

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель председателя
Приемной комиссии,
проректор по учебной работе



 М.В. Румянцев

ПРОГРАММА
вступительного испытания в аспирантуру
по направлению 03.06.01 Физика и астрономия
программа (профиль) 01.04.05 Оптика

Настоящая программа основана на следующих дисциплинах: электромагнитной теории света, геометрической оптике, физической оптике, взаимодействии света с веществом, оптике лазеров, прикладной оптике, спектроскопии. Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по физике при участии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и Физического института им. П.Н. Лебедева РАН.

Перечень вопросов по темам:

1. Электромагнитная теория света.

1.1. Уравнения Максвелла. Вектор Умова-Пойнтинга. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Параболическое приближение. Моды свободного пространства. Фазовая и групповая скорости света.

1.2. Поляризация света. Типы поляризационных устройств. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение. Комплексная диэлектрическая проницаемость.

1.3. Распространение света в анизотропных средах. Волновые поверхности в кристаллах.

1.4. Лучи и волновые нормали. Эллипсоид Френеля. Оптические свойства одноосных и двуосных кристаллов. Двойное лучепреломление. Коническая рефракция.

1.5. Электрооптические эффекты Керра и Поккельса. Оптическая активность. Эффект Фарадея.

1.6. Оптика движущихся сред. Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца. Продольный и поперечный эффекты Допплера.

2. Геометрическая оптика.

2.1. Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометрооптическое приближение. Уравнение эйконала. Область применения лучевого приближения. Принцип Ферма. Гомоцентрические пучки.

2.2. Понятие оптического изображения. Параксиальное приближение. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Типы оптических приборов.

3. Интерференция и дифракция световых волн.

3.1. Двухлучевая и многолучевая интерференция. Многослойные покрытия.

3.2. Дифракция. Дифракционные интегралы Кирхгофа-Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Влияние дифракции на разрешающую силу систем, образующих изображение. Дифракционная решетка.

4. Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом

4.1. Классическая теория взаимодействия излучения с веществом. Резонансное приближение. Дисперсионные соотношения Крамерса-Кронига.

4.2. Законы теплового излучения. Формула Планка. Фотоэффект. Однофотонные и многофотонные процессы. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Нелинейные восприимчивости. Распространение волн в нелинейной среде.

4.3. Метод медленно меняющихся амплитуд. Условие синхронизма. Генерация оптических гармоник. Параметрическое преобразование частоты. Самофокусировка света.

4.4. Вынужденное и комбинационное рассеяние.

5. Спектроскопия.

5.1. Спектры атомов. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов. Мультиплетная структура. Правила отбора.

5.2. Спектры молекул. Адиабатическое приближение. Вырождение. Резонанс Ферми. Правила отбора в колебательных спектрах поглощения и комбинационного рассеяния. Вращательная структура колебательных полос. Электронные спектры молекул. Классификация электронных состояний двухатомных молекул. Принцип Франка-Кондона.

5.3. Спектроскопия твердого тела. Переходы под действием света в идеальном кристалле. Взаимодействие света с фоновой подсистемой. Переходы в электронной подсистеме. Поглощение света в металлах. Запрещенная зона и область прозрачности в диэлектриках. Экситоны Ванье-Мотта и Френкеля.

5.4. Люминесценция. Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции.

5.5. Триплетные состояния молекул и их роль в процессах деградации и миграции энергии электронного возбуждения.

5.6. Применение люминесцентных кристаллов в науке, технике и медицине.

6. Экспериментальная и прикладная оптика

6.1. Источники оптического излучения. Тепловые, газоразрядные и лазерные источники. Синхротронное излучение. Оптические материалы. Характеристики приемников излучения: спектральная и интегральная чувствительность, шумы, инерционность. Приборы с зарядовой связью (ПЗС) - линейки, матрицы.

6.2. Техника спектроскопии. Светофильтры, призмные и дифракционные спектральные приборы, интерферометры. Фурье-спектроскопия. Основные характеристики приборов: аппаратная функция,

разрешение, светосила, дисперсия. Лазерная спектроскопия.

6.3. Запись и обработка оптической информации. Механизм записи и воспроизведения волновых полей с помощью двумерных и трехмерных голограмм.

6.4. Волоконная оптика. Типы волоконных световодов. Моды оптических волокон. Затухание и дисперсия мод. Направленные ответвители. Волоконные линии связи. Нелинейные эффекты в оптических волокнах.

7. Оптика лазеров.

7.1. Принцип работы лазера. Схемы накачки. Теория Лэмба. Эффекты затягивания частоты и выгорания дыр. Лэмбовский провал.

7.2. Оптические резонаторы. Моды оптических резонаторов. Свойства лазерных пучков.

7.3. Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры: лазеры на нейтральных атомах, ионные лазеры, молекулярные лазеры, лазеры на самоограниченных переходах. Химические лазеры. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на центрах окраски.

7.4. Режимы работы лазеров. Непрерывные и импульсный режимы. Пичковый режим. Модуляция добротности. Синхронизация мод. Генерация сверхкоротких импульсов.

7.5. Принципы адаптивной оптики; коррекция волнового фронта лазерных пучков.

Список основных рекомендованных источников.

1. С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. Физическая оптика. Издательство Московского университета, 655 стр., 2004 г. и предыдущие издания.
2. О. Звелто. Принципы лазеров. Перевод с англ. Изд. Лань, 2008г.719с.
3. А. Н. Матвеев. Оптика. - М., Высшая школа, 1985г.
4. И. Е. Иродов. Задачи по общей физике. Изд-во «Лань» 2002г. и предыдущие издания.

Список дополнительных рекомендованных источников.

1. М. Янг. Оптика и лазеры, включая ВОЛОКОННУЮ ОПТИКУ и оптические волноводы. «Мир». 2005г.
2. О. Звелто. Принципы лазеров. Изд-во «Лань» 2008 г.
3. Е. И. Бутиков. Оптика. - М.. Высшая школа, 1986 г.
4. М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики, - М., Наука, 1973г.
5. Энциклопедия «Современное естествознание». Том 7 «Физика волновых процессов», Магистр-пресс, 2001г.

Составитель программы:

В. В. Слабко, д-р физ.-мат. наук, профессор.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.