

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИОФ РАН, академик

_____ И.А.Щербаков

« ____ » _____ 2015 г.

ПРОГРАММА

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

Укрупнённая группа направлений подготовки: "Физика и астрономия" (03.06.01)

Специальность: 01.04.21 Лазерная физика

Форма проведения вступительных испытаний:

_____ Вступительные испытания проводятся в устной форме. Для подготовки ответов поступающий использует экзаменационные листы.

1. Основные процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом

Основные процессы, возникающие при взаимодействии излучения малой интенсивности с атомарными частицами. Свободный электрон в поле волны. Возмущение структуры атомарных частиц под действием поля лазерного излучения. Многофотонные процессы и фундаментальные законы квантовой физики. Многофотонное возбуждение атомарных частиц. Теория процесса нелинейной ионизации атомарных частиц. Нерезонансный процесс многофотонной ионизации атомарных частиц. Резонансный процесс ионизации атомарных частиц. Туннельная ионизация атомарных частиц. Нелинейное рассеяние лазерного излучения атомами. Давление лазерного излучения на атомарные частицы. Ориентация молекул в поле лазерного излучения. Диссоциация молекул в поле лазерного излучения. Образование плазмы при взаимодействии лазерного излучения с газом.

2. Основные понятия квантовой механики

Уравнение Шредингера и интерпретация волновой функции. Фотоэффект в атомах. Поверхностный и объемный фотоэффект в металлах. Многофотонное возбуждение и ионизация атомов. Составные матричные элементы, динамический эффект Штарка, динамическая поляризуемость атома. Двухуровневая система в резонансном поле. Приближение вращающейся волны. Частота и осцилляции Раби.

3. Самовоздействие излучения с веществом

Эффекты самовоздействия света с веществом, фазовая самомодуляция. Нелинейное взаимодействие интенсивного излучения с веществом. Нелинейная зависимость поляризации от напряженности поля световой волны. Нелинейная восприимчивость. Электронная нелинейная восприимчивость, эффект керровской линзы, электронный эффект Керра, ориентационный эффект Керра. Электрострикция, электрокалорический эффект, тепловой эффект. Вынужденные рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР). Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ). Нелинейная рефракция. Самофокусировка лазерного излучения. Критическая мощность самофокусировки, длина самофокусировки. Самомодуляция лазерного излучения в нелинейных средах.

4. Лазеры

Базовая схема лазера. Активная среда, инверсная населенность. Системы уровней энергии. Трехуровневая схема лазерной генерации, четырехуровневая схема. Самоограниченный переход, его особенности. Процессы накачки: электронный удар, химическая, газодинамическая, оптическая. Особенности и отличия оптической накачки с помощью инжекционных лазеров от ламповой накачки. Оптические резонаторы. Виды резонаторов. Устойчивые резонаторы, диаграмма устойчивости реального резонатора. Плоскопараллельный резонатор, концентрический резонатор, конфокальный и полуконфокальный резонатор.

5. Генерация коротких импульсов

Принципы генерации УКИ. Метод синхронизации мод (активной и пассивной). Механизмы действия быстрого и медленного насыщающегося поглотителя. Искусственный (безынерционный) поглотитель. Когерентность пространственная и временная, методы измерения и примеры использования лазерных источников с различной степенью когерентности. Особенности временной когерентности излучения лазеров фемтосекундных импульсов непрерывного действия. Нелинейные эффекты самовоздействия интенсивных импульсов в среде.

6. Лазерная спектроскопия

КАРС спектроскопия. Спектроскопия двухфотонного поглощения в средах с центром и без центра симметрии. Спектроскопия СКР и ВКР-усиления (ослабления) в средах с центром и без центра симметрии.

7. Основы волоконной оптики

Структура, основные параметры и типы волоконных световодов Фоточувствительность волоконных световодов и волоконные решётки показателя преломления Нелинейные явления в волоконных световодах Вынужденное комбинационное (Рамановское) рассеяние света в стеклянных волоконных световодах Явление электрострикции в волоконных световодах. Основные применения волоконных световодов.

8. Основы физики поверхности

Чистые поверхности. Поверхность металлов и полупроводников. Поверхностные состояния. Основные экспериментальные методы анализа поверхности в сверхвысоком вакууме. Сканирующая туннельная микроскопия/спектроскопия и ее возможности.

9. Наноструктуры

Что такое наноструктуры, их классификация, самые общие свойства, способы изготовления. Полупроводниковые квантовые ямы. Полупроводниковые квантовые нити и точки. Наноструктуры на основе углерода (фуллерены, нанотрубки). Способы экспериментального исследования наноструктур (оптика, магнитооптика, электронная и СТМ микроскопия).

10. Тепловое действие лазерного излучения

Термоупругие деформации, создаваемые лазерным излучением. Влияние фазовых переходов «твёрдое тело–жидкость» на динамику лазерного нагрева. Стимулированные лазерным излучением гетерогенные химические реакции. Лазерная очистка. Лазерное зажигание металлов. Лазерная абляция. Лазерохимическое осаждение вещества из газовой фазы (LCVD).

Литература:

1. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. М., Наука, 1989.
2. Делоне Н.Б., Крайнов В.П. Нелинейная ионизация атомов лазерным излучением. М., Физматлит, 2001.
3. А.С. Давыдов, Квантовая механика, М.: НАУКА, ФИЗМАТГИЗ: М., 1963
4. О.Звелто. Принципы лазеров. Санкт-Петербург, “Лань”, 2008.
5. Д.Клаудер, Э.Сударшан Основы квантовой оптики. Москва, “Мир”, 1970
6. Й.Херман, Б.Вильгельми, Лазеры сверхкоротких импульсов. М. Мир, 1986.
7. К.Оура, В.Г.Лифшиц, А.А.Саранин, А.В.Зотов, М.Катаяма, Введение в физику поверхности. Москва, «Наука», 2006
8. K. Sakoda “Optical properties of Photonic Crystals”, Springer, 2001
9. E.L.Ivchenko and G.E. Pikus “Superlattices and Other Heterostructures@”, Springer, 1997
10. Н.В. Карлов, Н.А. Кириченко, Б.С. Лукьянчук. Лазерная термохимия. Основы и применения. М.: Центрком, 1995.
11. С.А.Ахманов, Н.И.Коротеев. Методы нелинейной оптики в спектроскопии рассеяния света. М.: Наука. 1981.
12. Ч.Киттель. Введение в физику твёрдого тела. М.: Наука. 1978.
13. Р.Нокс. Теория экситонов. М.: Мир. 1966.
14. Ю.Н.Поливанов. Нелинейно-оптическое рассеяние света с участием фононных поляритонов. Труды ИОФРАН, т.43, с.3, 1993.