



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»**

Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова
Национального исследовательского центра
«Курчатовский институт»

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИЦ

«Курчатовский институт» - ИФВЭ



С.В. Иванов С.В. Иванов

« 15 » *апреля* 2023 г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний для поступающих на обучение по программам
подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по специальной дисциплине

Группа научных специальностей: **1.3. Физические науки**

Научная специальность: **1.3.3. Теоретическая физика**

Согласовано:

Ученый секретарь

Н.Н. Прокопенко

Н.Н. Прокопенко

Согласовано:

Заведующий аспирантурой

Е.Е. Васильева

Е.Е. Васильева

Протвино 2023 г.

Форма проведения вступительного испытания: устное собеседование по билетам - ответы на вопросы и обсуждение реферата по специальной дисциплине, соответствующей избранной научной специальности (Приложения 1 и 2) или обсуждение одной из опубликованных научных работ (статей) или одного из изобретений.

Для подготовки ответов поступающий заполняет и использует экзаменационные листы и протокол вступительного испытания.

Билет 1.

1. Принцип линейной суперпозиции состояний. Состояния физической системы как векторы гильбертова пространства.
2. Условия применимости борновского приближения в задаче потенциального рассеяния.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 2.

1. Вывод соотношения неопределенности общего вида. Соотношение неопределенности Гейзенберга.
2. Метод Хартри-Фока.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 3.

1. Основные свойства решений одномерного стационарного уравнения Шредингера для частицы в поле. Дискретный и сплошной спектры. Число узлов волновой функции связанного состояния.
2. Принцип Паули. Общая схема квантовой теории атома.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 4.

1. Стационарная теория возмущений. Поправка первого порядка к энергии в невырожденном и вырожденном случаях.
2. Уравнение Томаса-Ферми. Решение уравнения Томаса-Ферми для нейтрального атома и положительного иона.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 5.

1. Движение в центральном поле. Собственные функции оператора углового момента. Радиальное уравнение Шрёдингера.
2. Соотношение неопределенностей энергия-время.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 6.

1. Частица в периодическом поле. Трансляционная симметрия. Теорема Блоха. Вырождение уровней энергии. Нормировка блоховских функций.
2. Матрица плотности.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 7.

1. Уравнение Эренфеста для средних значений физических величин. Первая и вторая теоремы Эренфеста.
2. Гармонический осциллятор. Плоский и пространственный ротатор. Волновые функции, уровни энергии.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 8.

1. Спин. Тонкая структура атомных уровней.
2. Физическая интерпретация коэффициентов разложения по собственным векторам. Среднее значение физической величины
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 9.

1. Сложение моментов.
2. Квазиклассическое приближение в одномерном случае.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 10.

1. Собственные функции одномерного оператора Гамильтона свободной частицы. Спектр гамильтониана свободной частицы. Монохроматическая плоская волна. Волновой пакет и движение свободной частицы.
2. Туннельный эффект.

3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 11.

1. Резонансное рассеяние. Формула Брейта-Вигнера.
2. Понятия вероятности, плотности вероятности. Понятие состояния квантовой системы и волновой функции. Чистые и смешанные состояния. Физический смысл волновой функции. Операторы физических величин. Вероятностное толкование результатов измерения физических величин.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 12.

1. Движение в магнитном поле. Нормальный и аномальный эффекты Зеемана.
2. Вариационный принцип Релея-Ритца. Пример использования вариационного принципа Релея-Ритца. Водородоподобный атом. Теорема вириала.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 13.

1. Временное уравнение Шредингера. Уравнение непрерывности. Плотность вероятности. Плотность тока вероятности.
2. Эффект Штарка. Квадратичный эффект Штарка для невырожденного уровня. Линейный эффект Штарка для вырожденного уровня.
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 14.

1. Самосопряженные операторы и их свойства. Примеры самосопряженных операторов. Унитарные преобразования. Собственные функции и собственные числа операторов. Свойства собственных функций и собственных чисел самосопряженных операторов.
2. Гамильтониан многочастичной системы. Волновая функция многочастичной системы. Системы тождественных частиц. (Бозе- и Ферми-статистики).
3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 15.

1. Эксперименты, лежащие в основе квантовой механики: Излучение абсолютно черного тела, опыты Франка-Герца, Штерна-Герлаха, Комптона, Девиссона-Джермера.
2. Рассеяние заряженных частиц атомами.

3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Билет 16.

1. Матрица рассеяния. Условие унитарности для амплитуды рассеяния в импульсном пространстве и для парциальных волн. Учет неупругих процессов.

2. Атом гелия. Основное и возбужденные состояния. Обменное взаимодействие. Пара- и ортогелий.

3. Обсуждение реферата или опубликованной научной статьи, изобретения.

Основная литература:

1. Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики. Наука, М., 1979.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика, Наука, М., 1974.
3. Давыдов А.С. Квантовая механика. Наука, М., 1973.
4. Вигнер Е. Теория групп и ее приложение к квантовой механике. ИЛ, М., 1961.
5. Тейлор Д. Теория рассеяния. Мир, М., 1975.
6. Мессиа А. Квантовая механика. Т. 1, 2. Наука, М., 1978.

Дополнительная литература:

1. Паули В. Общие принципы волновой механики. ГИТЛ, М., 1947.
2. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. Наука, М., 1976.
3. Бете Г., Солпитер Э. Квантовая механика атомов. ГИФМЛ, 1960.
4. Шифф Л. Квантовая механика. ИЛ, 1958.
5. Флюгге З. Задачи по квантовой механике. Т. 1, 2. Наука, М., 1974.
6. Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. Квантовые поля. Наука, М., 1993.

Требования к реферату по избранной научной специальности

Реферат – это краткое письменное изложение литературного источника, научной работы либо результатов научных исследований. Доклад на конкретную тему, который включает обзор использованных источников. Назначение работы научно-информационное. Требованиями, которых необходимо придерживаться при написании, являются полнота изложения, информативность, объективность и достоверность зафиксированных положений из первоисточника, корректная оценка материала.

Выполняется в случае отсутствия у поступающего научных работ, изобретений и отчетов по научно-исследовательской работе.

Тема реферата согласовывается с предполагаемым научным руководителем.

Реферат содержит три главные части: введение, основную часть и заключение. Его структура также обязательно содержит список использованных для подготовки литературных и прочих источников. Такой элемент как приложение использовать необязательно. Текст должен быть лаконичным, четким, отличаться убедительными формулировками и отсутствием второстепенных сведений.

Объем реферата – от 15 до 20 страниц напечатанного текста. Шрифт Times New Roman, 14 кегль, полуторный межстрочный интервал. Поля: 3 см с левого края, 1,5 см - с правого края, по 2 см сверху и снизу листа.

Образец оформления титульного листа реферата

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Институт физики высоких энергий
имени А.А. Логунова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
(НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ)

Вступительный реферат для приема
на обучение по программе подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре
по специальной дисциплине _____

Тема реферата

Выполнил:
И.И. Петров

Протвино, год