

ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И ЭКОЛОГИИ

ПРОГРАММА по курсу:

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ, ВОЛНЫ И ОСНОВЫ АТОМНОЙ ФИЗИКИ

для студентов 2 курса (III семестр)

Автор: доцент Барабанов Алексей Леонидович

1. *Уравнения Максвелла.* Первая и вторая пары уравнений Максвелла для полей \mathbf{E} и \mathbf{V} . Закон сохранения электрического заряда как следствие уравнений Максвелла. Вывод из уравнений Максвелла закона изменения энергии электромагнитного поля. Плотность энергии и плотность потока энергии (вектор Пойнтинга) электромагнитного поля. Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля. Градиентная (калибровочная) инвариантность и калибровочные условия. Аналогия между электростатикой и магнитостатикой. Уравнение Пуассона и запись его формального решения в виде интеграла.
2. *Индуктивности.* Взаимная индуктивность. Теорема взаимности для коэффициентов индуктивности. Аналогия между емкостными коэффициентами и коэффициентами индуктивности. Коэффициент самоиндукции замкнутого контура. Катушки индуктивности. Индуктивность длинного соленоида. Энергия, сосредоточенная в катушке индуктивности. Плотность энергии магнитного поля. "Энергетические" определения для коэффициентов взаимной индуктивности и коэффициента самоиндукции.
3. *Телеграфное уравнение.* Распространение переменного тока по длинному проводу (кабелю). Уравнения, связывающие ток и напряжение на малом участке кабеля. Емкость, индуктивность, сопротивление и утечка на единицу длины кабеля. Условие распространения сигнала по кабелю без затухания. Условие распространения сигнала с затуханием, но без искажения. Скорость распространения сигнала по кабелю. Волновое сопротивление кабеля.
4. *Квазистационарные (переменные) токи.* Условие квазистационарности тока. Импеданс элемента цепи переменного тока. Правила Кирхгофа для переменных токов. Тепловая мощность переменного тока. Действующие значения тока и напряжения.
5. *Колебательный контур.* Частота колебаний тока в контуре без затухания. Энергия, сосредоточенная в колебательном контуре. Частота колебаний тока в контуре с затуханием. Логарифмический декремент затухания и добротность контура. Вынужденные электрические колебания в контуре. Резонанс. Связь ширины резонансных пиков с затуханием в контуре.
6. *Электромагнитные волны.* Плоская электромагнитная волна в вакууме. Частота волны, волновой вектор. Шкала электромагнитных волн. Фазовая скорость волны. Поперечность плоской волны. Вектор Пойнтинга для плоской волны. Линейная, эллиптическая и круговая поляризации плоской электромагнитной волны. Волновой пакет конечной протяженности. Групповая скорость. Длина пространственной когерентности и время когерентности. Соотношение неопределенности "частота–время". Стоячие волны в резонаторах. Волноводы.
7. *Интерференция электромагнитных волн.* Явление интерференции волн. Прохождение плоской волны сквозь тонкую пленку. Явление просветления оптики. Кольца Ньютона. Интерференция плоских волн, распространяющихся под малым углом друг к другу. Ширина интерференционных полос. Бизеркала и бипризма Френеля. Влияние поляризации волн на интерференционную картину. Опыт Юнга. Влияние длины когерентности на интерференционную картину. Ширина когерентности. Звездный интерферометр Майкельсона (измерение диаметров звезд). Интерферометр Фабри–Перо (многолучевая интерференция). Излучение Вавилова–Черенкова как интерференционный эффект.
8. *Дифракция электромагнитных волн. I.* Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля. Зонная пластинка. Пластинка Вуда. Дифракция Френеля на щели. Зоны Шустера. Интегралы Френеля. Спираль Корню.

9. *Дифракция электромагнитных волн. II.* Различие между дифракцией Френеля и дифракцией Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии и на щели. Дифракционная решетка. Разрешающая способность призмы и дифракционной решетки. Дифракционная теория разрешающей способности оптических инструментов. Принципы голографии.
10. *Корпускулярно-волновой дуализм электромагнитных волн и частиц.* Фотоэффект. Эффект Комптона. Энергия и импульс кванта электромагнитного поля. Формула Бальмера. Модель Бора для атома водорода. Гипотеза де Бройля. Опыт Джермера и Дэвиссона. Электронный микроскоп. Нейтронные методы исследования конденсированных сред.
11. *Основные идеи нерелятивистской квантовой механики.* Волновая функция и ее статистическая интерпретация. Условие нормировки волновой функции. Пакет волн де Бройля как волновая функция свободной микрочастицы. Групповая скорость пакета. Соотношения неопределенностей "энергия–время" и "импульс–координата". Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера.
12. *Движение микрочастиц в квантовой механике.* Рассеяние на барьере–ступеньке. Вероятности отражения и прохождения при взаимодействии частицы с прямоугольным потенциальным барьером (туннельный эффект). Вероятность туннелирования сквозь барьер в квазиклассическом приближении. Простейшая теория альфа–распада. Формула Гейгера–Неттола.
13. *Дискретные состояния связанных микрочастиц в квантовой механике.* Энергетический спектр частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Квазиклассическое правило Бора–Зоммерфельда определения энергетического спектра частицы в потенциальной яме произвольной формы. Спектр линейного гармонического осциллятора. Модель Бора–Зоммерфельда для атома водорода. Квантование радиального движения (эллиптические орбиты). Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа электрона в атоме водорода. Спектр атома водорода. Кратности вырождения уровней. Случайное (кулоновское) вырождение.
14. *Тепловое излучение.* Моды электромагнитного поля в полости. Стоячие волны и волны, определенные периодическими граничными условиями. Спектральная плотность мод. Аналогия между модой поля и линейным гармоническим осциллятором. Средняя энергия моды (осциллятора) при температуре T . Средняя заселенность моды (распределение Бозе–Эйнштейна). Спектральная плотность равновесного теплового излучения в полости (формула Планка). Спектральная плотность потока излучения, выходящего из полости. Закон Стефана–Больцмана. Закон смещения Вина. Давление теплового излучения. Взаимодействие теплового излучения с веществом – закон Кирхгофа. Излучение полости как излучение абсолютно черного тела. Давление равновесного теплового излучения.
15. *Фотометрия.* Соотношения между энергетическими и фотометрическими единицами. Световой поток, яркость, светимость, освещенность. Закон Ламберта.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.Е.Иродов, *Электромагнетизм. Основные законы.*, М., Лаборатория Базовых Знаний, 2000 (3-е изд.); *Волновые процессы. Основные законы.*, М., Лаборатория Базовых Знаний, 1999; *Квантовая физика. Основные законы.*, М., Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
2. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс, *Фейнмановские лекции по физике*, Фейнмановские лекции по физике, т.1, вып.3 (Излучение, волны, кванты); т.2, вып.6 (Электродинамика), М., Мир, 1965 (1-е изд.), 1977 (2-е изд.).
3. Э.Парселл, *Электричество и магнетизм*, М., Наука, 1975 (2-е изд.) – Берклеевский курс физики (БКФ), т.2.
4. Ф.Крауфорд, *Волны*, М., Наука, 1974 (1-е изд.), 1977 (2-е изд.) – Берклеевский курс физики, т.3.

5. Э.Вихман, Квантовая физика, М., Наука, 1974 (1-е изд.), 1977 (2-е изд.) – Берклевский курс физики, т.4.
6. И.Н.Мешков, Б.В.Чириков. Электромагнитное поле, в 2-х частях, Новосибирск, Наука, 1987.
7. Д.В.Сивухин, Общий курс физики в 5-ти томах, Электричество, т.3, в 2-х частях, М., Наука, 1977 (1-е изд.), 1983 (2-е изд.), 1996 (3-е изд.); Оптика, т.4, М., Наука, 1980 (1-е изд.); Атомная и ядерная физика, т.5, М., Наука, 1989 (1-е изд.), МФТИ, 2002 (2-е изд.).
8. Г.С.Ландсберг, Оптика.
9. Э.В.Шпольский, Атомная физика, в 2-х частях, т.1, Введение в атомную физику, М., Наука, 1974 (6-е изд.),
10. А.Зоммерфельд. Электродинамика, М., ИЛ, 1958.
11. И.В.Савельев, Курс общей физики в 5-ти книгах, Электричество и магнетизм, кн.2, М., АСТ, 2001; Волны. Оптика., кн.4, М., АСТ, 2001; Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц., кн.5., М., АСТ, 2001.
12. И.Е.Иродов, Задачи по общей физике, 3-е изд., М., НТЦ ВЛАДИС, 1997.
13. Сборник задач по общему курсу физики, в 3-х частях, под ред. В.А.Овчинкина, ч.2, Электричество и магнетизм, оптика, М., МФТИ, 2000 (2-е изд.); ч.3, Атомная и ядерная физика. Строение вещества., М., МФТИ, 2001.