

Учреждение образования
«Международный государственный экологический университет
им. А.Д. Сахарова»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-воспитательной и
исследовательской работе

Михайлов А.Д. Сахарова

Красовский В.И.

Регистрационный № УД- 428-14/баз.



ФИЗИКА. ОПТИКА И ОСНОВЫ АТОМНОЙ ФИЗИКИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

2014 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.А. Луцевич, доцент кафедры физики и высшей математики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат педагогических наук;

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.А. Иванюкович, заведующий кафедрой экологических информационных систем Учреждения образования «Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова», кандидат физико-математических наук, доцент;

О.В. Гусакова, заведующая кафедрой ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физики и высшей математики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № 5 от 7 мая 2014 г.);

Научно-методическим советом Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № 9 от 20 мая 2014 года)

Ответственный за редакцию: А.А. Луцевич
(И.О. Фамилия)

Ответственный за выпуск: А.А. Луцевич
(И.О. Фамилия)

УМО Сахаров

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Раздел физики «Оптика и основы атомной физики» специальности 1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» обеспечивает базовую подготовку по физике будущих инженеров, необходимую им для решения теоретических и практических задач в области энергоэффективных технологий и энергетического менеджмента. Она разбивается на ряд разделов, содержание которых представляет собой последовательное изложение оптических и атомных явлений, постулатов и законов.

Цель изучения раздела «Оптика и основы атомной физики» состоит в овладении студентами системой теоретических знаний о важнейших нужных фактах, понятиях, законах и принципах оптики и атомной физики; умениями применять эти знания на практике.

Главными задачами преподавания дисциплины являются:

- научить студентов применять теоретические знания к анализу конкретных физических ситуаций на стыке оптики и атомной физики;
- объяснить студентам основные физические явления и закономерности;
- привить студентам навыки самостоятельной работы;
- контролировать и проверять знания студентов;
- знакомить студентов с новейшими достижениями в науке и технике.

Главными задачами студентов являются следующие:

- научиться применять теоретический материал при решении практических задач;
- уметь оценить порядки изучаемых физических величин;
- определять точность и степень достоверности получаемых результатов;
- научиться применять современные методы статистической обработки результатов, в том числе с применением ЭВМ;
- правильно представлять полученные результаты в виде графиков, схем и таблиц.

По окончании изучения раздела будущие специалисты должны представлять физическую теорию как синтез обобщений, наблюдений, практического опыта, экспериментальных данных, с одной стороны, а с другой стороны быть способными устанавливать математическую взаимосвязь между различными физическими явлениями и эффектами.

Раздел «Оптика и основы атомной физики» должен быть изложен на соответствующем математическом уровне и с достаточной широтой, позволяющей четко обозначить междисциплинарные границы. Содержание раздела и математический аппарат, используемый в нем, тесно связан с другими дисциплинами блока естественнонаучных дисциплин (обязательный компонент: «Высшая математика», «Теория вероятностей и математическая статистика»), а также блока общепрофессиональных и специальных дисциплин: «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Векторный и тензорный анализ», «Методы математической физики», «Теоретическая механика».

В процессе обучения преподаватель должен:

- объяснять студенту основные принципы и законы физики и их математические выражения;
- знакомить его с основными физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования, а также с общепринятыми методами точного измерения физических величин, с методами анализа результатов эксперимента, с основными физическими приборами и лабораторными установками;
- формировать у студента умения и навыки экспериментальной работы, ознакомить его с основными принципами математической обработки физического эксперимента, научить правильно выражать физические концепции и идеи;
- учить студента количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин;
- давать студенту ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез;
- развивать у него любознательность и интерес к изучению физики;
- прививать студенту диалектическое понимание важнейших этапов истории развития физики, ее философских и методологических проблем.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

знать:

- физические основы методов исследования вещества;
- принципы экспериментального и теоретического изучения физических явлений и процессов;

уметь:

- применять законы физики для решения прикладных инженерных задач;
- использовать измерительные приборы при экспериментальном изучении физических и технологических процессов;
- обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных измерений физических величин;

владеть:

- физического моделирования технических процессов;
- анализа и решения прикладных инженерных задач.

Объем материала, указанного в типовой программе, может быть полностью выполнен лишь при полном и целесообразном использовании лекций и практических занятий, правильной организации самостоятельной работы студентов. План курса лекций определяется лектором.

Курс не является совокупностью обзорных лекций по отдельным проблемам, а представляет собой единое логически связанное изложение основного фундаментального материала программы. Этот материал должен

быть изложен на лекциях с полным экспериментальным и математическим обоснованием и достаточно подробно. Со вспомогательным материалом студент должен быть ознакомлен на качественном описательном или даже понятийно-терминологическом уровне.

В учебной программе «Оптика и основы атомной физики» допустимы также определенные вариации в уровне выполнения типовой программы по этому разделу, обусловленные различным уровнем подготовки студентов первых курсов, уровнем технического оснащения учебного процесса и общих физических практикумов.

Для закрепления теоретического материала и навыков решения задач по разделу физики «Оптика и основы атомной физики» учебным планом предусмотрено проведение двух контрольных работ.

Примерное количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Оптика и основы атомной физики» по ее отдельным разделам на общее количество часов 126. Аудиторное количество часов 42: лекционные занятия – 18 часов, практические занятия – 12 часов, лабораторные занятия – 12 часов.

2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Всего
1.	Электромагнитная природа света	1			1
2.	Фотометрия	1	2		3
3.	Геометрическая оптика	2		4	6
4.	Двухлучевая и многолучевая интерференция	2	2		4
5.	Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера	2	2	2	6
6.	Взаимодействие света с веществом. Поляризация света	2		2	4
7.	Тепловое равновесие вещества и электромагнитного излучения	2	2	2	6
8.	Квантовые свойства электромагнитного излучения	2	2	2	6
9.	Строение атома. Волновые свойства частиц	2	2		4
10.	Элементарная теория квантовых переходов по Эйнштейну. Лазеры и нелинейные оптические явления. Лазеры и нелинейные оптические явления	2			2
	Итого:	18	12	12	42

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Электромагнитная природа света

Предмет оптики и основные методы оптических исследований. Электромагнитная природа света. Световая волна. Показатель преломления света. Оптическая плотность среды. Интенсивность света. Плоская электромагнитная волна на границе двух диэлектриков. Закон отражения света. Закон преломления света. Соотношения между амплитудами и фазами. Скорость света и её измерение. Эффект Доплера при относительном движении источников и приёмников.

Тема 2. Фотометрия

Источники и приемники света. Световой поток. Кривая видности. Фотометрические величины и единицы точечного источника света. Сила света: изотропный источник света. Единица силы света. Освещенность. Освещенность точечного источника. Светимость. Яркость. Ламбертовские источники. Связь между светимостью и яркостью ламбертовского источника. Соотношения между фотометрическими и энергетическими величинами.

Тема 3. Геометрическая оптика

Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Принцип Ферма. Обратимость световых лучей. Следствия законов геометрической оптики из принципа Ферма. Полное внутреннее отражение. Оптические системы. Центрированная оптическая система. Кардинальные точки и плоскости. Фокусные расстояния и оптическая сила системы. Построение изображений предметов в центрированной оптической системе. Формула Ньютона. Формула центрированной оптической системы. Простейшие оптические устройства. Преломление на сферической поверхности. Сферическое зеркало. Линза. Формула тонкой линзы. Глаз как оптическая система. Лупа. Микроскоп. Телескоп. Фотоаппарат. Проекционные аппараты. Погрешности (абберации) оптических систем. Сферическая абберация. Кома. Хроматическая абберация. Астигматизм. Дисторсия. Дефекты зрения.

Тема 4. Двухлучевая и многолучевая интерференция

Явление интерференции. Сложение световых волн. Когерентные и некогерентные волны. Геометрическая и оптическая разность хода лучей. Условие образования интерференционных максимумов и минимумов. Ширина интерференционной полосы. Понятие о когерентности. Временная когерентность. Относительность понятия когерентности. Время и длина когерентности. Предельный наблюдаемый порядок интерференции. Пространственная когерентность. Условие наблюдения интерференции от протяженных источников. Радиус когерентности. Объем когерентности.

Получение интерференционных картин делением волнового фронта волны (метод Юнга) и делением амплитуды (метод Френеля). Бизеркала Френеля. Бипризма Френеля. Билинза Биде. Зеркало Ллойда. Опыт Поля. Интерференция в тонких пленках. Полосы разного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона. Просветление оптики. Практическое применение интерференции. Интерферометры.

Суперпозиция многих волн с равными амплитудами. Интерферометр Фабри-Перо. Формула Эйри. Пластика Люммера-Герке. Стоячие световые волны. Опыты Винера. Интерференционные фильтры и зеркала.

Тема 5. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера

Принцип Гюйгенса-Френеля, его интегральная запись и трактовка. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Пятно Пуассона. Спираль Френеля. Зонная пластинка. Применение векторных диаграмм для анализа дифракционных картин. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина. Дифракция Френеля на краю полубесконечного экрана. Спираль Корню.

Критерий типа дифракции. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Дифракционная расходимость пучка. Разрешающая способность объектива. Условие минимумов. Распределение интенсивности. Принцип Бабинне. Дифракционная решетка. Главные максимумы. Интенсивность главных максимумов. Интерференционные минимумы. Спектральные характеристики дифракционной решетки: угловая дисперсия, линейная дисперсия, разрешающая способность, область дисперсии. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Их применение.

Тема 6. Взаимодействие света с веществом. Поляризация света

Дисперсия света. Дисперсия вещества. Нормальная и аномальная дисперсии. Классическая электронная теория дисперсии. Зависимость показателей преломления и затухания от частоты. Волновой пакет. Дисперсионное расплывание волнового пакета. Фазовая и групповая скорости, их соотношение (формула Рэлея). Групповая скорость и перенос энергии. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта. Закон Бера. Спектр поглощения.

Рассеяние света. Механизм рассеяния света. Рэлеевское рассеяние. Зависимость интенсивности рассеянного света от длины волны (закон Рэлея). Индикатриса рассеяния. Поляризация рассеянного света. Рассеяние Ми. Молекулярное рассеяние. Ослабление светового пучка. Коэффициент ослабления. Коэффициент экстинкции. Оптические методы зондирования атмосферы и определение концентрации составляющих ее газов.

Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Волна с круговой или эллиптической поляризацией как суперпозиция волн с линейными поляризациями. Поляризаторы и анализаторы, их характеристики

и принцип действия. Степень поляризации. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении. Формулы Френеля. Закон Брюстера.

Кристаллооптика. Поляризация света при двойном лучепреломлении. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Одноосные и двуосные кристаллы. Оптическая ось. Главное сечение. Влияние анизотропии кристалла на скорость распространения обыкновенного и необыкновенного лучей. Поверхности лучевых скоростей. Положительные и отрицательные кристаллы. Дихроизм. Интерференция линейно поляризованных волн. Четвертьволновые и полуволновые пластинки. Анализ поляризованного света. Искусственное двойное лучепреломление. Искусственная анизотропия. Анизотропия при деформациях (фотоупругий эффект). Анизотропия в электрическом поле. Эффект Керра.

Вращение плоскости поляризации в кристаллах и аморфных веществах. Естественное вращение. Право- и левовращающие оптически активные вещества. Магнитное вращение. Эффект Фарадея. Теория вращения плоскости поляризации.

Тема 7. Тепловое равновесие вещества и электромагнитного излучения

Тепловое излучение. Энергетическая светимость и испускательная способность тела. Поглощательная способность тела. Абсолютно черное тело. Серое тело. Закон Кирхгофа. Равновесное излучение и его свойства. Закон Стефана-Больцмана. Формула Вина. Закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Гипотеза Планка. Формула Планка. Квантовая теория равновесного излучения. Понятие об оптической пирометрии.

Тема 8. Квантовые свойства электромагнитного излучения

Фотоэлектрический эффект. Экспериментальные законы внешнего фотоэффекта. Опыты Столетова. Фотоэлектродвижущая сила. Солнечные батареи. Красная граница внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Работа выхода. Многофотонный фотоэффект. Внутренний фотоэффект. Экспериментальная проверка уравнения Эйнштейна.

Гипотеза Эйнштейна о фотонах. Опыт Боте. Энергия и импульс фотона. Корпускулярно-волновой дуализм свойств света.

Опыты Лебедева. Радиационное давление.

Эффект Комптона. Опыты Комптона и Саймона. Электроны отдачи. Теория эффекта Комптона.

Тормозное рентгеновское излучение. Коротковолновая граница сплошного рентгеновского спектра.

Химическое действие электромагнитного излучения. Фотохимические реакции. Фотосинтез.

Флуктуации интенсивности светового потока.

Поляризация фотонов. Селективный фотоэффект.

Интерференция и дифракция фотонов.

Переходное излучение.
Излучение Вавилова – Черенкова.

Тема 9. Строение атома. Волновые свойства частиц

Закономерности в спектрах атомов. Спектральные серии атома водорода. Спектральный термы. Принцип Ритца. Модель атома Томсона.

Опыты по рассеянию α -частиц. Формула Резерфорда. Эффективное сечение. Ядерная модель атома. Размеры атомов и ядер.

Постулаты Бора. Уровни энергии и спектры. Опыты Франка и Герца. Элементарная теория Бора водородоподобного иона. Энергетические уровни атома водорода. Учет движения ядра. Изотопический сдвиг спектральных линий. Недостатки теории Бора.

Гипотеза де Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де Бройля: опыты Дэвиссона и Джермера; опыты Томсона и Тартаковского; опыты с одиночными электронами; опыты с нейтронами и молекулами. Эффект Рамзауэра – Таунсенда. Модель квантовой частицы как волнового пакета. Статистическая (вероятностная) интерпретация волн де Бройля.

Тема 10. Элементарная теория квантовых переходов по Эйнштейну. Лазеры и нелинейные оптические явления

Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Вывод распределения Планка по Эйнштейну.

Резонансное усиление света. Трехуровневая система. Инверсная заселенность энергетических уровней и коэффициент усиления. Условия стационарной генерации (баланс фаз и баланс амплитуд).

Устройство и принцип работы лазеров. Обратная связь. Роль оптического резонатора. Продольные и поперечные моды. Спектральный состав излучения лазеров. Применение лазеров.

Нелинейные оптические эффекты: нелинейное отражение света; самофокусировка света; оптические гармоники; многофотонные процессы.

4.ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам курса (модуля).

Рекомендуемые темы практических занятий:

1. Плоские электромагнитные волны.
2. Отражение и преломление света. Формулы Френеля.
3. Фотометрические величины.
4. Геометрическая оптика.
5. Интерференция света.
6. Дифракция света.
7. Физические принципы получения и анализа поляризованного света.
8. Дисперсия, рассеяние и поглощение света.
9. Равновесное тепловое излучение.
10. Фотоэффект.
11. Комптон-эффект.
12. Оптические явления в движущихся средах.

Рекомендуемые темы работ лабораторных занятий:

1. Определение фокусного расстояния линзы.
2. Молекулярная рефракция.
3. Интерференция света.
4. Изучение дифракции света.
5. Изучение спектра атома водорода.
6. Изучение фотоэффекта.

С целью диагностики знаний, умений и навыков студентов по данной дисциплине рекомендуется использовать:

1. контрольные работы;
2. самостоятельные работы;
3. коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
4. устный опрос в ходе практических занятий;
5. проверку конспектов лекций студентов;
6. тестирование, включая компьютерное.

Основная литература:

1. Волновые процессы. Основные законы. Иродов И.Е. М.: Лаборатория базовых знаний, 1999. - 256 с.
2. Квантовая физика. Основные законы. Иродов И.Е. М.: Лаборатория базовых знаний, 2001. - 272 с.
3. Савельев И.В. Курс физики. т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. (1989) М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989.—304 с.
4. Сивухин Д.В. Т. 4. Оптика. М. Наука, 1980, 752 с.
5. Сивухин Д.В. Т. 5. Атомная физика. М. Наука, 1986. 420 с.
6. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука, 1976. 926 с.
7. Матвеев А.Н. Оптика: Учеб. пособие. М.: Высшая школа. 1985. 351 с.
8. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. М.: Высшая школа. 1978. 384 с.
9. Цыпенюк Ю.М. Квантовая микро- и макрофизика. М.: Физматкнига, 2006. 640 с.
10. Матвеев А.Н. Атомная физика: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1989. 450 с.
11. Шпольский Э.В. Атомная физика. М.: Наука., 1974. 575 с.
12. Сборник задач по общему курсу физики: Оптика./ В.Л.Гинзбург, Л.М.Левин, Д.В.Сивухин, Е.С.Четвериков, И.А.Яковлев; Под ред. Д.В.Сивухина. М.: Наука, 1977. 320 с.
13. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: Наука, 1979. 368 с.
14. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике: Учебное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1984. 216 с.
15. Н.С. Лешенюк, Е.Е. Апанасевич. Пособие по решению задач по физике (оптика). МГЭУ им. А.Д. Сахарова. 2005.
16. Наркевич И.И., Волмянский Э.И., Лобко С.И. Учебник «Физика», 2004, Мн. «Новое знание». 679 с.

Дополнительная литература:

17. Фейнман Р. .Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1976. 438 с.
18. А.Пиппард. Физика колебаний. В 2 томах. М. Высшая школа.1985. 456 с.
19. Крауфорд Ф. Волны. М.: Наука, 1984. 511 с.