

**Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций**

Утверждаю

Директор ИФНиТ



Макаров С.Б.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
В МАГИСТРАТУРУ**

Направление подготовки:

**03.04.02 «Физика»**

## Базовая программа

1. Волновая функция и её свойства. Принцип суперпозиции. Ортогональность, нормировка и полнота функций.
2. Операторы физических величин. Статистические свойства наблюдаемых величин. Средние значения физических величин. Эрмитовы операторы.
3. Уравнение Шредингера. Оператор Гамильтона. Уравнение непрерывности для плотности вероятности.
4. Стационарное уравнение Шредингера. Дискретный и непрерывный спектры энергий.
5. Свободное движение частицы. Оператор импульса. Собственные функции оператора импульса, нормировка функций.
6. Коммутаторы операторов. Одновременная измеримость физических величин. Обобщенное соотношение неопределённости Гейзенберга.
7. Матричная формулировка квантовой механики.
8. Свойства решений стационарного уравнения Шредингера для одномерных ям. Граничные условия.
9. Туннелирование частиц через барьер. Одномерные барьеры.
10. Гармонический осциллятор. Спектр энергии и волновые функции. Полиномы Эрмита.
11. Гармонический осциллятор в операторном виде. Операторы рождения и уничтожения.
12. Движение в центрально-симметричном поле. Оператор момента импульса. Сферические функции.
13. Атом водорода. Спектр энергии и волновые функции.
14. Возмущения, не зависящие от времени. Теория возмущений для невырожденных уровней. Поправки к энергии и волновой функции.
15. Рассеяние частиц. Амплитуда рассеяния, сечение рассеяния.
16. Сечение рассеяния в борновском приближении. Рассеяние на кулоновском центре, формула Резерфорда.
17. Квазиклассическое приближение. Квазиклассическая волновая функция, граничные условия. Правило квантования Бора-Зоммерфельда.
18. Общий формализм углового момента.
19. Спин частицы. Частица со спином  $1/2$ , спиноры. Оператор спина, матрицы Паули.
20. Принцип неразличимости тождественных частиц. Симметрия волновой функции по отношению к перестановкам частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
21. Принципы статистического описания классических систем. Эргодическая гипотеза, статистические свойства наблюдаемых аддитивных величин, понятие равновесного состояния
22. Теорема Лиувилля, микроканоническое распределение замкнутых систем. Уравнение состояния идеального газа.
23. Энтропия равновесных и неравновесных систем, адиабатическая теорема, энтропия идеального газа, термодинамический предел.
24. Статистическая интерпретация и способы вычисления через число микросостояний интенсивных термодинамических параметров – температура, давление, химический потенциал.
25. Открытые системы с постоянной температурой – каноническое распределение Гиббса. Большое каноническое распределение и большой термодинамический потенциал.
26. Термодинамические следствия канонического распределения, начала термодинамики, их статистическая интерпретация, экстремальный принцип термодинамики.
27. Вырожденный идеальный газ. Принцип неразличимости тождественных частиц и критерий квантовости газа. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
28. Уравнение состояния квантовых газов. Термодинамические свойства Ферми- газа. Термодинамические свойства Бозе- газа, конденсация Бозе-Эйнштейна.
29. Системы слабозаимодействующих частиц. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.

30. Осцилляторные системы – термодинамика кристаллической решетки в фононной модели.

## 1. Профильная программа

1. Основные свойства атомных ядер: состав, масса, энергия связи, энергия отделения, заряд, спин, магнитный момент, радиус и форма, квадрупольный электрический момент, четность, изотопический спин. Свойства ядерных сил.
2. Модели ядер. Гидродинамическая модель. Модель Ферми – газа. Модель оболочек. Обобщенная модель ядра.
3.  $\alpha$  - распад. Законы сохранения при  $\alpha$  - распаде.
4.  $\beta$ -распад.
5. Классификация ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях: энергии, импульса, момента количества движения, четности, изоспина.
6. Ядерные реакции с образованием составного ядра.
7. Линейная передача энергии, поглощенная доза.
8. Нормируемые дозиметрические величины.
9. Операционные дозиметрические величины.
10. Доза нейтронов в биологической ткани.
11. Физико-химические свойства водных растворов: рН, кислотно-основное равновесие, буферные системы, гидрофильность и гидрофобность, электролиты. Методы фракционирования молекул/частиц: электрофорез, ультрацентрифугирование, хроматография.
12. Химическая термодинамика. Основы кинетики химических реакций, катализ, ферменты. Сопряжение химических реакций. Основные энергетические процессы в живых системах.
13. Метаболизм основных классов биомолекул. Катаболизм и анаболизм, промежуточный метаболизм. Регуляция метаболических процессов.
14. Структура биомолекул, ее уровни: физические взаимодействия, обеспечивающие молекулярное узнавание и формирование высших уровней структуры. Физико-химические и спектральные свойства биомолекул, методы их выделения и анализа.
15. Генетическая информация и принципы ее реализации; матричный синтез биополимеров; организация генов прокариот и эукариот; регуляция экспрессии генов. Метод рекомбинантных ДНК. Секвенирование.
16. Молекулярная биология клетки: строение клеток; биологические мембраны, их структура и функции; органеллы клеток эукариот, их функции; цитоскелет. Клеточные сигнальные системы.
17. Плазма в потенциальном поле. Распределение Больцмана.
18. Описание стационарного газового разряда в диффузионном режиме.
19. Скорость диамагнитного дрейфа. Диамагнетизм плазмы.
20. Квазинейтральность плазмы в магнитном поле. Диффузия и подвижность. Амбиполярный режим.
21. Движение полностью ионизованной плазмы в магнитном поле.
22. Проводимость плазмы в высокочастотном поле. Распространение поперечных волн в плазме без магнитного поля.
23. Распространение малых возмущений в газе. Фазовая и групповая скорость звука. Колебания звезд. Сейсмология Солнца.
24. Распространение возмущений с учетом самогравитации газа. Критерий неустойчивости Джинса. Фрагментация коллапсирующих облаков. Протозвезды.
25. Гравитационный коллапс сферического облака. Время свободного падения газа. Начальная и заключительная стадия коллапса.

26. Разрывные течения газа. Граничные условия на разрыве. Классификация разрывов. Ударные волны и контактные разрывы. Ударные волны от вспышки сверхновых, автомодельное решение Седова-Тейлора.
27. Равновесное тепловое излучение. Формула Планка для интенсивности и плотности числа фотонов. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Реликтовое излучение.
28. Теория космического радиоизлучения. Тормозное излучение плазмы. Магнитотормозное излучение. Синхронное излучение релятивистских электронов. Время высвечивания. Обратный Комптон-эффект.
29. Эффект Холла и магнетосопротивление в теории металлов Друде.
30. Теплоемкость решетки. Модели Эйнштейна и Дебая. Колебания трехмерных решеток. Акустические и оптические моды. Квантование колебаний решетки. Фононы.
31. Экситоны. Энергия связи и боровский радиус экситона. Экситоны в наноструктурах.
32. Взаимодействие электронов с оптическими фононами. Гамильтониан Фрелиха. Поляроны.
33. Сегнетоэлектрики. Классификация сегнетоэлектрических кристаллов. Фазовые переходы первого и второго рода в сегнетоэлектриках. Сегнетоэлектрические домены.
34. Ферромагнитный порядок. Магнитная структура ферромагнетика и антиферромагнетика. Магноны. Ферромагнитные домены.

### ***Основная литература***

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Квантовая механика (нерелятивистская теория) – М.: Наука, 1989
2. А.С. Давыдов. Квантовая механика – М.: Наука, 1973
3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика. Части 1 и 2.– М.: Наука, 1995 г.
4. Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. Физическая кинетика. М.: Наука, 1979.
5. Сборник задач по теоретической физике. – Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич О.Ф. и др.- М.: Высшая школа, 1984 г.
6. К.Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика [в 3 т.]. Изд. 6-е, испр. и доп. СПб, 2008.
7. В.И. Иванов. Курс дозиметрии. М. Атомиздат, 2001.
8. Б. Альбертс, Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. т. 1-3 — М.: Мир, 1994
9. А.Г. Стромберг, Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 2001.
10. А. Ленинджер. Основы биохимии. т. 1-3 — М.: Мир, 1980.
11. Е.Ю. Перлин, Т.А. Вартамян, А.В. Федоров. Физика твердого тела. Оптика полупроводников, диэлектриков, металлов. СПб. РИО СПбГУ ИТМО. 2008.
12. А.И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников. М. Наука. 2010.
13. И.П. Ипатова. Квантовая теория твердых тел. СПб. СПбГПУ. 2008.
14. В.Е. Голант, А.П. Жилинский, И.Е. Сахаров. Основы физики плазмы. Спб. Лань. 2011
15. С.В. Мирнов. Энергия из воды. М. Тривант.2008
16. Н.Г. Бочкарев. Основы физики межзвездной среды. Москва. 2010.
17. А.В. Засов, Постнов К.А. Общая астрофизика. 2006.

### ***Дополнительная литература***

1. З. Флюгге. Задачи по квантовой механике – М.: Мир, 1974, т. 1 и 2
2. М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган. Задачи по квантовой механике – М.: Наука, 1992
3. И.А. Квасников. Термодинамика и статистическая физика. Части 1, 2. Изд. МГУ, 1987 г.
4. А.И. Ансельм. Основы статистической физики и термодинамики. Изд. Лань, 2007 г.
5. Л. Валантен. Субатомная физика: ядра и частицы. Том 1,2. М., 2000.
6. П.Э. Немировский. Современные модели атомного ядра. Атомиздат, 2002.
7. И.Е. Иродов Сборник задач по атомной и ядерной физике. Атомиздат,2003.

8. А.Б. Рубин. Биофизика. Учебник для вузов. т. 1,2. - М.: Книжный дом «Университет», 2000.
9. Я. Кольман, Рём К. Наглядная биохимия. – М.: Мир, 2000.
10. В.Н. Рыбчин. Основы генетической инженерии. СПб, 2-е изд., СПбГТУ, 1999.
11. Ч. Киттель. Квантовая теория твердых тел. М. Наука. 1967.
12. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. Т. 1,2. М. Мир. 1979.
13. Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. М. Физматлит. 2005.
14. В.А. Рожанский. Теория плазмы. Спб. Лань. 2012.
15. А.А.Кудрявцев, А.С. Смирнов, Л.Д. Цендин. Физика тлеющего разряда. Спб. Лань. 2011.