разреженных каскадов. Основные результаты. Основы континуальной теории описания плотных каскадов

Литература

1. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина. –Том 2. Основы материаловедения/ Г.Н. Елманов, Б.А. Калинин, С.А. Кохтев, В.В. Нечаев, А.А. Полянский, Е.А. Смирнов, В.И. Стаценко. – М.: МИФИ, 2012. – 604 с.
2. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. – М.: МИСИС, 2003.
3. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина. – Том 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов/ Н.В. Волков, В.И. Скритный, В.П. Филиппов, В.Н. Яльцев. – М.: МИФИ, 2012. – 800 с.
4. Волков Н.В., Солонин М.И., Калинин Б.А. Физические методы исследования структуры твердых тел Ч. 1. Методы электронной микроскопии. – М.: МИФИ, 2005.
5. Физическое материаловедение : учебник для вузов: в 7 т. / Под общей ред. Б.А. Калина. –Том. 5: Материалы с заданными свойствами/ М.И. Алымов, М.А. Бурлакова, Г.Н. Елманов, Б.А. Калинин, А.Н. Калашников, В.В. Нечаев, А.А. Полянский, А.Н. Сучков, И.И. Чернов, Я.И. Штромбах, А.В. Шульга. – М.: МИФИ, 2012, 700 с.
6. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина. –Том 2. Основы материаловедения/ Г.Н. Елманов, Б.А. Калинин, С.А. Кохтев, В.В. Нечаев, А.А. Полянский, Е.А. Смирнов, В.И. Стаценко. – М.: МИФИ, 2012. – 604 с.
7. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина. – Том 4. Радиационная физика твердого тела. Компьютерное моделирование / М.Г. Ганченкова, Е.Г. Григорьев, Б.А. Калинин, Г.И. Соловьев, А.Л. Удовский, В.Л. Якушин. – М.: МИФИ, 2012. – с. 351-484

**Профили «ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»,
«ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЯДЕРНОГО НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ»,
«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ
АТОМНЫХ ЯДЕР», «ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВА»**

1. Атомная и ядерная физика

Движение заряженных частиц. Рентгеновские лучи (спектры), их свойства. Теория атома водорода по Бору. Тонкая структура спектральных линий атома водорода. Сложные атомы. Волновые свойства частиц. Рассеяние электронов атомами и ионами.

Ядерные силы. Энергия связи ядра. Характеристики ядерных реакций. Сечение и выход ядерной реакции. Виды ядерных реакций: фотоядерные; под действием заряженных частиц; под действием нейтронов; деления (нейтронами); цепные; термоядерные.

2. Уравнения математической физики

Математические модели физических явлений. Вывод уравнений математической физики, начальные и граничные условия для них. Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Понятие о корректно поставленной задаче. Метод Фурье. Ортогональные системы функций. Ряды Фурье. Специальные функции. Преобразования: Лапласа, Фурье. Решение некоторых задач методом интегральных преобразований. Прямые методы вариационного исчисления. Понятия о методе конечных разностей, методе конечных элементов, методе интегральных уравнений.

3. Теоретическая физика

3.1. Статистическая физика

Характерные особенности макрокосмических систем. Понятия теории вероятностей: статистические ансамбли, соотношения между вероятностями, непрерывное распределение вероятностей. Статистическое описание систем с тепловым взаимодействием: распределение энергии, температура, средняя энергия идеального газа, среднее давление идеального газа. Работа, внутренняя энергия и теплота, энтропия. Распределение Максвелла для скоростей. Удельная теплоемкость твердых тел. Положения статистической термодинамики. Элементарная кинетическая теория процессов переноса:

вязкость и перенос энергии, самодиффузия и перенос молекул, электропроводность и перенос заряда.

3.2. Квантовая механика

Квантовая система, состояние поля. Волны де Бройля. Волновые уравнения и принцип суперпозиции. Принцип неопределенности Гейзенберга, измерения и статистические ансамбли. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор. Матрицы в квантовой механике. Уравнение Паули. Теория стационарных возмущений в дискретном спектре.

Фазовая теория рассеяния в центрально-симметричном поле.

4. Прикладная физика

Примеры приложения достижений физики в современной технике и технологии. Ядерная энергетика и ядерные технологии. Вопросы по профилю выбранной кафедры.

Литература

1. Шпольский Э. В. Атомная физика – М.; Наука, 1984. Т. 1-2.
2. Климов А. Н. Ядерная физика и ядерные реакторы – М.: Энергоатомиздат, 2002.
3. Смирнов В.И. Курс высшей математики. Т.2; Т.3, ч.2; Т.4. – М.: Наука, 1981
4. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.Н. Уравнения в частных производных математической физики, - М.: Высшая школа, 1970
5. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики, - М.: Наука, 1977
6. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационные исчисления. - М.: Наука, 1975
7. Краснов М.Л. Интегральные уравнения. – М.: Наука, 1975
8. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т.5. Статистическая физика. – М.: Наука, 1964
9. Киттель Ч. Элементарная статистическая физика. - М.: ИЛ, 1960
10. Рейер Е. Берклевский курс физики. Т.5. Статистическая физика. - М.: Наука, 1972
11. Васильев А. М. Введение в статистическую физику. – М.: Высшая школа, 1986
12. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Квантовая механика. – М.: Наука, 1974
13. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, вып. 8 и 9, Квантовая механика. – М.: Мир, 1966, 1967
14. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М., 1962
15. Физика. Большой энциклопедический словарь. М.: БРЭ, 1999 и след.
16. Учебно-научная база подготовки в области прикладной физики. М.: МИФИ, 1999.
17. Научные журналы по выбору абитуриента.

Профиль «ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА»

1. Элементы физики конденсированных сред

Теория металлов Друдэ. Теория металлов Зоммерфельда.

Теплоемкость и энергия электронного газа при низкой температуре. Закон Видемана-Франца.

Адиабатическое приближение Борна-Оппенгеймера.

Электрон в периодическом поле. Теорема Блоха. Энергетическая зонная структура

Колебания атомов в одномерной прямолинейной цепочке. Нормальные моды. Закон дисперсии. Понятие о фононах.

Ангармонизм. Тепловое расширение кристалла.

Гидродинамика идеальной жидкости. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли.

Вязкость. Уравнение Навье-Стокса, его граничные условия. Закон Пуазейля.

Уравнение свободной диффузии и диффузии во внешнем поле.

Соотношение Эйнштейна между подвижностью и коэффициентом диффузии.

2. Экспериментальные методы в физике твердого тела

Нейтронные методы исследования

Амплитуда и сечение рассеяния. Оптическая теорема для рассеяния нейтронов на ядрах.

Рассеяние в борновском приближении. Псевдопотенциал Ферми.

Многократное малоугловое рассеяние нейтронов. Формула Мольер.

Брэгговское рассеяние на ядрах без спина. Изотопическая некогерентность.

3. Ультрамикроскопия твердотельных структур

Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы. Режимы работы. Область применения.

Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы. Режимы работы. Область применения.

Автоионная микроскопия. Принцип работы. Режимы работы. Область применения.

Атомно зондовый анализ. Принцип работы. Режимы работы. Область применения.

Рентгеновская фотоэлектронная и Оже-электронная спектроскопии. Принципы работы. Область применения.

4. Экспериментальная физика взаимодействия заряженных частиц с веществом

Типы ускорителей заряженных частиц и их особенности.

Масс-спектрометрия.

Методы измерения энергетических потерь тяжелых заряженных частиц.

Зарядовое распределение ионов при прохождении пучка через вещество: основные понятия и экспериментальные измерения.

Профиль «ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И КОСМОЛОГИЯ»

1. Физика элементарных частиц

1.1. Важнейшие эксперименты в области физики частиц

Классификация частиц, поиски нарушения барионного и лептонного числа. Нарушение P-, C-, CP-четностей, поиски нарушения T-четности. Свойства K-мезонов. Свойства семейства чармониев. Открытие нейтральных токов, Z-,W-бозонов. Предсказания и открытия c-,b-,t-кварков, открытие тау-лептона. *Теоретические основы электрослабой теории* Основные свойства слабого, электромагнитного и сильного взаимодействий. Основы теории групп симметрий. Калибровочная симметрия электрослабых взаимодействий. Механизм спонтанного нарушения симметрии Хиггса. Лагранжиан электрослабой теории. Основы диаграммного описания процессов.

1.2. Адронная физика

Рассеяние электронов на нуклонах. Формулы Дирака и Розенблюта. Зарядовые и магнитные формфакторы протона и нейтрона. Распределение зарядовой плотности в протоне.

Мезонные резонансы, квантовые числа и моды распада. Проявление мезонных резонансов в адронных и электромагнитных взаимодействиях.

Изоспин элементарных частиц. Сохранение изоспина в сильных взаимодействиях. Обобщенный принцип Паули для системы нуклонов.

Основные свойства NN взаимодействия при низких энергиях. Потенциал ОПО (однопионный обмен)

1.3. Кинематические методы в физике частиц

Кинематика двухчастичного и трехчастичного распадов в системе покоя нестабильной частицы и на лету (энергетические и угловые распределения продуктов двухчастичного распада). Кинематика процессов двухчастичного рассеяния (мандельштамовские инвариантные переменные, их кинематические пределы).

2. Приборы и методы в экспериментальной физике

2.1. Детекторы и установки

Принцип работ и область применения газонаполненных детекторов (ионизационная камера, пропорциональные детекторы, дрейфовая камера). Принципы работы и область применения сцинтилляционных детекторов. Принцип действия и область применения полупроводниковых детекторов. Детекторы переходного излучения, Идентификация частиц по рентгеновскому переходному излучению. Детекторы черенковского излучения: пороговые и дифференциальные. Идентификация частиц по черенковскому излучению.

Электромагнитная и адронная калориметрия. Принципы построения экспериментальных установок в физике элементарных частиц

2.2. Ядерная электроника

Методы совпадений и антисовпадений. Типы усилителей в физическом эксперименте.

Преобразование аналоговой информации в цифровой двоичный код. Магистрально-модульные системы. Стандарты КАМАК, VME, Fastbus. Локальные шины. Функции уровней SO-OSI-модулей. Сеть Ethernet.

3. Методы обработки результатов измерений

Алгоритмизация вычислительных процессов. Виды алгоритмов. Свойства и основные характеристики статических распределений (биномиальное, Пуассона, равномерное, нормальное). Критерии проверки статических гипотез. Принцип максимального правдоподобия. Двумерная функция правдоподобия на примере описания результатов линейной функцией. Методы моделирования неравномерных распределений.

Литература

1. Окунь Л.Б. Лептоны и кварки. М.: Наука, 1990г.
2. Ф. Хелзен, А.Мартин. Кварки и лептоны. Введение в физику частиц. Мир 1987.
3. Д. Перкинс. Введение в физику высоких энергий. М.: Наука, 1991
4. Гольданский В.И., Никитин Ю.П., Розенталь И.Л. Кинематические методы в физике высоких энергий. М.: Наука, 1987.
5. В.М. Емельянов, Стандартная модель и ее расширения. М: ФИЗМАТЛИТ, 2007
6. Абрамов А.И. и др. Основы элементарных методов ядерной физики. М.: Энергоатомиздат, 1985г.
7. Цитович А.П. Ядерная электроника. М.: Энергоатомиздат, 1984г.
8. Статистические методы в экспериментальной физике. Под ред. А.А. Тяпкина. М.: Атомиздат, 1976.
9. Дж. Тейлор. Введение в теорию ошибок. М.: Мир, 1985.
10. Певчев Ю.Ф., Финогенов К.Г. Автоматизация физического эксперимента М.: Энергоатомиздат, 1986.
11. 4. Соболев И.М. Методы Монте-Карло. М.: Наука, 1985.

Профиль «ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ»

1. Взаимодействие излучения с веществом

Взаимодействие заряженных частиц с атомами: возбуждение и ионизация, черенковское излучение.

Взаимодействие заряженных частиц с ядрами: рассеяние и тормозное излучение.

Взаимодействие гамма-квантов с атомами: фотоэффект и эффект Комптона.

Взаимодействие гамма-квантов с ядрами: образование электрон-позитронных пар и резонансное рассеяние, эффект Мессбауэра.

2. Элементарные частицы и стандартная модель

Типы частиц: нуклоны, мезоны, адроны, лептоны, фотоны, кварки.
Их характеристики: масса, заряд, спин, четность, магнитный момент.

Симметрии и законы сохранения, типы взаимодействия.

3. Космические лучи и основы космофизики

Первичные КЛ: состав, энергетический спектр, происхождение.

Вторичные КЛ: прохождение через атмосферу, ядерно-каскадный процесс, состав частиц на различных высотах.

Модуляции и вариации потока КЛ в гелиосфере, магнитосфере и атмосфере Земли.

4. Физика солнечно-земных связей

Солнце как звезда: внутреннее строение, магнитное поле Солнца, гелиосфера, фотосфера и хромосфера.

Солнечная активность: солнечные вспышки, корональные выбросы масс.

Межпланетная среда: солнечный ветер, межпланетное магнитное поле.

Магнитосфера Земли: магнитное поле Земли, ближний космос, радиационные пояса.

Экспериментальные методы

Детекторы: газовые, полупроводниковые, сцинтилляционные, черенковские.

Детектирующие системы: счетчики, схемы совпадений и антисовпадений, амплитудно-цифровые и время-цифровые преобразователи, системы сбора и хранения данных, триггерные системы.

Типы установок для исследования вариаций КЛ: нейтронные мониторы, мюонные телескопы и годоскопы.

5. Методы обработки экспериментальных данных

Основные понятия теории вероятностей и математической статистики: случайные величины, вероятность, распределения, моменты, гипотезы и критерии согласия.

Методы обработки: метод моментов, метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия. Фурье- и вейвлет-анализ временных рядов.

Литература

1. К.Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра. Лань, 2008.
2. К.Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций. Мухин К.Н. Лань, 2008.
3. К.Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика Т. 3 Физика элементарных частиц. Мухин К.Н. Лань, 2008.
4. А.М.Гальпер. Космические лучи. М.: МИФИ. 2002.
5. Н.С.Барбашина и др., Мюонная диагностика магнитосферы и атмосферы Земли: лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. Москва: НИЯУ МИФИ, 2014.
6. Л.И.Мирошниченко. Физика Солнца и солнечно-земных связей. Москва. Университетская книга. 2011.
7. А.И.Кобзарь. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2006.

Профиль «МЕДИЦИНСКИЕ УСКОРИТЕЛИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ»

1. Электроника, автоматика и информационные технологии электрофизических установок.

Физика контактных явлений. Электронно-дырочный переход. Равновесное состояние: объёмный заряд, потенциал, токи в переходе. Неравновесное состояние. Вольтамперная характеристика. Энергетические диаграммы. Контакт металл-полупроводник. Энергетические диаграммы. Вольтамперная характеристика.

Физические процессы в полупроводниковых приборах. Импульсные свойства полупроводникового диода. Биполярный транзистор. Полевые транзисторы с управляющим переходом. МДП-транзисторы. Тиристоры.

Лингвистическое, программное и информационное обеспечение САПР. Языки программирования. Особенности специализированных языковых средств САПР. Инструментальное программное обеспечение, системы программирования, разновидности трансляторов. Прикладное программное обеспечение, способы его организации (текстовые редакторы, СУБД, системы для инженерных и научных расчётов, специализированные САПР).

Теория вероятностей. Случайные события, величины, законы и моменты распределения. Непрерывные и дискретные случайные величины в физике.

2. Ускорители заряженных частиц.

Физические принципы ускорения заряженных частиц. Методы ускорения электронов и ионов. Высоковольтное ускорение. Индукционный и резонансный методы ускорения. Линейные резонансные ускорители ионов и электронов. Основные узлы ускорителей. Методы фокусировки пучков в ускорителях.

Принципы работы циклических ускорителей. Типы циклических ускорителей. Ускорители с постоянным магнитным полем. Ускорители с постоянным радиусом.

Системы транспортировки заряженных частиц. Магнитооптические системы. Магнитные квадрупольные линзы. Электростатические и высокочастотные сепараторы.

Применение ускорителей в науке, промышленности, энергетике

Применение ускорителей заряженных частиц в медицине: рентгеновские трубки, системы стерилизации, ускорители для производства радиофармпрепаратов, ускорители для гамма-лучевой, электронно-лучевой, протонно-лучевой, адронной лучевой, нейтронной и нейтронзахватной терапии.

3. Радиотехника, техника и электроника сверхвысоких частот.

Свободные колебания в контуре. Основные определения. Вынужденные колебания в последовательном и параллельном контурах. Амплитудная и фазовая характеристики. Связанные контуры. Обобщенная схема. Энергетические соотношения. Настройка. Амплитудная и фазовая характеристики.

Однородная длинная линия. Телеграфные уравнения и их решение. Граничные условия. Входное сопротивление. Круговые диаграммы полных сопротивлений.

Высокочастотные волноводы и резонаторы. Решение волнового уравнения для волноводов. Электрические и магнитные волны в волноводах прямоугольного и круглого сечений, фазовая и групповая скорости.

Эквивалентная схема и основные параметры объемных резонаторов. Связь резонатора с подводными линиями передач. Расчет резонансной частоты и собственной добротности призматических и цилиндрических резонаторов.

Распространение электромагнитных волн в замедляющих структурах. Методы расчета замедляющих структур и их электродинамические характеристики.

Особенности распространения волн в периодических структурах. Дисперсионные характеристики и выражения фазовой, групповой скоростей, коэффициента связи и эффективного шунтового сопротивления.

4. Физическая электроника и вакуумная техника.

Вакуумные системы, назначение основных элементов типовых схем. Этапы откачки вакуумной системы, закономерности, уравнение откачки. Предельные давления, влияющие параметры. Особенности применения высоковакуумных насосов разных типов.

Требования к вакууму в электрофизических установках. Особенности вакуумных систем. Взаимодействие ускоренных частиц с остаточным газом. Время жизни пучка. Динамический вакуум, стимулированное газовыделение.

Вакуумные системы электрофизических установок. Откачка протяженных систем, ограничение проводимости. Принципы интеграции вакуумного тракта. Распределенные насосы, типы, конструкции и характеристики. Устойчивость давления в «холодном канале».

Электрическая прочность вакуумных промежутков. Гипотезы пробоя вакуумных промежутков. Автоэлектронная эмиссия, взрывная эмиссия. Состояние поверхности электродов. Механизмы пробоя вакуумных промежутков.

Движение частиц в скрещенных полях. Особенности пробоя при постоянном и переменном электрических полях. Условия резонанса.

Литература

1. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных интегральных схем. Пер. с англ. - М.: Мир, 1985.
2. Фролкин В.Т., Попов Л.Н. Импульсные и цифровые устройства. Учебное пособие для высших учебных заведений. - М.: Радио и связь, 1992.
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Пер. с англ. Мир, 1993.
4. Шуренков В.В., Беклемишев В.В., Коршунов А.М. Физика контактных явлений - М.: МИФИ, 1988.
5. Ращиков В.И., Рошаль А.С.. Численные методы решения физических задач: Учебное пособие. –СПб.: «Лань», 2005
6. Аверьянов Г.П., Рошаль А.С.. Введение в информатику: Учебное пособие –М.: МИФИ, 2002.
7. Аверьянов Г.П., Рошаль А.С. Основы современной информатики: Учебное пособие – М.: МИФИ, 2007.
8. Лебедев А.Н., Шальнов А.В. Основы физики и техники ускорителей. . –М.: Энергоатомиздат, 1991.
9. Диденко А.Н., Гаврилов Н.М., Пучков В.Н. Техническая электродинамика. -М.: МИФИ, 2000.
10. Вальднер О.А., Диденко А.Н., Шальнов А.В. Ускоряющие волноводы. – М.: Атомиздат, 1973.
11. Капчинский И. М. Теория линейных резонансных ускорителей. М.: Энергоатомиздат, 1982
12. Диденко А.Н., Григорьев И.П., Усов Ю.П.. Мощные электронные пучки и их применение. М.: Атомиздат, 1977.
13. Дж. Лоусон Физика пучков заряженных частиц. М.: Мир, 1980.
14. Пучков В.Н. Формирование магнитных полей: Учебное пособие. - М.: МИФИ, 1989.
15. Милованов О.С., Собенин Н.П.: «Техника сверхвысоких частот». М.: Энергоатомиздат, 2007.
16. Милованов О.С., Пономаренко А.Г. “Усилители и автогенераторы метровых волн”.М. МИФИ. 1989.
17. Гоноровский И.С. Основы радиотехники. М. Радио. 1957.
18. Милованов О.С., Собенин Н.П.: «Техника сверхвысоких частот». Атомиздат, 1980.
19. Каминский В.И., Сеньюков В.А., Собонин Н.П. Высшие типы волн в элементах ускоряющих структур: Учеб. пособие для вузов. М.: МИФИ, 2002.
20. В.И. Каминский, М.В. Лалаян, Н.П. Собонин. Ускоряющие структуры: учеб. пособие для вузов. М.: МИФИ, 2005.
21. Диденко А.Н., Каминский В.И., Лалаян М.В., Собенин Н.П. Сверхпроводящие ускоряющие резонаторы. – М.:МИФИ, 2008.
22. Глазков А.А., Саксаганский Г.Л. Вакуум электрофизических установок и комплексов. – М.:Энергоатомиздат, 1985.
23. Шатохин В.Л. Технология вакуумных систем: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2000.
24. Райзер Ю.П. Физика газового разряда: Учеб. Руководство.- М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
25. Сливков И.Н. Процессы при высоком напряжении в вакууме. – М.:Энергоатомиздат, 1986.

Профиль «БИОМЕДИЦИНСКАЯ ФОТОНИКА», «ФЕМТОСЕКУНДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ», «УГЛЕРОДНАЯ ФОТОНИКА»

Клетка (состав, функции), кровь (состав, функции).

Органы кровообращения (состав, функции).

Органы пищеварения (состав, функции).

Нервная система.

Принципы действия лазеров.

Основные элементы устройства.

Основные параметры излучения (ширина линии, длительность импульса, мощность, энергия, длина волны).

Принцип действия спектрометров.

Основные элементы устройства спектрометров.

Спектры поглощения. Закон Бера. Спектры излучения. Черное тело.

Программы по обработке физического эксперимента. Excel. Origin. MatLab.

Геометрическая оптика, построение изображений. Линзы, зеркала.

Фильтры, дифракция, интерференция.

Литература

1. Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека. М.: Мир, 1996. 834с.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Издание 3-е, стереотипное. М.: Физматлит, МФТИ, 2002. — Т. IV. Оптика. — 792 с.
3. Савельев И.В. Общий курс физики. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. КноРус, 2009.
4. Савельев И.В. Общий курс физики. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. КноРус, 2009.

Профиль «КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ СИСТЕМЫ»

Жизненный цикл БД. Техническое задание на разработку БД.

Концептуальное, логическое, физическое проектирование баз данных, физическая реализация БД.

Основы языка SQL. Запрос на выборку данных

Обеспечение целостности данных в СУБД

Дискретизация сигналов по времени. Теорема Котельникова. Практическое применение условий теоремы Котельникова. Квантование сигналов по уровню. Выбор параметров квантования. Погрешность квантования. Примеры применения.

Аналогово-цифровое преобразование при вводе изображений. Пиксель, как элемент цифрового изображения.

Этапы автоматизированной обработки изображений. Методы предобработки изображений.

Этапы автоматизированной обработки изображений. Методы описания объектов.

Классификация объектов при анализе изображений. Байесовский классификатор.

Принципы зрительного восприятия. Строение глаза и основные особенности зрения. Физические величины, характеризующие свет.

Основные форматы графических файлов, основные характеристики этих форматов

Цветовые модели, основные понятия. Система координат спектральных основных цветов МКО. Измерение цвета в системе RGB.

Классификация систем обработки изображений (СОИ). Структура СОИ. Характеристики СОИ. Применение СОИ в медицине.

Планирование физического эксперимента. Методика проведения эксперимента.

Методики выполнения измерений в информационно-измерительных системах.

Интеллектуальные технологии в медицине. Распознавание образов, экспертные системы, базы знаний. Применение в медицине.

Точностные и временные характеристики систем распознавания образов.

Принципы системного анализа при проектировании систем. Анализ и синтез систем. Концептуальная и полные модели систем. Постановка задачи.

Предпроектное исследование. Цель. Анализ предметной области. Анализ объектной среды. Разработка требований на систему и подсистемы. Примеры.

Системы поддержки принятия решений. Принципы построения. Применение в медицине.

Литература

1. Бейл Л. Изучаем SQL. — СПб.: Питер, 2012. — 592 с.: ил.
2. Малыгина, М. П. / Базы данных. Основы, проектирование, использование. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 512 с.
3. Хомоненко А. Д., Цыганков В. М., Мальцев М. Г. / Базы данных. Учебник для вузов — 4-е издание, доп. и перераб. — СПб.: КОРОНА принт, 2004. — 736 с.
4. Борисенко, Н.А. Обработка цифровых сигналов и изображений с помощью вейвлетов [Текст] : тексты лекций / Н. А. Борисенко, В. А. Нечитайло. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. - 259 с.
5. Пытьев, Ю.П. Методы морфологического анализа изображений [Текст] / Ю. П. Пытьев, А. И. Чуличков. - Москва : Физматлит, 2010. - 336 с.
6. Потапов, А.А. Новейшие методы обработки изображений: монография / А.А. Потапов, Ю.В. Гуляев, С.А. Никитов [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 496 с.
7. Полякова, Н.С. Математическое моделирование и планирование эксперимента: / Н.С. Полякова, Г.С. Дерябина, Х.Р. Федорчук. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 36 с.
8. Сафин, Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие: учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), 2013. — 154 с.
9. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 336 с.: ил.
10. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Б26 Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 336 с.: ил.
11. Бочарников, В.П. Основы системного анализа и управления организациями. Теория и практика : / В.П. Бочарников, И.В. Бочарников, С.В. Свешников. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2014. — 286 с.
12. Родионов М.Г. учебное пособие / М. Г. Родионов, А. А. Горшенков ; М-во образования и науки Российской Федерации, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Омский гос. технический ун-т". Омск, 2011.
13. Информационно-измерительная техника и технологии: Учебник для вузов /В.И.Калашников, С.В.Нефедов, А.Б.Путилин и др.; Под редакцией Г.Г.Раннева. М.: Высшая школа, 2001.
14. Раннев Г.Г. Измерительные информационные системы: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений / Г.Г. Раннев. – М. Издательский цент «Академия», 2010. -336с.
15. Федотов, Н.Г. Теория признаков распознавания образов на основе стохастической геометрии и функционального анализа : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 304 с.
16. Потапов А. С. РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ И МАШИННОЕ ВОСПРИЯТИЕ / А. С. Потапов — СПб.: Издательство: Политехника

Профиль «ПРИКЛАДНАЯ ИОННАЯ ФИЗИКА И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ»

1. Ионизационные методы в масс-спектрометрии

Движение заряженных частиц в электростатических и магнитных полях.

Закономерности движения заряженных частиц в однородном магнитном поле.

Сходства и отличия световой и ионной оптики.

Электрическое поле плоского и цилиндрического конденсатора.

Фокусировка в секторных полях. Аберрации, идеальная фокусировка.

Преломление траекторий. Движение заряженных частиц в однородном электрическом поле.

Аксиально-симметричные электродные системы. Электродные системы с планарной геометрией.

Времяпролетный масс-анализатор.

Времяпролетный масс-анализатор с временной фокусировкой ионов по энергиям.

Фокусировка в аксиально-симметричном поле. Тонкая линза.

2. Плазма и газовые разряды.

Газоразрядная плазма и ее характеристики.

Дебаевский радиус экранирования, колебательные процессы в плазме.

Ионизационные и рекомбинационные процессы в плазме.

Ионизация и возбуждение атомов электронным ударом.

Образование отрицательных ионов в плазме.

Излучение плазмы, частотный спектр излучения.

Ионизация излучением плазмы, фотоионизация.

Трехчастичные столкновения в плазме и их роль.

Релаксационные процессы в плазме.

Электрон-электронная релаксация. Ион-ионная релаксация. Электрон-ионная релаксация.

Разлет плотной плазмы в вакууме. Ударная волна на фронте плазмы.

Амбиполярная диффузия, двойной электрический слой на фронте плазмы.

«Замораживание» плазмы в процессе разлета.

Механизм нарушения ионизационного равновесия.

3. Анализаторы ионных пучков

5.1. Разделение ионов по отношению m/q в магнитных полях.

Магнитные анализаторы со 180-градусным отклонением ионных пучков.

Секторные анализаторы. Анализаторы с ортогональным и неортогональным входом ионных пучков и прямолинейными границами.

Характеристики магнитных анализаторов: условие фокусировки в радиальном и аксиальном направлениях, увеличение анализатора, дисперсия анализатора по массам и энергиям, абберации, линии фокусов. Разрешающая способность.

Разделение ионов в электростатических полях по энергиям.

Масс-анализаторы с последовательной комбинацией электрического и магнитного полей для фокусировки ионов по энергиям.

Времяпролетные масс-спектрометры, разделение ионов во времени пролета по отношению m/q .

Временная фокусировка ионов по энергиям во времяпролетных анализаторах.

4. Техника физического эксперимента

Основное уравнение вакуумной техники. Понятие эффективной скорости откачки.

Проводимость коротких трубопроводов при вязком и молекулярном режимах течения газа. Функция Клаузинга.

Масс-спектрометрический течеискатель, принцип работы.

Измерители полного давления разреженного газа, краткая их характеристика.

Турбомолекулярные насосы, принцип их действия.

Магниторазрядные и геттерные насосы.

Форвакуумные насосы, механические и мембранные.

Профиль «ФИЗИКА И НАНОТЕХНОЛОГИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУРНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ»

1. Основные положения квантовой механики и статистической физики

Принцип неопределённости. Соотношения неопределённости. Принцип суперпозиции. Оператор Гамильтона, операторы импульса, момента импульса. Уравнение Шредингера. Волновая функция. Стационарные и нестационарные состояния. Стационарные состояния и энергия частицы в одномерной потенциальной яме. Квантовый осциллятор. Коэффициент отражения и прохождения частицы через потенциальный барьер. Квазиклассическое приближение. Переходы между квантовыми состояниями под влиянием возмущений.

Движение в центрально- симметричном поле. Движение в кулоновском поле. Собственный магнитный (спиновый) момент частицы. Состояния электронов в атоме. Энергии электронов в атоме. Водородоподобные уровни энергии. Орбитальный и полный магнитный момент электрона. Многоэлектронный атом. Уравнение Томаса-Ферми. Атом в магнитном поле.

Вероятность, функция распределения. Термодинамическое равновесие. Плотность состояний. Статистика Ферми- Дирака и статистика Бозе- Эйнштейна. Химический потенциал.

2. Основные положения физики конденсированного состояния

Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Структура веществ с ковалентными связями. Ближний и дальний порядок. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Примеры кристаллических структур. Основы зонной теории. Обратная решетка. Зона Бриллюэна. Металлы, диэлектрики и полупроводники.

Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Брэгговские отражения. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы.

Теплоемкость твердых тел. Решеточная и электронная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике.

Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Тепловое расширение твердых тел.

Диамagnetики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри – Вейсса. Парамагнетизм и диамagnetизм электронов проводимости. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

3. Основные положения физики полупроводников

Электронные свойства полупроводников: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Энергетические зоны. Приближение сильно связанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Приближение квазисвободных электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Плотность состояний квазисвободных электронов.

Элементарная теория электропроводности полупроводников. Носители заряда: электроны и дырки. Эффективная масса. Собственные и примесные полупроводники. Уровень Ферми и его зависимость от температуры и концентрации примеси.

Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Неупорядоченные полупроводники. Механизмы рассеяния электронов и дырок. Ловушки для носителей заряда.

Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса—Кронига. Поглощение света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований.

Равновесные и неравновесные носители заряда. Собственные и избыточные носители заряда. Оптическая генерация. Механизмы рекомбинации. Типы люминесценции.

Кинетические явления в полупроводниках. Кинетическое уравнение Больцмана. Время релаксации. Подвижность и её зависимость от температуры. Диффузионный и дрейфовый токи. Соотношение Эйнштейна.

Термоэлектронная работа выхода. Контакт металл- металл. Контактная разность потенциалов. Контакт металл- полупроводник. Инжекция носителей заряда из металла в полупроводник. Контакт электронного и дырочного полупроводников. Выпрямление тока в p-n переходе. Туннельный диод.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Т. 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: Наука, 1974.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Т. 5. Статистическая физика, часть 1. М.: Наука, 1976.
3. Давыдов А.С. Теория твёрдого тела. М.: Наука, 1976.
4. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. М.: Мир, 1979. т.1, т.2.
5. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. М.: Наука, 1978.
6. Шалимова К.В. Физика полупроводников. М. Энергоатомиздат. 1985.

Профиль «ФИЗИКА МИКРО- И НАНОСИСТЕМ»

1. Структура твердых тел.

Химическая связь и валентность. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Кристаллическая решетка, базис и кристаллическая структура. Примеры кристаллических структур: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа алмаза, CsCl и NaCl. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Дефекты кристаллической структуры.

2. Динамика кристаллической решетки и ее тепловые свойства.

Динамика ионов в твердом теле. Фононы. Функция распределения Бозе-Эйнштейна. Теплоемкость решетки и ее температурная зависимость. Модели Дебая и Эйнштейна. Ангармонизм. Тепловое расширение. Теплопроводность.

3. Электронные состояния в кристаллах

Зонная структура твердых тел. Металлы и полуметаллы, полупроводники и диэлектрики. Свободные электроны. Теорема Блоха. Зона Бриллюэна. Приближение эффективной массы.

4. Основные электронные свойства металлов и полупроводников

Распределение Ферми. Принцип Паули. Заполнение электронных состояний. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Вырожденный и невырожденный полупроводник. Собственный и примесный полупроводник. Уровень Ферми. Температурная зависимость концентрации носителей заряда. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда. Дрейф и диффузия носителей заряда. Подвижность носителей заряда.

5. Кинетические свойства металлов и полупроводников

Рассеяние носителей заряда, длина свободного пробега. Электропроводность и электронная теплопроводность. Закон Видемана-Франца. Высокочастотная проводимость и скин-эффект. Эффект Пельтье. Эффект Томсона. Эффект Холла.

6. Свойства полупроводниковых наноструктур.

Эффект размерного квантования. Уравнение Шредингера для огибающей волновой функции. Плотность состояний и энергетический спектр электронов в системах пониженной размерности. Понятие гетероперехода, классификация гетеропереходов. Полупроводниковые сверхрешетки. Энергетические миниподзоны в сверхрешетках.

7. Органические наноструктуры.

Строение, способы получения и применение углеродных наноструктур (углеродные нанотрубки, фуллерены, графен). Энергетическая структура органических полупроводников. Метод линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО). Применение органических полупроводников в оптоэлектронике.

8. Основы физической оптики и нанофотоники

Спонтанные и вынужденные переходы. Свойства вынужденного излучения. Квантовое усиление и генерация электромагнитного излучения. Активная среда, способы её получения. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Открытый (оптический) резонатор. Условия генерации электромагнитного излучения. Влияние эффекта размерного квантования на оптические свойства полупроводниковых наноструктур. Фотонный кристалл. Запрещенная фотонная зона. Объемные плазмоны в наноструктурах. Основы оптики ближнего поля.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика в 10 томах. Квантовая механика. М.: Наука, 1989, 2001
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика в 10 томах. Т.5. Статистическая физика, ч.1. М.: Наука, 1976, 1995, 2001
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
4. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. М.: Мир, 1979. т.1, т.2.
5. Шалимова К. В. Физика полупроводников. М.: Энергия, 1985.
6. Борисенко С.И. Физика полупроводниковых наноструктур: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.
7. Федоров А.В. Физика и технология гетероструктур, оптика квантовых наноструктур. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО., 2009. С. 195.
9. Дячков П.Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применение. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.
10. Б. Салех, М.Тейх. Оптика и фотоника. Принципы и применение. Учебное пособие. В 2т. Долгопрудный: издательский дом «Интеллект», 2012
11. Звелто О.. Принципы лазеров. М.: Мир, 1984, 1990.

Профиль «ФИЗИКА РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПНЫХ И МОЛЕКУЛЯРНЫХ СМЕСЕЙ»

1. Уравнения математической физики

Математические модели физических явлений. Уравнения математической физики, начальные и граничные условия для них. Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Понятие о корректно поставленной задаче. Метод Фурье. Ортогональные системы функций. Ряды Фурье. Специальные функции. Преобразования: Лапласа, Фурье. Решение некоторых задач методом интегральных преобразований. Методы вариационного исчисления. Понятия о методе конечных разностей, методе интегральных уравнений.

Термодинамика и статистическая физика

Законы термодинамики. Термодинамические функции. Термодинамические неравенства. Равновесные и неравновесные процессы. Квазистатические процессы. Внутренняя энергия системы. Работа и теплота. Распределение Гиббса. Энтропия. Статистическое обоснование закона возрастания энтропии. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Термодинамические потенциалы и их свойства. Характеристические функции. Соотношения Максвелла. Термодинамические уравнения состояния. Приемы преобразования термодинамических величин. Уравнения Гиббса – Гельмгольца. Парциальные мольные величины. Химический потенциал. Уравнение Гиббса – Дюгема. Смеси идеальных газов. Термодинамика смешения. Понятие идеального газа. Статистическое описание идеального газа. Распределение Больцмана. Термодинамические свойства двухатомного газа с молекулами одинаковых и разных атомов. Закон равномерного распределения. Квантовая статистика идеального газа. Распределение Бозе. Бозе-конденсация. Термодинамика черного излучения. Распределение Ферми. Теплоемкость вырожденного ферми-газа. Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Теплота реакции. Формула Аррениуса. Термическая диссоциация, ионизация, возбуждение. Термодинамическое подобие. Теплоемкость. Сжимаемость. Эффект Джоуля-Томсона. Методы измерения термодинамических величин. Термодинамика поверхности. Поверхностное натяжение и поверхностное давление. Равновесие между жидкостью и паром. Неидеальные газы. Разложения по степеням плотности. Вириальные коэффициенты. Изотерма неидеального газа. Уравнения состояния. Принцип соответственных состояний. Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клайперона – Клаузиуса. Фазовые диаграммы. Конденсация и отвердевание. Теория Ван-

дер-Ваальса. Модель решеточного газа. Переход жидкость-твердое тело. Кристаллизация. Химический потенциал в бинарных системах. Законы Рауля и Генри. Коллигативные свойства. Осмос. Смеси летучих жидкостей. Ректификация. Адсорбция и абсорбция. Изотермы сорбции. Теория молекулярного поля. Фазовый переход ферромагнетик-парамагнетик. Модель Изинга. Метод Брэгга-Вильямса. Теплоемкость и магнитная восприимчивость модели Изинга в приближении среднего поля. Отсутствие фазовых переходов в одномерной модели Изинга. Модель Гейзенберга. Магноны. Термодинамика магнонов. Термодинамическая теория Ландау фазовых переходов второго рода. Понятие параметра порядка. Уравнение для параметра порядка. Теория флуктуаций. Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Корреляция флуктуаций. Флуктуации в критической точке. Корреляция флуктуаций во времени. Флуктуации в ферромагнетиках. Ближний и дальний порядок. Корреляционная функция. Теплоемкость и восприимчивость с учетом флуктуаций.

2. Теория неравновесных процессов

Понятие фазового пространства. Многочастичные функции распределения. Определение макровеличин газа через одночастичную функцию распределения. Кинетическое уравнение Больцмана. Основные предположения при выводе уравнения Больцмана. Масштабы характерных времен и размеров. H - теорема. Идеи методов Чепмена-Энскога и Грэда. Уравнения переноса массы, энергии и импульса. Связь уравнений гидродинамики с уравнением Больцмана. Вычисление тензора вязких напряжений и коэффициента вязкости методом Грэда. τ -приближение и локально-равновесная функция распределения. Обоснование τ -приближения. Линеаризованное кинетическое уравнение, его решение в τ -приближении. Вычисление теплового потока и коэффициента теплопроводности газа. Диффузионный поток в двухкомпонентной смеси газов, причины диффузии. Бародиффузия. Термодиффузия. Зависимость коэффициентов переноса от давления газа. Процессы переноса в газах и жидкостях. Перенос массы, энергии и импульса. Коэффициенты переноса и их размерности. Уравнения диффузии, самодиффузии, теплопроводности. Принцип локального равновесия. Локальная форма соотношения Гиббса. Локальные уравнения баланса в различных формах. Локальный баланс энтропии. Производство энтропии. Феноменологические уравнения Онзагера. Принцип симметрии кинетических коэффициентов. Принцип Кюри. Теплопроводность, диффузия и перекрестные явления в бинарных системах. Неравновесные потенциальные функции. Принцип минимального производства энтропии. Неравновесные процессы при

разделении смесей. Уравнения Ланжевена. Белый шум. Броуновское движение. Случайные процессы. Уравнение Фоккера-Планка. Связь уравнения Ланжевена и Фоккера-Планка. Явления перехода в флуктуирующей среде. Десорбция частиц с поверхности. Случай быстрой и медленной релаксации. Вероятность выхода частицы из потенциальной ямы в случае медленной релаксации. Закон Аррениуса. Диффузия частиц по поверхности твердого тела. Механизмы диффузии. Динамика процессов адсорбции и десорбции. Образование зародышей при фазовых переходах 1 рода. Метастабильные состояния. Критическая точка. Бинодаль и спинодаль. Термодинамическая теория образования зародышей при переходе 1-го рода. Кинетика роста зародышей в 3-х мерном случае. Явление коалесценции. Механизм образования новой фазы на поверхности твердого тела. Уравнение движения параметра порядка для фазового перехода 1-го рода. Релаксация метастабильных состояний. Спектр времен релаксации. Щель в спектре времен релаксации. Кинетика фазовых переходов второго рода Ландау. Флуктуация параметра порядка в точке фазового перехода второго рода. Релаксация параметра порядка вблизи точки фазового перехода второго рода. Критическое замедление.

3. Гидрогазодинамика

Идеальная жидкость. Термодинамика идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Гидростатика. Уравнение Бернулли. Потоки энергии и импульса в идеальной жидкости. Потенциальное течение идеальной жидкости. Несжимаемая жидкость. Вязкая жидкость. Тензор вязких напряжений. Уравнения Навье-Стокса. Несжимаемая вязкая жидкость. Диссипация энергии в вязкой несжимаемой жидкости. Течение по трубе вязкой несжимаемой жидкости. Течение вязкой несжимаемой жидкости при малых числах Рейнольдса. Формула Стокса. Ламинарный пограничный слой. Течения вязкой несжимаемой жидкости при больших числах Рейнольдса Турбулентность течения. Уравнение Прандтля. Турбулентный пограничный слой. Механика сжимаемой жидкости. Распространение конечных возмущений в идеальной сжимаемой жидкости. Стационарные адиабатические течения. Параметры торможения. Критические параметры. Движение с ударными волнами. Ударные волны в совершенном газе. Ударная адиабата. Методы подобия и размерностей в гидрогазодинамике. Числа Рейнольдса, Маха, Прандтля, Пекле, Нуссельта и их физический смысл.

Литература

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики, - М.: Наука, 2004

2. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационные исчисления. - М.: Наука, 1975
3. Краснов М.Л. Интегральные уравнения. – М.: Наука, 1975
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая физика. Т.5, часть 1. Статистическая физика, М., Наука, 2013.
5. Базаров И.П., Термодинамика, М., Высшая школа, 1991.
6. Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П., Теоретическая физика, т.10 Физическая кинетика. - М.: Наука, 2007.
7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродинамика, М., “Наука”, 2006
8. Лойцянский Л. Г., Механика жидкости и газа, М. Наука, 2003

Профиль «НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ЯЭУ»

1. Физика быстропротекающих процессов

Уравнения движения идеальной жидкости

Уравнения ламинарного движения реальной, несжимаемой жидкости

Модель ударного скачка в сплошной среде, условия Ренкина–Гюгонио на ударном скачке

Модель скачка с мгновенным энерговыделением Q на скачке, условия на таком скачке

Уравнение теплопередачи в реальной движущейся жидкости

Турбулентное движение реальной жидкости, способы описания движения

Модель идеальной детонации Чепмена-Жуге

Модель теплового взрыва

Уравнение состояния вещества

Методы моделирования быстропротекающих процессов

2. Информационные измерительные системы ЯЭУ

Классификация, разновидности, структурные схемы и области применения измерительных информационных систем (ИИС).

Устройства сбора, первичной обработки и передачи измерительной информации.

Техническое обеспечение измерительных каналов ИИС (структуры, интерфейсы, протоколы).

Статические характеристики измерительных преобразователей и измерительных систем.

Динамические характеристики измерительных преобразователей и измерительных систем.

Спектральные характеристики периодических и непериодических сигналов, их основные закономерности.

Модуляция в измерительных системах: принципы, разновидности, характеристики.

Обобщенная структурная схема измерительной информационной системы, используемой в технике реакторного эксперимента.

Методы и средства измерений температуры объектов контроля.

Методы и средства измерения давления и расхода жидкостей и газов.

Литература

1. Измерение электрических и неэлектрических величин. Учебное пособие для вузов. / Н.Н.Евтихий и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 352 с.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2005. – 462 с.
3. Клаассен К. Основы измерений. Датчики и электронные приборы. – 4-е изд.– Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2012. –352 с.
4. Раннев Г.Г. Измерительные информационные системы. – М.: ИЦ «Академия», 2010. – 336 с.
5. Физика. Большой энциклопедический словарь. М.: БРЭ, 1999 и след.
6. Учебно-научная база подготовки в области прикладной физики. М.: МИФИ, 1999.
7. Научные журналы по выбору абитуриента.

Профиль «ФИЗИКА БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ»

Уравнения движения идеальной жидкости

Уравнения ламинарного движения реальной, несжимаемой жидкости

Модель ударного скачка в сплошной среде, условия Ренкина–Гюгонио на ударном скачке

Модель скачка с мгновенным энерговыделением Q на скачке, условия на таком скачке

Уравнение теплопередачи в реальной движущейся жидкости

Турбулентное движение реальной жидкости, способы описания движения

Модель идеальной детонации Чепмена-Жуге

Модель теплового взрыва

Уравнение состояния вещества

Методы моделирования быстропротекающих процессов

Литература

1. Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики. Москва: Высшая школа, 1974. 341с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Издание 6-е. М.: Физматлит, 2015. Т. VI. Гидродинамика. 728 с.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973.
4. Зельдович Я. Теория ударных волн и введение в газодинамику. Ленанд, 2014
5. Фортов В.Е. Уравнения состояния вещества: от идеального газа до кварк-глюонной плазмы: Москва: Физматлит, 2012. 522с.
6. Орленко Л.П. Физика взрыва. В 2-х томах. Москва: Физматлит, 2002.
7. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн. М.: Наука, 2008.
8. Теория горения порохов и взрывчатых веществ./ Сб.под ред. О.И. Лейпунского и Ю.В. Фролова. М.: Наука, 1982.
9. Зельдович Я.Б., Компанец А.С. Теория детонации. Книга по требованию, 2012
10. Научные журналы по выбору абитуриента.

Профиль «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЯЭУ»

Классификация, разновидности, структурные схемы и области применения измерительных информационных систем (ИИС).

Устройства сбора, первичной обработки и передачи измерительной информации.

Техническое обеспечение измерительных каналов ИИС (структуры, интерфейсы, протоколы).

Статические характеристики измерительных преобразователей и измерительных систем.

Динамические характеристики измерительных преобразователей и измерительных систем.

Спектральные характеристики периодических и непериодических сигналов, их основные закономерности.

Модуляция в измерительных системах: принципы, разновидности, характеристики.

Обобщенная структурная схема измерительной информационной системы, используемой в технике реакторного эксперимента.

Методы и средства измерений температуры объектов контроля.

Методы и средства измерения давления и расхода жидкостей и газов.

Литература

1. Измерение электрических и неэлектрических величин. Учебное пособие для вузов. / Н.Н.Евтихийев и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 352 с.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2005. – 462 с.
3. Клаассен К. Основы измерений. Датчики и электронные приборы. – 4-е изд.– Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2012. –352 с.
4. Раннев Г.Г. Измерительные информационные системы. – М.: ИЦ «Академия», 2010. – 336 с.
5. Физика. Большой энциклопедический словарь. М.: БРЭ, 1999 и след.
6. Учебно-научная база подготовки в области прикладной физики. М.: МИФИ, 1999.
7. Научные журналы по выбору абитуриента.

Профиль «КВАНТОВАЯ МЕТРОЛОГИЯ»

1. Физические методы исследования поверхности и наноструктур

Средства достижения СВВ. Адсорбция на поверхности. Классификация методов исследования поверхности.

Фотоэффект. Вторичная структура спектров в РФЭС. Плазмонные потери. Асимметрия пиков. Индекс сингулярности.

Вторичная структура спектров в РФЭС. Химический сдвиг РФЭС и оже-линий. Метод оже-параметра разделения вкладов эффекта начального и конечного состояний в сдвиг энергии связи. Экспериментальное наблюдение.

Спектры валентных уровней и оже-серий в РФЭС. Эффект зарядки и способы его учета. Источник рентгеновского излучения. Типы анодов. Энергоанализаторы. Виды и характеристики. Кинематический фактор.

Сечение рассеяния в СРМИ. Потенциалы межатомного взаимодействия. Нейтрализация ионов в спектроскопии рассеяния медленных ионов.

2. Метрология, стандартизация, сертификация

Обеспечение качества продукции. Техническое регулирование и технические регламенты.

Общие положения стандартизации. Стандарты и системы стандартизации. Подтверждение соответствия (сертификация).

Основные сведения и понятия метрологии. Метрологические характеристики средств измерений.

Методы оценки погрешностей и результатов измерений. Обработка результатов измерений на основе концепции погрешности измерений. Обработка результатов измерений на основе концепции неопределенности.

Государственное обеспечение единства измерений. Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений.

Литература

1. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, В. И. Троян [и др.], Москва: МИФИ, 2008
2. 53 М31 Введение в физику наноструктур: учебное пособие для вузов, М. М. Маслов, Л. А. Опенов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

3. 539.2 А72 Исследование пленок и наноструктур с помощью сканирующего зондового микроскопа : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, С. В. Антоненко, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
4. ЭИ П81 Метрология, стандартизация и сертификация в атомной отрасли : монография, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
5. ЭИ А42 Методы оценки погрешностей результатов прямых и косвенных измерений в лабораториях физического практикума : Учебно-методическое пособие, Е. Н. Аксенова, Н. К. Гасников, Н. П. Калашников, Москва: МИФИ, 2009
6. 53 А42 Методы оценки погрешностей результатов прямых и косвенных измерений в лабораториях физического практикума : Учебно-методическое пособие, Е. Н. Аксенова, Н. К. Гасников, Н. П. Калашников, Москва: МИФИ, 2009
7. ЭИ Д30 Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учебное пособие для вузов, Л. Н. Демина, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

Профиль «ЭЛЕКТРОНИКА ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК», «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК»

1. Атомная и ядерная физика

Движение заряженных частиц. Рентгеновские лучи (спектры), их свойства. Теория атома водорода по Бору. Волновые свойства частиц. Рассеяние электронов атомами и ионами. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Характеристики ядерных реакций.

2. Теоретическая физика

2.1. Статистическая физика

Характерные особенности макрокосмических систем. Статистическое описание систем с тепловым взаимодействием: распределение энергии, температура, средняя энергия идеального газа, среднее давление идеального газа. Работа, внутренняя энергия и теплота, энтропия. Удельная теплоемкость твердых тел. Положения статистической термодинамики. Элементарная кинетическая теория процессов переноса: вязкость и перенос энергии, самодиффузия и перенос молекул, электропроводность и перенос заряда.

2.2. Квантовая механика

Квантовая система, состояние поля. Волны де Бройля. Волновые уравнения и принцип суперпозиции. Принцип неопределенности Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Уравнение Паули. Теория стационарных возмущений в дискретном спектре.

3. Прикладная физика

Примеры приложения достижений физики в современной технике и технологии. Ядерная энергетика и ядерные технологии. Вопросы по профилю выбранной кафедры.

4. Материаловедение

Классификация материалов электронной техники. Полупроводники. Окислы. Металлизация в интегральных схемах.

5. Электроника и схемотехника

Основные понятия электроники, схемотехника аналоговая, цифровая, аналого-цифровые системы, микропроцессорные системы.

Литература

1. Шпольский Э. В. Атомная физика – М.; Наука, 1984. Т. 1-2.
2. Климов А. Н. Ядерная физика и ядерные реакторы – М.: Энергоатомиздат, 2002.
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т.5. Статистическая физика. – М.: Наука, 1964
4. Киттель Ч. Элементарная статистическая физика. - М.: ИЛ, 1960
5. Рейер Е. Берклевский курс физики. Т.5. Статистическая физика. - М.: Наука, 1972
6. Васильев А. М. Введение в статистическую физику. – М.: Высшая школа, 1986
7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Квантовая механика. – М.: Наука, 1974
8. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, вып. 8 и 9, Квантовая механика. – М.: Мир, 1966, 1967
9. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.,1962
10. Физика. Большой энциклопедический словарь. М.: БРЭ, 1999 и след.
11. Учебно-научная база подготовки в области прикладной физики. М.: МИФИ, 1999.
12. Серия «Высшая школа физики» Госкорпорации «Росатом». Лекции по физике экстремальных состояний вещества / Фортов В.Е. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 236 с.
13. Научные журналы по выбору абитуриента.
14. Металловедение / И.И. Новиков, В.С. Золоторевский, В.К. Портной и др. М.: Изд. Дом МИСиС, 2009. Т.1 и 2
15. Материаловедение и технология металлов / Фетисов Г.П. и др. Изд.: Высшая школа. 2001.
16. Шалимова К. В. Физика полупроводников. М.: Энергия, 1985.
17. Борисенко С.И. Физика полупроводниковых наноструктур: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.