



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

2017 г.



ПРОГРАММА

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

Направление подготовки: **03.06.01 – Физика и астрономия**

Направленность (профиль) подготовки:

Теоретическая физика

Согласовано:

Заместитель директора по научной работе _____ А.М. Зайцев

Согласовано:

Заведующий аспирантурой _____ А.А. Соколов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании ученого совета:

протокол № 3 от 19.09. 2017 г.

Секретарь ученого совета _____ Н.Н. Прокопенко

Протвино 2017 г.

Форма проведения вступительных испытаний: собеседование по вопросам.

Для подготовки ответов поступающий использует экзаменационные листы.

1.

1. Принцип линейной суперпозиции состояний. Состояния физической системы как векторы гильбертова пространства.
2. Условия применимости борновского приближения в задаче потенциального рассеяния.

2.

1. Вывод соотношения неопределенности общего вида. Соотношение неопределенности Гейзенберга.
2. Метод Хартри-Фока.

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.

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.

5.

1. Движение в центральном поле. Собственные функции оператора углового момента. Радиальное уравнение Шредингера.
2. Соотношение неопределенностей энергия-время.

6.

1. Частица в периодическом поле. Трансляционная симметрия. Теорема Блоха. Вырождение уровней энергии. Нормировка блоховских функций.
2. Матрица плотности.

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.

8.

1. Спин. Тонкая структура атомных уровней.
2. Физическая интерпретация коэффициентов разложения по собственным векторам. Среднее значение физической величины

9.

1. Сложение моментов.
2. Квазиклассическое приближение в одномерном случае.

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.

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.

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.

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.

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).

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.

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.

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.