МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени В.И. Вернадского»
(ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»)

«Утверждаю»
Проректор по учебной и
методической деятельности

_____ С.О Курьянов

«__» _____ 2015 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ для поступления на обучение по
образовательной программе высшего образования – программе
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Направление 03.06.01 Физика и астрономия

Симферополь 2015 г.

Разработчики программы:

Программу подготовили: д.ф.-м.н., профессор. Воляр А.В., д.ф.-м.н., профессор Фридман Ю.А., д.ф.-м.н., профессор Бержанский В.Н., д.ф.-м.н., профессор Старостенко В.В., д.ф.-м.н., профессор Стругацкий М.Б., к.ф.-м.н., доцент Кувшинов В.М., к.ф.-м.н., доцент Глумова М.В.

Утверждено решением Ученого совета факультета Физики и компьютерных технологий от 02.04.2015 года, протокол № 2

Председатель Ученого совета
Факультета физики и компьютерных технологий

М.В. Глумова

Оглавление

Пояснительная записка.....	4
Программа вступительного испытания в аспирантуру по профилю Радиофизика	5
Программа вступительного испытания в аспирантуру по профилю Оптика.....	11
Программа вступительного испытания в аспирантуру по профилю Физика магнитных явлений.....	16
Программа вступительного испытания в аспирантуру по профилю Астрофизика и звездная астрономия.....	21
Программа вступительного испытания в аспирантуру по профилю Физика конденсированного состояния.....	28
Программа вступительного испытания в аспирантуру по профилю Теоретическая физика	33
Критерии оценивания	39

Пояснительная записка

Приём абитуриентов, имеющих диплом «магистра» или «специалиста», для получения образовательно-квалификационного уровня аспиранта проводятся по результатам специального вступительного устного экзамена, который проводится в форме устного ответа на билет, содержащий три вопроса по профессионально ориентированным дисциплинам по выбранному профилю. Для подготовки к ответу абитуриенту предоставляется время до 60 минут.

Цель экзамена: проверка и оценка уровня знаний абитуриентов по теоретической физике, профессионально ориентированным и общефизическим дисциплинам.

Абитуриент должен знать:

— основные принципы и законы физики, а также их математическое выражение;

— основные явления физики, методы их наблюдения и экспериментального исследования, методы точного измерения физических величин, простейшие методы обработки и анализа результатов эксперимента, основные физические приборы;

— методы использования компьютерной техники для обработки результатов эксперимента.

Абитуриент должен уметь:

— правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики, эффективно применять общие законы для решения конкретных задач в области физики и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний;

— пользоваться основными физическими приборами, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи, обрабатывать, анализировать и оценивать полученные результаты;

— строить математические модели простейших физических явлений и использовать для изучения этих моделей доступный ему математический аппарат, включая методы вычислительной математики;

— использовать при работе справочную и учебную литературу, находить другие необходимые источники информации и работать с ними.

ПРОГРАММА

Вступительного испытания в аспирантуру по профилю Радиопизика

1. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И ПРИБОРЫ СВЧ

Основные уравнения электродинамики. Интегральная формулировка уравнений Максвелла. Закон сохранения заряда. Уравнение непрерывности. Физическое содержание уравнений Максвелла. Материальные уравнения.

Граничные условия для переменных электромагнитных полей.

Энергия электромагнитного поля. Удельная мощность сторонних источников в электромагнитном поле. Мощность сторонних источников. Баланс энергии в электромагнитном поле. Вектор Умова–Пойнтинга. Теорема Умова–Пойнтинга.

Комплексные амплитуды и теорема о комплексной мощности.

Волновые уравнения и электродинамические потенциалы. Электрический вектор Герца или поляризационный потенциал. Фиктивные магнитные точки и заряды. Перестановочная двойственность уравнений Максвелла. Магнитный вектор Герца. Граничные условия для $\vec{E}$, $\vec{H}$ на идеально проводящих продольных и поперечных поверхностях.

Направляющие системы. Общая теория регулярных волноводов. Типы направляющих систем. Постановка и схема решения волноводных задач. Общие свойства электрических (E) волн в регулярных волноводах. Общие свойства магнитных (H) волн в регулярных волноводах. T-волны в направляющих системах. Дисперсия собственных волн в регулярных волноводах. Докритический и закритический диапазоны волновода. Электрические (E) типы волн в прямоугольном волноводе. Магнитные волны в прямоугольном волноводе. Вырождение волн в прямоугольном волноводе. Доминантная волна и рабочий диапазон прямоугольного волновода. Доминантная волна и рабочий диапазон прямоугольного волновода. Волны в круглом волноводе. Потери и затухание волн в волноводах.

Возбуждение регулярных волноводов сторонними источниками. Лемма Лоренца. Теорема взаимности. Ортогональность собственных волн в регулярных волноводах. Уравнения возбуждения регулярных волноводов сторонними токами.

Поперечные волны в линиях передачи. Телеграфные уравнения. Коаксиальная, двухпроводная и полосковая линии. Режимы работы длинных линий и волноводов.

Объемные резонаторы. Типы объемных резонаторов. Поля в резонаторах как в отрезках регулярных волноводов с короткозамыкающими крышками. Прямоугольный резонатор. Цилиндрический резонатор. Коаксиальный резонатор, запердельные резонаторы. Открытые резонаторы. Добротность собственных колебаний в резонаторах. Внешняя и нагруженная добротности. Возбуждение резонаторов.

Электромагнитные поля в свободном пространстве. Запасывающие потенциалы. Векторный и скалярный потенциалы. Электрический и магнитный диполи Герца. Дальняя, ближняя и промежуточная зоны излучения. Диаграмма

направленности излучателей. Плоские волны. Плоские волны в проводящей среде. Скин-эффект. Классификация волн по длине и характеру распространения. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса. Формула Кирхгофа. Зоны Френеля. Область, существенная для распространения радиоволн. Отражение и преломление волн на границе раздела двух сред. Поверхностные, тропосферные и ионосферные волны.

Влияние электромагнитного поля на биообъекты. СВЧ-нагрев диэлектриков. Нелинейные и параметрические явления при взаимодействии электромагнитного излучения с материальными средами.

Эквивалентная схема генератора СВЧ с резонансной колебательной системой. Требования к усилителям и генераторам СВЧ диапазона. Применение триодов и тетродов СВЧ.

Основные положения радиоспектроскопии. Распространение электромагнитных волн в многослойных и неоднородных структурах и сверхрешетках.

2. КВАНТОВАЯ РАДИОФИЗИКА

Взаимодействие электромагнитного поля и вещества в дипольном приближении. Линейные и нелинейные тензоры диэлектрической восприимчивости. Флуктуационно–диссипационная теорема.

Полуклассическая теория излучения. Вероятность однофотонных и многофотонных процессов. Спонтанные и индуцированные переходы. Когерентное взаимодействие двухуровневой системы с излучением, фотонная ЭДС, самоиндуцированная прозрачность.

Генерация радиоволн в космических условиях. Тепловое радиоизлучение. Излучение электронов в магнитном поле. Комptonовское рассеянное излучение на электронах.

Форма и интенсивность спектральных линий. Форма спектральных линий в атомных и молекулярных газах, электронные, колебательные, вращательные переходы. Правило отбора. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий. Естественная ширина, столкновение и доплеровское уширение. Поперечные и продольные времена релаксации. Уширение спектральных линий активных центров в кристаллах, контакт в зонной структуре энергетических уровней твердых тел, оптические переходы в полупроводниках. Принцип работы приборов квантовой электроники. Методы создания инверсии населенности и отрицательного поглощения.

Молекулярный генератор. Уравнения для поля в квантовом генераторе. СВЧ резонатор. Одномодовый режим. Квантовые стандарты частоты.

Применение лазеров при радиофизических исследованиях космических объектов. Лазерные источники космического радиоизлучения.

Парамагнитные усилители СВЧ диапазона (резонаторный, бегущей волны). Полоса прозрачности усилителя бегущей волны.

Оптические резонаторы. Резонатор Фабри-Перо, конфокальный концентрический резонатор. Продольные и поперечные типы колебаний, спектр частот и расходимость, направленность излучения. Добротность. Антенны и приемники для измерения космического радиоизлучения.

Устройство и параметры лазеров: трехуровневая система на рубине, четырехуровневая система на неодимовом стекле, лазеры на растворах красителей, лазеры на атомных и молекулярных газах, лазеры на полупроводниковых материалах.

3. ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Структура кристаллов. Кристаллическая решетка. Обозначение узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Индексы Миллера. Методы определения структуры кристаллов. Классификация кристаллов по типам связи.

Дефекты в кристаллах. Точечные, линейные и поверхностные дефекты. Роль полупроводников в современной физике и технике. Вещества, относящиеся к полупроводникам. Особенности кристаллической структуры и характер химической связи в полупроводниках. Основные особенности электрических свойств полупроводников. Влияние примесей.

Основы зонной теории твердых тел. Энергетические уровни электрона в изолированном атоме. Обобществление электронов в кристалле. Зоны Бриллюэна. Деление веществ на металлы, диэлектрики, полупроводники. Зонная теория полупроводников. Особенности энергетического спектра электронов в полупроводниках. Эффективные массы электронов и дырок. Локальные уровни в запрещенной зоне.

Оптические и плазменные явления в полупроводниках. Подвижность носителей заряда в полупроводниках. Поглощение и излучение света. Фотопроводимость. Акустоэлектронные явления. Эффект Ганна. Эффект Холла.

Контакт металл-полупроводник. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Токи, ограниченные пространственным зарядом. Термо-ЭДС. Эффект Пельтье.

Полупроводниковые диоды. Равновесное состояние p-n-перехода. Барьерная емкость. Прямой и обратный токи p-n-перехода. Импульсные и высокочастотные свойства p-n-перехода. Пробой p-n-перехода. Туннельные диоды. Лавинно-пролетные диоды. Фотоэлектрические явления в p-n-переходе. Гетеропереходы. Светодиоды. Полупроводниковые лазеры.

Физические принципы работы транзисторов. Биполярный транзистор, его характеристики. Переходные процессы в транзисторах. Дрейфовые транзисторы. Полевые транзисторы. Приборы с вольт-амперной характеристикой S-типа.

Микросхемы. Классификация микросхем. Технологии изготовления микросхем.

4. ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ

Линейные и нелинейные системы с одной степенью свободы.

Автоколебательная система с одной степенью свободы. Отрицательное сопротивление.

Энергетические соотношения в автоколебательных системах. Методы расчета автоколебательных систем.

Неавтономные режимы автоколебательных систем. Асинхронное воздействие.

Методы теории нелинейных колебаний. Анализ движения на фазовой плоскости.

Автоколебательная система с двумя степенями свободы. Явления затягивания и гашения колебаний.

Параметрические усилители и генераторы. Деление частоты. Энергетические соотношения Менли-Роу.

Собственные и вынужденные колебания линейных и распределенных систем конечной длины. Роль граничных условий.

Представление вынужденных колебаний в форме ряда по собственным колебаниям в форме волн, бегущих и отраженных от концов системы.

Колебания периодически неоднородных распределенных систем. Полосы пропускания и прозрачности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Электродинамика сплошных сред. – М.: Наука, 1982. – 124 с.
2. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Радио и связь, 1994. – 434 с.
3. Кураев А. А., Попкова Т. Л., Сеницын А. К. Электродинамика и распространение радиоволн. – Мн.: Бестпринт, 2004. – 358 с.
4. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука, 1973. – 284 с.
5. Левин Л. Теория волноводов. Методы решения волноводных задач. – М.: Радио и связь, 1981. – 322 с.
6. Макаров Г. И., Новиков В. В., Рыбачек С. Т. Распространение электромагнитных волн над земной поверхностью. – М.: Наука, 1991. – 278 с.
7. Сигмен А. Мазеры. – М.: Мир, 1966. – 544 с.
8. Страховский Г. М., Успенский А. В. Основы квантовой электроники. – М.: Высш. школа, 1979. – 344 с.

9. Ковалев И. С. Прикладная электродинамика. – Минск: Наука и техника, 1978. – 343 с.
10. Лебедев И. В. Техника и приборы СВЧ. – М.: Высш. школа, 1970. – 440 с.
11. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. - М.: Наука, 1988, -391с.
12. Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний: Учебник, 3 – е изд., испр.- Спб.: Издательство «Лань», 2005. -440с.
13. Рабинович М.И. Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн.- М.: Наука, 1984 -430с.
14. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. - М.: Физматиз, 1952-912с
15. Пиппард А. Физика колебаний - М. Высшая школа, 1985. 453с.
16. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. - М., 1990.
17. Мандельштам Л.И. Полное собрание трудов. М. Изд-во АН СССР, 1955, т4., Лекции по теории колебаний. - М.: Наука, 1972 - 512с.
18. Вайнштейн Электромагнитные волны. - М. 1988.- 580 с.
19. Брандт А. А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1963. – 403 с.

ПРОГРАММА

Вступительного испытания в аспирантуру по профилю Оптика

1. Электромагнитная теория света

Уравнения Максвелла. Вектор Умова-Пойнтинга. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Параболическое приближение. Моды свободного пространства. Фазовая и групповая скорости света.

Поляризация света. Вектор Джонса. Параметры Стокса. Сфера Пуанкаре. Расчетные методы Джонса и Мюллера. Типы поляризационных устройств.

Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Отражение света от поверхности проводника. Глубина проникновения.

Распространение света в анизотропных и гиротропных средах. Волновые поверхности в кристаллах. Лучи и волновые нормали. Эллипсоид Френеля. Оптические свойства одноосных и двуосных кристаллов. Двойное лучепреломление. Коническая рефракция. Электрооптические эффекты Керра и Поггеля. Оптическая активность. Эффект Фарадея.

Оптика движущихся сред. Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца. Продольный и поперечный эффекты Доплера.

2. Геометрическая оптика

Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометро-оптическое приближение. Уравнение эйконала. Область применения лучевого приближения. Принцип Ферма. Гомоцентрические пучки.

Понятие оптического изображения. Параксиальное приближение. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Образование каустик в оптических системах. Геометрические aberrации третьего и более высоких порядков. Хроматическая aberrация. Типы оптических приборов.

3. Интерференция и дифракция световых волн

Интерференция частично-когерентного излучения. Комплексная степень когерентности. Теорема Ван-Циттерта - Цернике.

Двухлучевая и многолучевая интерференция. Сдвиговая и спекл-интерферометрия. Многослойные покрытия.

Дифракция. Дифракционные интегралы Кирхгофа - Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Эффект Тальбо. Влияние дифракции на разрешающую силу систем, образующих изображение. Дифракционная решетка. Параболическая теория дифракции; гауссов пучок. ABCD –метод; комплексный параметр кривизны. Особенности дифракции некогерентного излучения. Основы векторной теории дифракции.

4. Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом

Уравнение для матрицы плотности. Самосогласованные уравнения для поля, поляризации и разности заселенностей. Эффект насыщения.

Законы теплового излучения. Формула Планка. Фотоэффект.

Однофотонные и многофотонные процессы. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Квадрупольные и магнито-

дипольные переходы. Кооперативные эффекты. Сверхизлучение. Когерентное и комбинационное рассеяния.

Нелинейные восприимчивости. Распространение волн в нелинейной среде. Метод медленно меняющихся амплитуд. Условие синхронизма. Генерация оптических гармоник. Трехволновое взаимодействие. Параметрическое преобразование частоты. Самофокусировка света. Вынужденное и комбинационное рассеяние. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Четырехволновое взаимодействие. Обращение волнового фронта. Вещество в сверхсильном световом поле.

5. Статистическая оптика

Временная и пространственная когерентность световых полей; корреляционные функции первого и высших порядков. Спектральное представление. Теорема Винера-Хинчина.

Квантовые свойства световых полей. Фоковское, когерентное и сжатое состояние поля.

Распределение Бозе-Эйнштейна. Параметр вырождения поля. Пуассоновская, субпуассоновская и суперпуассоновская статистика фотонов. Связь статистик фотонов и фотоотчетов, формула Мандела для распределения фотоотчетов. Дробовой шум.

Статистические свойства лазерного излучения.

Закон Кирхгофа и шумы квантовых усилителей света. Флуктуационно-диссипационная теорема.

Статистика частично поляризованного излучения. Поляризационная матрица.

Распространение волн в случайно неоднородной среде. Корреляционные и структурные функции амплитуды и фазы. Оптические модели атмосферной турбулентности.

6. Экспериментальная и прикладная оптика

Источники оптического излучения. Тепловые, газоразрядные и лазерные источники. Синхротронное излучение. Оптические материалы.

Характеристики приемников излучения: спектральная и интегральная чувствительность, шумы, инерционность. Приборы с зарядовой связью (ПЗС) - линейки, матрицы.

Запись и обработка оптической информации. Механизм записи и воспроизведения волновых полей с помощью двумерных и трехмерных голограмм. Цифровые голограммы. Переходные и передаточные функции оптических систем обработки информации. Изопланарность. Использование методов Фурье-оптики для оптической фильтрации и распознавания образов. Коррекция и реконструкция изображений. Методы компьютерной оптики.

Волоконная оптика. Типы волоконных световодов. Моды оптических волокон. Затухание и дисперсия мод. Направленные ответвители. Волоконные линии связи. Нелинейные эффекты в оптических волокнах.

7. Оптика лазеров

Принцип работы лазера. Схемы накачки. Теория Лэмба. Эффекты затягивания частоты и выгорания дыр. Лэмбовский провал.

Оптические резонаторы. Моды оптических резонаторов. Свойства лазерных пучков.

Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры: лазеры на нейтральных атомах, ионные лазеры, молекулярные лазеры, лазеры на самоограниченных переходах. Химические лазеры. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на центрах окраски.

Режимы работы лазеров. Непрерывные и импульсный режимы. Пиковый режим. Модуляция добротности. Синхронизация мод. Генерация сверхкоротких импульсов.

8. Сингулярная оптика

Генерация оптических вихрей.

Алгебра оптических вихрей.

Сингулярные пучки в кристаллах

Вихревые моды в маломодовых волокнах.

Поляризационные сингулярности.

Закон сохранения проекций потоков угловых моментов. Примеры.

Топологические реакции в сингулярной оптике, законы, описывающие процесс.

Процессы спин-орбитального взаимодействия в одноосных кристаллах.

Литература.

1. Борн М. Вольф Э. «Основы оптики» Изд. 2-е. Перевод с английского. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1973. 713 с.
2. Снайдер А., Лав Д. «Теория оптических волноводов» Издательство: Радио и связь, 1987 г. 656 стр.
3. Вейко В.П. «Технологические лазеры и лазерное излучение» 2007 год. 52 стр
4. Тарасов Лев «Физические основы квантовой электроники. Оптический диапазон» Издательство: Либроком; 2010 г. 368 стр.
5. Бебчук Л., Богачев Ю., Заказнов Н., Комраков Б., Михайловская Л., Шапочкин Б. «Прикладная оптика» Издательство: Лань 2007, 320 стр.
6. Бурсиан В.Р. «Лекции по теории излучения» Издательство: Книга по Требованию; 2012 г. 101 стр.
7. Гранкин В., Танин Н., Нестеренко М., Макухин В. «Лазерное излучение» Издательство: Воениздат 1977 г., 192 стр.
8. Гудмен Дж. «Статистическая оптика» Издательство: Мир, 1988г. 528стр.

ПРОГРАММА

**Вступительного испытания в аспирантуру по профилю Физика
магнитных явлений**

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: **физика магнитных явлений, микромагнетизм, магнитооптика, магнитные материалы.**

1. Общие понятия

Магнетизм. Магнитное поле. Магнитный момент. Векторы магнитной индукции, намагниченности, напряженности магнитного поля. Магнитный поток. Магнитный диполь.

2. Магнитные структуры и типы магнетиков

Упорядоченные магнитные структуры. Магнитная структура. Магнитная подрешетка. Ферромагнитная структура. Антиферромагнитная структура. Слабый ферромагнетизм. Ферримагнитная структура. Спиральная магнитная структура. Магнитная ячейка. Магнитная нейтронография. Неупорядоченные магнитные структуры. Спиновое стекло.

3. Магнитные взаимодействия

Обменное взаимодействие и его энергия. Гамильтониан Гейзенберга. Косвенное обменное взаимодействие. Спин-орбитальное взаимодействие. Магнитное дипольное взаимодействие. Сверхтонкое взаимодействие.

4. Магнитная анизотропия

Энергия магнитной анизотропии. Константы магнитной анизотропии. Эффективное поле анизотропии. Оси магнитной анизотропии. Плоскости легкого и трудного намагничивания. Магнитная анизотропия типа «легкая ось» и «легкая плоскость». Наведенная магнитная анизотропия.

5. Магнитоупругие явления

Магнитострикция. Магнитоупругая энергия. Магнитоупругие постоянные. Константы магнитострикции. Магнитоупругие волны. Магнитоакустический резонанс. Магнитоупругое затухание.

6. Кинетические явления

Гальваномагнитные эффекты. Эффект Холла. Магниторезистивные эффекты. Гальванотермомагнитные эффекты. Термомагнитные эффекты.

7. Домены и доменные границы

Магнитный домен. Доменная граница (Блоха, Нееля). Доменная структура. Полосовая и лабиринтная доменные структуры. Цилиндрический магнитный домен. Решетка ЦМД.

8. Процессы намагничивания, перемагничивания и размагничивания.

Внешнее магнитное поле. Намагничивание. Гистерезис намагничивания. Эффект Браугаузена. Магнитное насыщение. Подвижность и эффективная масса доменной границы. Перемагничивание. Коэрцитивная сила. Петля магнитного гистерезиса. Магнитная восприимчивость и проницаемость. Размагничивание переменным полем, температурой. Размагничивающее и внутреннее магнитные поля.

9.Магнитные фазовые переходы и критические явления

Фазовый переход. Фазовые переходы первого и второго рода. Диаграмма состояний. Критическая температура. Температура Нееля.

10.Спиновые волны

Ферромагнитный резонанс. Магнитостатические моды. Спиновые волны. Магноны. Представление Голстейна-Примакова для спиновых операторов. Преобразование Боголюбова. Спин-волновой резонанс.

11.Магнитооптика

Эффект Фарадея. Эффект Котона-Мутона. Эффект Керра. Фотомагнитный эффект. Гиромагнитная среда. Поляритоны.

12.Характеристики магнитных материалов

Магнито-мягкий материал. Магнито-твердый материал. Магнитный материал с прямоугольной петлей гистерезиса. Сверхвысокочастотный магнитный материал. Магнитный материал для постоянных магнитов. Магнитные материалы для носителей информации. Магнитострикционные материалы. Материал для термомагнитной записи информации. Текстурированный магнитный материал.

13.Магнитные материалы

Феррит-ранат. Феррит-шпинель. Ортоферрит. Гексаферрит. Пермалой.

14.Параметры магнитных материалов

Магнитные потери. Магнитные потери на гистерезис. Магнитные потери на вихревые токи. Магнитное сопротивление. Время и скорость перемагничивания. Коэффициент прямоугольности петли истерезиса.

Литература

1. Вонсовский С.В. Манетизм. М.:Наука, 1971
2. Крупичка С. Физика ферритов и родственных им магнитных окислов. М.:Мир, 1976
3. Тикадзуми С. Физика Ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества. М.:Мир, 1983
4. Тикадзуми С. Физика Ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практическое применение. М.:Мир, 1987
5. Хандрих К., Коте С. Аморфные ферро- и ферримагнетики. М.:Мир, 1982
6. Голдин Б.А., Котов Л.Н., Зарембо Л.К., Карпачев С.Н. Спин-фононные взаимодействия в кристаллах (ферритах). Л.:Наука, 1991
7. Малоземов А., Слонзуски Дж. Доменные стенки в материалах с ЦМД. М.:Мир, 1982
8. Ахиезер А.И., Барьяхтар В. Г., Пелетминский С.В. Спиновые волны. М.:Наука, 1967
9. Уайт Р. Квантовая теория манетизма. М.:Мир, 1985
- 10.Ма Ш. Современная теория критических явлений. М.: Мир, 1980

11. Барьяхтар В. Г., Иванов Б.А., Криворучко В.Н., Данилевич А. Г. Современные проблемы динамики намагниченности: от основ до сверхбыстрой релаксации. Киев: Химджест, 2013

ПРОГРАММА

**Вступительного испытания в аспирантуру по профилю Астрофизика и
звездная астрономия**

1. Введение

Предмет и задачи астрономии. Краткий очерк строения Вселенной. Идеологическое и практическое значение астрономии. Развитие представлений о Вселенной и методов её исследования. Основные этапы истории развития астрономии.

2. Видимые положения и движения небесных тел

Астрономические объекты. Видимые положения небесных тел. Созвездия. Суточные движения звёзд. Восход и заход светил. Видимые движения Солнца, Луны и планет. Системы астрономических координат. Небесная сфера и измерение углов. Основные точки, линии и плоскости этой сферы. Системы небесных координат. Равенство высоты полюса мира над горизонтом широте места наблюдения.

3. Действительные положения и движения небесных тел

Объяснение видимых движений небесных тел. Системы мира Птолемея и Коперника. Конфигурации планет. Синодические и сидерические периоды обращения планет. Объяснение видимых движений планет в системе Коперника. Революционность учения Коперника. Законы движения небесных тел. Законы Кеплера. Элементы планетных орбит. Закон всемирного тяготения Ньютона. Зависимость силы тяготения от массы и формы притягивающих тел. Определение постоянной тяготения из опытов. Движение небесных тел под действием сил тяготения. Обобщение и уточнение законов Кеплера. Уравнение энергии. Движение искусственных небесных тел. Возмущение и возмущающая сила. Зависимость возмущающего ускорения от расстояния до возмущающего тела. Возмущение движений планет и Луны. Прецессия и нутация. Движение полюсов Земли. Приливы и отливы. Приливная эволюция и устойчивость солнечной системы. Движение, размеры и форма Земли. Вращение Земли и его неравномерность. Доказательства движения Земли вокруг Солнца. Годичное

параллактическое и аберрационное смещение светил. Определение размеров и массы Земли. Определение формы Земли. Триангуляция. Измерение силы тяжести на поверхности Земли. Гравиметрия. Движение Луны. Её орбита. Вращение вокруг оси. Синодический и сидерический месяцы. Движение лунных узлов и его следствия. Фазы Луны. Покрытие светил Луной. Солнечные и лунные затмения. Условия наступления затмений. Цикл затмений (Сарос). Принципы астрономического измерения времени. Календарь. Юлианские дни. Определение расстояний до тел солнечной системы и до звёзд. Суточный и годичный параллакс. Единицы расстояний в астрономии. Радиолокационные методы определения расстояний. Определение размеров небесных тел. Определение масс планет и двойных звёзд.

4. Основы астрофизики. Важнейшие свойства излучения и методы его исследования

Предмет и задачи астрофизики. Источники информации о космических телах. Виды электромагнитного излучения и его прохождение через земную атмосферу. Скорость распространения, частота, длина волны электромагнитного излучения. Понятие о квантах. Основы спектроскопии. Важнейшие понятия фотометрии и астрофотометрии. Поток излучения, освещённость, интенсивность, светимость и связь между ними. Яркость протяжённых объектов. Определение этих величин из наблюдений. Понятие видимой звёздной величины. Колориметрия и спектрофотометрия. Элементарные атомные процессы излучения и поглощения энергии. Поляризация излучения. Понятие о кинетической температуре вещества. Связь между излучением и температурой. Законы Кирхгофа, Планка, Стефана – Больцмана и Вина. Методы определения температуры. Тепловые скорости частиц. Закон Максвелла. Типы спектров, исследуемых в астрофизике. Эмиссионные, непрерывные и абсорбционные спектры различных небесных тел. Определение движения излучающего вещества по смещению спектральных линий. Измерение магнитных полей по зеемановскому

расщеплению спектральных линий. Определение химического состава космических объектов по их спектрам. Относительная распространённость химических элементов во Вселенной.

5. Астрономические инструменты и приборы

Важнейшие инструменты для определения астрономических координат и времени. Телескопы. Рефракторы и рефлекторы. Увеличение телескопа. Астрографы. Типы монтировок. Зависимость теоретической разрешающей силы от диаметра объектива. Атмосферное дрожание и практическая разрешающая сила. Проницающая сила телескопа. Современное приёмное оборудование (ПЗС-матрицы). Светофильтры. Спектрографы и спектрометры. Дисперсия и разрешающая сила спектральных приборов. Интерференционные и интерференционно-поляризационные фильтры. Инструменты для исследования Солнца.

6. Солнце

Общие сведения о Солнце. Солнечная постоянная. Природа непрерывного и фраунгоферова спектров. Химический состав наружных слоёв. Внутреннее строение Солнца и конвективная зона. Строение солнечной атмосферы. Фотосфера. Потемнение диска Солнца к краю. Грануляция. Хромосфера и тонкая её структура. Корона. Физические условия в короне. Радиоизлучение “спокойного” Солнца. Солнечный ветер. Активные образования в солнечной атмосфере: факелы, пятна, флоккулы, протуберанцы. Солнечные вспышки. Радиоизлучение “возмущённого” Солнца. Цикл солнечной активности. Влияние Солнца на земные явления. Магнитные бури. Полярные сияния.

7. Система Земля – Луна

Общие сведения о Земле и Луне. Строение Земли и её атмосферы. Свойства атмосферы на различных высотах. Водородная геококона. Ионосфера. Свечение дневного и ночного неба. Магнитное поле Земли. Радиационные

пояса. Магнитосфера Земли и её взаимодействие с солнечным ветром. Строение Луны. Типы деталей лунной поверхности. Яркость, спектр и поляризация света Луны. Температура и тепловое излучение Луны. Радиоизлучение. Структура лунной поверхности. Проблема лунной поверхности. Проблема лунной атмосферы. Происхождение деталей лунной поверхности.

8. Солнечная система

Состав и общие закономерности Солнечной системы. Планеты земной группы и планеты типа Юпитера. Малые планеты и их с метеоритами. Природа комет. Метеоры, метеорные потоки. Их связь с кометами. Болиды. Метеоритные кратеры. Метеориты. Их химический состав и возраст. Микрометеориты. Межпланетная среда и её свойства. Зодиакальный свет и противостояние. Современные представления о происхождении Солнечной системы.

9. Звёзды

Основные характеристики звёзд. Спектральная классификация. Фотографические и фотоэлектрические звёздные величины, показатели цвета. Абсолютные звёздные величины. Диаграмма спектр-светимость. Понятие о шкале звёздных температур. Определение радиусов звёзд. Характеристики звёзд различных типов. Физические условия в недрах звёзд. Источники звёздной энергии. Атмосферы звёзд. Двойные звёзды. Визуально-двойные, фотометрически-двойные (затменно-переменные) и спектрально-двойные звёзды. Элементы орбиты двойной звезды и их определение. Массы звёзд, зависимость масса-светимость. Переменные звёзды. Типы переменных звёзд. Цефеиды. Зависимость период-светимость у цефеид. Другие пульсирующие переменные. Полуправильные и неправильные переменные звёзды. Новые. Сверхновые. Остатки сверхновых звёзд. Планетарные туманности. Пульсары. Нейтронные звёзды. Рентгеновские источники. Эволюция звёзд различных масс. Конечные стадии эволюции звёзд.

10. Эволюция химических элементов.

Наша Галактика Объекты, принадлежащие нашей Галактике. Методы изучения распределения звёзд в Галактике. Форма, размеры и спиральная структура Галактики. Подсистемы Галактики. Звёздные скопления: рассеянные и шаровые. Звёздные ассоциации. Собственные движения звёзд и вращение Галактики. Диффузная среда. Распределение её в Галактике. Межзвёздное поглощение света и пылевые туманности. Межзвёздная поляризация света звёзд. Межзвёздный газ. Физические условия в межзвёздной среде. Зоны II и III. Газовые эмиссионные туманности. Причины их свечения. Радиоизлучение межзвёздного водорода. Молекулы в межзвёздной среде. Молекулярные комплексы в Галактике. Связь межзвёздной среды с областями звездообразования. Проблема образования звёзд. Космические лучи и магнитные поля в Галактике. Нетепловое радиоизлучение Галактики.

11. Внегалактическая астрономия

Галактики, их число и распределение по небу. Морфологические типы галактик, их звёздный состав и структура. Методы определения расстояний до галактик. Шкала расстояний. Светимости, массы и размеры галактик. Красное смещение, закон Хаббла. Межзвёздный газ в галактиках. Вращение галактик. Ядра галактик, их активность. Радиогалактики. Взаимодействующие галактики. Квазизвёздные объекты. Понятие об эволюции галактик. Распределение галактик в пространстве. Скопления галактик. Межгалактическая среда в скоплениях. Метагалактика и её расширение. Понятие о космологии. Реликтовое излучение. Модели Вселенной.

Рекомендованная литература:

Основная

1. Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. М., 2001.
2. Куликовский П.Г. Звёздная астрономия, М.: Наука, 1985
3. Засов А.М., Постнов К.А., Общая астрофизика, М. изд. Век2, 2006
4. Бочкарев Н.Г. Основы физики межзвездной среды, М. Изд Век2, 2010
5. В.В.Иванов, А.В.Кривов, П.А.Денисенков. Пародксальная Вселенная (175 задач по астрономии), Санкт-Петербург. университет
6. Воронцов-Вельяминов Б.А. Сборник задач и практических упражнений по астрономии. М., 1977.

Дополнительная

1. Нагирнер Д. И. Элементы космологии. — Санкт-Петербург 2001
2. Климишин И.А. Астрономия наших дней. М., 1980.
3. Рябов Ю.А. Движение небесных тел. М., 1962. Каплан С.А. Физика звёзд. М., 1977.
4. Шкловский И.С. Звёзды. Их рождение, жизнь и смерть. М., 1977

ПРОГРАММА

**Вступительного испытания в аспирантуру по профилю Физика
конденсированного состояния**

1. Связи в твердых телах

Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь. Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO₃. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.

2. Симметрия твердых тел

Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Операции (преобразования) симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии. Возможные порядки поворотных осей в кристалле. Пространственные и точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.

3. Дефекты в твердых телах

Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Линейные дефекты. Краевые и винтовые дислокации. Роль дислокаций в пластической деформации.

4. Дифракция в кристаллах

Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле. Упругое и неупругое рассеяние, их

особенности. Брэгговские отражения. Атомный и структурный факторы. Дифракция в аморфных веществах.

5. Колебания решетки

Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантовые осцилляторы. Фононы. Электрон-фононное взаимодействие.

6. Тепловые свойства твердых тел

Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.

7. Электронные свойства твердых тел

Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных

масс. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники.

8. Намагниченность и восприимчивость.

Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Законы Кюри и Кюри Вейсса. Природа ферромагнетизма. Фазовый переход в ферромагнитное состояние. Роль обменного взаимодействия. Точка Кюри и восприимчивость ферромагнетика. Ферромагнитные домены. Причины появления доменов. Доменные границы (Блоха, Нееля). Антиферромагнетики. Магнитная структура. Точка Нееля. Восприимчивость антиферромагнетиков. Ферромагнетики. Магнитная структура ферромагнетиков. Спиновые волны, магноны. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.

9. Оптические и магнитооптические свойства твердых тел

Комплексная диэлектрическая проницаемость и оптические постоянные. Коэффициенты поглощения и отражения. Соотношения Крамерса-Кронига. Поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное поглощение, поглощение свободными носителями, решеткой). Определение основных характеристик полупроводника из оптических исследований. Магнитооптические эффекты (эффекты Фарадея, Фохта и Керра). Проникновение высокочастотного поля в проводник. Нормальный и аномальный скин-эффекты. Толщина скин-слоя.

10. Сверхпроводимость

Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри

Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец. Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Длина когерентности.

Список рекомендованной литературы

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
2. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. Т. I, II. М.: Мир, 1979.
3. Гуревич Е.А. Физика конденсированного состояния. - С-П. : Физматлит, 2005 г.
4. Василевский А.С. Физика твердого тела. Уч. пособие. 2010 год. 210 стр.
5. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М.: Мир, 1969.
6. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
7. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 2000.
8. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.
9. Воронов В.К., Подоплелов А.В. Современная физика: Конденсированное состояние. ЛКИ, 2008
10. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.
11. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводимости. МЦ НМО, М., 2000.
12. Зиненко В.И., Сорокин Б.П., Турчин П.П. Основы физики твёрдого тела: Уч. пособие. 2000 .

ПРОГРАММА

Вступительного испытания в аспирантуру по профилю Теоретическая физика

1 Механика сплошных сред и кристаллов

Основы теории упругости. Тензоры деформации и напряжений. Упругие свойства кристаллов. Уравнение равновесия твердых тел. Основы гидродинамики и идеальные жидкости. Уравнения гидродинамики несжимаемой идеальной жидкости. Потенциальное движение жидкости. Упругие волны в сплошных средах. Колебательные движения с учетом вязкости. Теплопроводность и диффузия в сплошных средах. Элементы динамики кристаллической решетки. Прямая и обратная решетки. Закон дисперсии гармонических колебаний. Плотность колебаний. Функция Грина и ее связь со спектром колебаний.

Рекомендованная литература:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, т. VI *Гидродинамика*. 1986. Главы 1, 2, 5, 6, 8,16.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, т. VII *Теория упругости* 1987. Главы 1, 3, 4, 5.
3. А.М. Косевич *Теория кристаллической решетки*, Харьков, Высшая школа, 1988. Главы 1, 3, 4.

2. Теория поля и электродинамика сплошных сред.

Принцип относительности. Преобразования Лоренца. Принцип наименьшего действия для частицы. Энергия и импульс. Момент импульса. Заряд в поле. Четырехмерный потенциал поля. Уравнение движения заряда. Градиентная инвариантность. Тензор электромагнитного поля. Инварианты поля. Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерная формулировка. Плотность и поток энергии.

Постоянное электромагнитное поле. Разложение поля по мультиполям. Система зарядов во внешнем поле. Теорема Лармора. Электромагнитные волны. Собственные колебания поля. Геометрическая оптика. Дифракция.

Поле движущегося заряда. Запаздывающие потенциалы. Излучение электромагнитных волн. Тормозное излучение. Электростатика проводников и диэлектриков. Электростатическое поле проводников. Силы действующие на проводник. Диэлектрическая проницаемость. Термодинамические соотношения для диэлектриков в электрическом поле. Диэлектрические свойства кристаллов. Электрические силы в твердом теле. Постоянный ток. Эффект Холла. Контактная разность потенциалов. Постоянное магнитное поле. Энергия системы токов. Термодинамические соотношения и силы в магнитном поле. Уравнение электромагнитных волн в диэлектриках. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Прозрачные среды. Ионизационные потери быстрых частиц в веществе (нерелятивистский случай). Излучение Черенкова.

Рекомендованная литература:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, т. II *Теория поля*. 1988. Главы 1, - 9.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, т. VIII *Электродинамика сплошных сред* 1982. Главы 1 – 4, 7, 9, 10, 14.

3. Квантовая механика

Основные положения квантовой механики. Принцип суперпозиции. Волновая функция. Энергия и импульс. Матрица плотности. Соотношение неопределенности. Уравнение Шредингера. Линейный осциллятор. Момент импульса. Связанные состояния. Сложение моментов. Движение в центрально-симметричном поле. Квазиклассическое приближение. Теория возмущений. Соотношение неопределенности для энергии. Оператор спина. Волновая функция частицы со спином $-1/2$. Тождественность частиц. Обменное взаимодействие. Описание ферми- и бозе систем в репрезентации вторичного квантования. Состояния электронов в атоме. Эффект Штарка.

Рекомендованная литература:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, т. III *Квантовая механика (нерелятивистская теория)*, изд. 4, Москва, Наука, 1989.
2. П. Дирак, *Принципы квантовой механики*, Москва, Физматгиз, 1960, главы 1 – 11.

4. Статистическая физика.

Основные принципы статистики. Статистическое распределение. Статистическая независимость. Теорема Лиувилля. Роль энергии. Статистическая матрица. Статистическое распределение в квантовой статистике. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Термодинамические величины. Температура. Макроскопическое движение. Адиабатический процесс. Давление. Работа и количество тепла. Тепловая функция. Свободная энергия и термодинамический потенциал. Соотношения между производными термодинамических величин. Термодинамическая шкала температур. Процесс Джоуля-Томсона. Максимальная работа. Максимальная работа тела, которое находится во внешней среде. Теорема Эриста. Зависимость термодинамических величин от количества частиц. Равновесие тела во внешнем поле.

Распределение Гиббса. Распределение Максвелла. Свободная энергия в распределении Гиббса. Распределение Гиббса для системы с изменяемым числом частиц. Идеальный газ. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана в классической статистике. Столкновение молекул. Неравновесный идеальный газ. Свободная энергия больцмановского идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Одноатомный идеальный газ. Магнетизм газов. Распределения Ферми и Бозе. Неравновесные ферми и бозе газы. Ферми- и бозе газы элементарных

частиц. Вырожденный электронный газ. Теплоемкость вырожденного электронного газа. Магнетизм электронного газа (слабое поле). Магнетизм электронного газа (сильное поле). Вырожденный бозе-газ. Черное излучение. Твердое тело. Твердое тело при низких температурах. Твердые тела при высоких температурах. Интерполяционная формула Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Колебания кристаллической решетки. Плотность числа колебаний. Фононы. Операторы рождения и уничтожения фононов. Неидеальный газ. Отклонение газов от идеальности. Разложение по степеням плотности. Формула Ван-дер-Ваальса. Метод корреляционных функций. Равновесие фаз. Условия равновесия фаз. Формула Клайперона-Клаузиуса. Критическая точка. Закон соответствующих состояний. Фазовые переходы первого рода и критические явления. Фазовые переходы второго рода. Скачок теплоемкости. Влияние внешнего поля на фазовый переход. Флуктуации параметра порядка. Эффективный гамильтониан. Критические индексы. Масштабная инвариантность. Изолированные критические точки непрерывного перехода. Ван-дер-Ваальсова теория критической точки.

Рекомендованная литература:

2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, т. V *Статистическая физика. Часть I*, изд. 3. Главы 1-10, 12, 14, 15.

5. Физика конденсированного состояния.

Идеальный Ферми-газ. Ферми-жидкость Ландау. Элементарные возбуждения в квантовой ферми-жидкости. Магнитная восприимчивость. Нулевой звук. Функция Грина макроскопической системы. Определение энергетического спектра. Функция Грина идеального ферми-газа. Распределение частиц по импульсам. Вычисление термодинамических величин. Диаграмная техника для ферми-систем. Собственная

Энергетическая функция. Вершинная функция и ее связь с амплитудами рассеивания квазичастиц и функцией взаимодействия квазичастиц. Сверхтекучесть. Элементарные возмущения в квантовой жидкости. Вырожденный почти идеальный Бозе-газ. Волновая функция конденсата, плотность конденсата. Функция Грина при конечных температурах. Идеальный Бозе-газ. Сверхпроводимость. Функция Грина для сверхтекучего Ферми-газа. Уравнение Гинзбурга Ландау. Поверхностное натяжение на границе. Два рода сверхпроводников. Структура смешенного состояния. Диамагнитная восприимчивость. Эффект Джозефсона. Связь тока с магнитным полем в сверхпроводнике. Эффект Мейснера. Магнетизм. Магноны в ферромагнетике: спектр, термодинамические величины. Спиновый гамильтониан.

Рекомендованная литература:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, т. IX *Статистическая физика. Часть II, Теория конденсированного состояния*, 1987. Главы 1-7.
2. Е. М. Лившиц, Л.П. Питаевский т. X, *Физическая кинетика*, 1979.

Критерии оценивания

Оценка **отлично** (5 баллов) выставляется при полном, с математическим обоснованием, ответе на три основных вопроса и дополнительные вопросы, по теме предполагаемого диссертационного исследования.

Оценка **хорошо** (4 балла) выставляется при недостаточно полном ответе на три основных вопроса и полном ответе на дополнительные вопросы, по теме предполагаемого диссертационного исследования.

Оценка **удовлетворительно** (3 балла) выставляется при ответе лишь на один основной вопрос и полном ответе на дополнительные вопросы, по теме предполагаемого диссертационного исследования.

Оценка **неудовлетворительно** (2 балла) выставляется при отсутствии ответов на основные вопросы и на дополнительные вопросы, по теме предполагаемого диссертационного исследования.