

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИАТЭ НИЯУ МИФИ

_____ Т.А. Осипова

Программа вступительного испытания

по направлению подготовки магистров

03.04.02 «ФИЗИКА»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отделения биотехнологий
ИАТЭ НИЯУ МИФИ

_____ А.А. Котляров

Обнинск 2019

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 2 вопросов, которые выбираются из перечня вопросов программы вступительного испытания.

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

1. Основы молекулярной физики и термодинамики

Различные формы записи уравнения состояния идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики.

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия ван-дер-ваальсовского газа.

Распределение молекул по компонентам скорости. Средняя энергия молекул.

Распределение Максвелла. Средняя арифметическая, средняя квадратичная и наиболее вероятная скорости молекул.

Экспериментальное определение скоростей молекул и атомов. Распределение Больцмана.

Основные законы (начала) термодинамики.

КПД тепловой машины. КПД цикла Карно. Теорема Карно.

Типы твердых тел. Физические типы кристаллических решеток.

Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти.

Средняя длина свободного пробега молекул. 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. Электричество и магнетизм

2.1. Электростатика

Энергия взаимодействия системы зарядов. Потенциал системы зарядов на расстояниях, больших по сравнению с размерами системы.

Дипольный электрический момент системы зарядов. Свойство дипольного момента электронеutralной системы.

Диполь. Поле диполя.

Диполь во внешнем однородном и слабо неоднородном электрическом поле: сила, действующая на диполь; момент сил, действующих на диполь; энергия диполя в этом поле.

Виды диэлектриков. Связь между поляризованностью диэлектрика и объемной плотностью связанных зарядов.

Связь между поляризованностью диэлектрика и поверхностной плотностью связанных зарядов.

Емкость. Конденсаторы. Емкость плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов.

2.2. Постоянный электрический ток

Электрический ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности.

Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа (с примером их использования).

2.3. Магнитостатика

Индукция магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа.

Принцип суперпозиции магнитных полей.

Поле в центре и на оси кругового тока.

Сила, действующая на заряд, движущийся в магнитном поле. Сила Лоренца.

Дипольный магнитный момент контура с током.

Контур с током в однородном магнитном поле: сила и вращательный момент, действующие на контур, энергия контура.

Теорема Стокса.

Физическая интерпретация теорем векторного анализа:
 $\operatorname{div}(\operatorname{rot} a) = 0, \operatorname{rot}(\operatorname{grad} f) = 0.$

Циркуляция и ротор магнитного поля H и B .

Циркуляция и ротор электрического поля E и D .

Намагниченность магнетика. Связь намагниченности с плотностью молекулярных токов.

Магнитная проницаемость вещества. Виды магнетиков: диа-, пара-, и ферромагнетики.

2.4. Электродинамика

Колебательный RLC-контур.

Резонанс токов и напряжений в колебательном контуре. Добротность.

Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.

Уравнения Максвелла в интегральной форме. Следствие из уравнений Максвелла (волновое уравнение)

3. Волны и оптика

3.1. Механические волны

Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения. Добротность колебательной системы.

Вынужденные колебания. Резонанс. Затухающие колебания.

Уравнение бегущей волны. Вывод волнового уравнения.

Плоские и сферические волны (без затухания и с затуханием).

Стоячие волны в струне с двумя закрепленными концами.

Волновое уравнение для звука в газе. Скорость звука в газе.

Связь избыточного давления с интенсивностью звуковой волны в газе.

Эффект Доплера для звуковых волн.

Волновое уравнение для продольных упругих волн в тонком стержне. Скорость продольных и поперечных упругих волн в тонком стержне.

Плотность энергии в упругой волне.

3.2. Геометрическая оптика и фотометрия

Оптическая плотность среды (коэффициент преломления).

Законы отражения и преломления.

Коэффициенты отражения и прохождения электромагнитных волн. Оптическая длина пути. Принцип Ферма.

Поток энергии и световой поток.

Кривая относительной спектральной чувствительности глаза.

Сила света и освещенность. Светимость и яркость. Ламбертовский источник.

4. Основы атомной физики

Испускательная и поглощательная способности тел. Закон Кирхгофа.

Связь плотности энергии теплового излучения с энергетической светимостью абсолютно черного тела.

Закон Стефана-Больцмана. Формула Планка.

Тормозное рентгеновское излучение.

Фотоэффект.

Опыт Боте. Фотоны.

Эффект Комптона.

Опыты по рассеянию α -частиц. Формула Резерфорда.

Гипотеза де-Бройля. Экспериментальные основания квантовой механики.

Теория Бора атома водорода. Недостатки теории Бора.

Элементарная боровская теория водородоподобного атома.

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

Уравнение Шредингера. Физический смысл и свойства пси-функции.

Частица в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме. Результаты квантовой механики для атома водорода.

Собственный механический и магнитный моменты электрона. Магнетон Бора.

Магнитный момент атома. Эффект Зеемана.

Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек атома. Электронные конфигурации.

Характеристические рентгеновские спектры.

Тонкая структура головной линии К-серии рентгеновского излучения. Закон Мозли.

Теплоемкость кристаллической решетки. Фононы.

Распределение Бозе-Эйнштейна.

Модель свободных электронов. Распределение Ферми-Дирака.

Энергия Ферми свободных электронов в кристалле.

Энергетические зоны в кристаллах. Диэлектрики, металлы, полупроводники.

Состав и характеристика атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Природа ядерных сил.

Радиоактивность. Ядерные реакции. Деление ядер. Термоядерные реакции.

5. Физика атомного ядра и элементарных частиц

Фундаментальные взаимодействия и классы элементарных частиц.

Ионизационные потери энергии заряженных частиц. Зависимость удельных ионизационных потерь от параметров частицы и характеристик среды.

Кривые Брегга, Ландау. Стратлинг при пробеге. Пробег частиц разных энергий. Многократное рассеяние заряженных частиц.

Движение заряженных частиц в поперечном магнитном поле. Синхротронное излучение и его свойства.

Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Зависимость сечений взаимодействия (фото-, комптон-, рождение пар) от энергии частицы и параметров среды.

Радиационное торможение заряженных частиц. Зависимость сечения тормозного излучения от энергии, массы и заряда частицы, от параметров среды.

Измерение масс ядер с помощью масс-спектрометра. Изотопы.

Методы измерения электрического заряда.

Энергия связи ядер. Удельная энергия связи. Зависимость удельной энергии от массового числа A . Выделение энергии в реакциях деления и синтеза.

Капельная модель ядра. Формула для вычисления энергии связи ядер $E_{св}(A,Z)$. Оболочечная модель ядра.

Ядерные реакции: порог, энергия возбуждения. Типы реакций. Барьеры при осуществлении ядерных реакций (кулоновский, центробежный, квантовый).

Длина взаимодействия. Каналы реакций. Геометрическое сечение взаимодействия. Импульсная диаграмма для упругого рассеяния частиц.

Метаустойчивое состояние ядер. Гамма-излучение ядер. Явление внутренней конверсии.

Альфа-радиоактивность: основные закономерности, тонкая структура альфа-спектров.

Слабое взаимодействие. Три вида бета-распада. Энергетическое условие осуществления бета-распада. Разрешенные и запрещенные переходы. Бета-спектр.

Характеристики нейтронов. Качественные закономерности процессов замедления, диффузии. Особенности процессов замедления нейтронов на легких и тяжелых ядрах. Методы регистрации одиночных нейтронов и больших потоков нейтронов. Получение нейтронов разных энергий.

Физика деления ядер. Особенности деления ядер урана-235 и урана-238 под действием нейтронов разных энергий. Запавдывающие нейтроны и их роль в управлении реактором. Цепная ядерная реакция. Ядерный реактор.

Поглощенная, экспозиционная, эквивалентная и эффективная дозы.

6. Теория вероятностей и математическая статистика

Определение и свойства условной вероятности. Вероятность произведения событий. Независимость событий.

Формула полной вероятности. Формулы Байеса.

Независимость событий. Последовательность независимых событий.

Схема Бернулли. Вероятность заданного числа успехов в схеме Бернулли.

Определение случайной величины. Функция распределения случайной величины, её свойства.

Дискретная случайная величина, абсолютно непрерывное распределение, примеры.

Математическое ожидание случайной величины. Свойства математического ожидания.

Дисперсия случайной величины. Начальные и центральные моменты случайной величины. Ковариация, коэффициент корреляции.

Независимость случайных величин. Функции от случайных величин. Распределение суммы независимых случайных величин.

Теорема Пуассона.

Центральная предельная теорема для суммы независимых одинаково распределённых

случайных величин.

Метод наименьших квадратов для простой линейной регрессии.

Распределения хи-квадрат, Стьюдента и Фишера.

Построение доверительного интервала для математического ожидания нормального распределения при известной дисперсии.

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. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Т.1 и Т.2. М.: Энергоатомиздат, 1993.
5. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике: Для инженеров и учащихся втузов. / 13-е изд., испр. - М.: Наука, 1986.
6. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике / 12-е изд. - М.: Наука, 1977.
7. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: Учеб. для спец. вузов / 6-е изд., стереотип. - М.: Наука, 1987.
8. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики: Учеб. пособие для вузов / 5-е изд., стереотип. - М.: Наука, 1977.