

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор НИЯУ МИФИ
_____ В.В. Ужва

СОГЛАСОВАНО
Ответственный секретарь
приемной комиссии
_____ В.И. Скрытный

Программа вступительного испытания

по направлению подготовки магистров
12.04.05 «ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Форма обучения
Очная

Москва 2016

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.

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. Уравнение адиабаты идеального газа. Работа, совершаемая идеальным газом при политропическом и адиабатическом процессе. Физический смысл энтропии идеального газа.

Число ударов молекул газа о стенку. Газокинетический вывод выражения для давления газа на стенку. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.

Распределение Максвелла. Наиболее вероятная скорость молекул, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости молекул. Распределение Больцмана.

Распределение молекул по координатам. Барометрическая формула.

КПД тепловой машины. КПД цикла Карно. Теорема Карно.

2. Основы электромагнетизма

Линии напряженности электрического поля и эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и потенциалом. Работа силы электрического поля. Потенциал.

Дипольный электрический момент. Поле электрического диполя.

Поле вне и внутри объемно заряженного шара. Поле одной и двух заряженных плоскостей.

Емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Плотность энергии.

Сила и плотность тока. Закон Ома и закон Джоуля-Ленца. Мощность тока. Удельная тепловая мощность тока.

Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Сила Лоренца. Сила, действующая на заряд, движущийся в магнитном поле.

Закон Био-Савара-Лапласа. Поле в центре и на оси кругового тока. Поле бесконечного прямого тока. Контур с током в магнитном поле (вращательный момент, энергия, сила).

Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Э.Д.С. индукции.

Индуктивность соленоида. Энергия магнитного поля

3. Основы квантовой физики, строения вещества,

атомной и ядерной физики

Экспериментальные законы теплового излучения (Стефана-Больцмана, Вина).

Формула Планка. Вывод закона Стефана-Больцмана из формулы Планка.
Фотоэффект. Уравнение А.Эйнштейна для фотоэффекта.
Опыт Боте. Фотоны.
Эффект Комптона.
Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.
Элементарная боровская теория водородоподобного атома.
Гипотеза де-Бройля. Экспериментальные основания квантовой механики.
Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка размеров и минимальной энергии водородоподобного атома.
Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка минимальной энергии одномерного гармонического осциллятора.
Уравнение Шредингера. Физический смысл и свойства пси-функции.
Результаты квантовой механики для одномерного гармонического осциллятора.
Результаты квантовой механики для водородоподобного атома.
Результаты квантовой механики для атома с произвольным количеством электронов, приближения LS и jj связи. Правила отбора для радиационных переходов
Собственный механический и магнитный моменты электрона. Магнетон Бора.
Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек атома. Электронные конфигурации.
Эффекты Штарка и Зеемана
Электронная, колебательная и вращательная энергии двухатомной молекулы, систематика спектров поглощения и излучения двухатомной молекулы.
Комбинационное рассеяние света. Эффект Рамана.
Энергетические зоны в твердых телах. Металлы, диэлектрики и полупроводники.
Собственные и примесные полупроводники. Равновесная концентрация носителей заряда. Ее зависимость от температуры.
Электронная и дырочная проводимость. Подвижность носителей заряда.
Температурная зависимость проводимости.

4. Высшая математика

Понятие производной функции. Основные правила дифференцирования функций.
Нахождение экстремумов функции.
Понятие матрицы. Определитель матрицы и его вычисление. Нахождение матрицы, обратной данной.

Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Методы решения СЛАУ: метод Гаусса, метод Крамера. Критерий существования нетривиального решения системы однородных линейных алгебраических уравнений.

Понятие первообразной функции. Вычисление неопределенных и определенных интегралов, в т.ч. несобственных.

Понятие числового ряда. Признаки сходимости числовых рядов. Разложение функции в ряд Тейлора.

Понятия градиента функции, дивергенции, ротора и циркуляции векторного поля. Теоремы Остроградского-Гаусса и Стокса.

Понятие обыкновенного дифференциального уравнения. Типы ОДУ первого порядка и методы их решения: уравнение с разделяющимися переменными, однородное ОДУ, уравнение в полных дифференциалах, уравнения, не разрешенные относительно производной.

Линейное дифференциальное уравнение произвольного порядка с постоянными коэффициентами. Методы его решения.

Система линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Методы её решения. Особые точки системы.

Гармонический анализ функций. Ряды Фурье.

Профиль «ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА»

1. Основы физической оптики

Уравнения Максвелла. Материальные уравнения. Волновое уравнение. Приближение плоских волн. Фазовая скорость света.

Эффект Доплера для звуковых и световых волн.

Приближения геометрической оптики. Уравнение эйконала. Основные свойства лучей, законы отражения и преломления

Интерференция света. Двухлучевые интерферометры. Многолучевая интерференция.

Интерферометр Фабри-Перо.

Когерентность световых полей. Временная и пространственная когерентность. Теорема Ван-Циттерта – Цернике.

Дифракция света. Скалярная теория дифракции. Дифракционные решетки

Оптические волны в анизотропной среде. Двухлучепреломление и оптическая активность. Одноосные и двуосные кристаллы.

2. Основы теории колебаний

Основной постулат классической механики. Функция Лагранжа. Уравнения Лагранжа. Обобщенные координаты. Кинетическая и потенциальная энергии, силы сопротивления, диссипационная функция Рэлея. Условия применимости линейной теории колебаний.

Колебания в одномерных консервативных системах, затухающие, нарастающие колебания. Фазовые диаграммы. Спектры колебаний.

Вынужденные колебания, методы их анализа. Развитие колебаний. Резонанс.

Многомерные консервативные системы. Нормальные координаты, типы колебаний (моды), собственные частоты. Открытый оптический резонатор в приближении плоских волн.

Нелинейные системы. Ангармонизм колебаний. Особенности резонансов.

Автоколебания, классификация генераторов. Метод медленно меняющихся амплитуд и фаз. Условие возникновения и процесс развития генерации лазера.

Параметрически возбуждаемые колебания. Причины установления конечной амплитуды колебаний. Параметрические усилители.

3. Физические основы лазеров

Спонтанные и вынужденные переходы в квантовых системах.

Уширение спектральных линий..

Эффект насыщения усиления при однородном и неоднородном уширении линий.

Модуляция добротности. Принцип, динамика гигантского импульса.

Методы модуляции добротности.

Синхронизация мод. Принцип. Синхронизация мод в лазерах с однородно и неоднородно уширенными переходами.

Методы синхронизация мод.

4. Лазеры

Квантовый генератор. Условия возбуждения. Частота генерации. Спектральная ширина линии генерации.

Твердотельные лазеры на ионах хрома.

Твердотельные лазеры на ионах неодима.

Ион-ионное взаимодействие в активных средах твердотельных лазеров.

Концентрационное тушение. Сенсбилизация. Разгрузка нижних рабочих уровней.

Увеличение КПД твердотельных лазеров. Твердотельные лазеры в области 2-х и 3-х микрон.

Твердотельные лазеры на вибронных переходах. Лазеры на александрите, изумруде, редкоземельных галлиевых и скандиевых гранатах. Титан-сапфировый лазер.

Лазеры на растворах органических красителей.

Методы накачки газовых лазеров. Основные особенности газовой активной среды.

Электрический разряд. Возбуждение при столкновении с электронами, тяжелыми частицами. Резонансные и нерезонансные столкновительные реакции.

Газодинамическое, химическое, оптическое возбуждение. Фотодиссоциация.

Лазеры на инертных газах. He-Ne лазер. Механизм возбуждения и образования инверсии. Лазеры на сжатых инертных газах.

Лэмбовский провал. Лазеры с нелинейно поглощающей ячейкой внутренней и внешней. Стабилизация частоты излучения с использованием поглощающей ячейки.

Молекулярные газовые лазеры.

Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М., Наука, 1970.
2. Гудмен Дж. Введение в Фурье-оптику. М., Мир, 1970.
3. Сивухин Д.В. Оптика. М., Физматлит, 2006.
4. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. М., Изд-во МГУ, 1998
5. Звелто О. Принципы лазеров, М., 2008
6. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике, М., “Наука”, 1988.
7. Ярив А. Квантовая электроника и нелинейная оптика. М., Сов. радио, 1980
8. Собельман И.И. Введение в теорию атомных спектров. М.: Наука, 1977, 319 с.
9. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Атомная спектроскопия. М.: URSS, 2007, 416 с.
10. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Молекулярная спектроскопия. М.: URSS, 2007.
11. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука, 1987.
12. В. Демтрёдер. Лазерная спектроскопия. М.: Наука, 1985.
13. Андронов А.А. Теория колебаний. М.: Наука, 1981.
14. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, т.1, Механика. М, Наука, 1988, 2001.
15. Мигулин В.В. и др. Основы теории колебаний. – М, Наука, 1988, 1978.