

ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И ЭКОЛОГИИ

ПРОГРАММА по курсу:

СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА И МАКРОСКОПИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

для студентов 2 курса (IV семестр)

Автор: доцент Барабанов Алексей Леонидович

1. *Электрический диполь.* Электрический дипольный момент системы зарядов. Поле диполя. Энергия диполя в электрическом поле и момент сил, действующих на диполь. Сила, действующая на диполь в неоднородном электрическом поле.
2. *Диэлектрики в постоянном электрическом поле.* Поляризуемость атомов и молекул. Вектор поляризации вещества. Электрическое поле поляризованного вещества. Плотность связанных зарядов. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость вещества. Индукция электрического поля. Плотность связанных зарядов в однородном диэлектрике. Плотность заряда на поверхности диэлектрика. Связь между диэлектрической восприимчивостью вещества и поляризуемостью атомов и молекул, составляющих это вещество. Формула Клаузиуса-Моссоти.
3. *Постоянное электрическое поле в веществе.* Характер изменения напряженности \vec{E} и индукции \vec{D} электрического поля на границе раздела двух диэлектриков. Электрическое поле в однородном диэлектрике, заполняющем все пространство между проводниками со свободными электрическими зарядами. Электрическое поле однородно поляризованного диэлектрического шара. Однородный диэлектрический шар в постоянном и однородном электрическом поле. Энергия электрического поля в диэлектрической среде.
4. *Магнитный диполь.* Магнитный дипольный момент системы токов. Векторный потенциал и индукция магнитного поля магнитного диполя. Магнитный дипольный момент плоского контура с током. Момент сил, действующих на диполь, и энергия магнитного диполя в магнитном поле. Сила, действующая на магнитный диполь (рамку с током) в неоднородном магнитном поле. Гиромангнитное отношение.
5. *Угловые моменты (спины) и магнитные моменты микрочастиц.* Магнитный момент, связанный с орбитальным движением электрона в атоме водорода. Магнетон Бора. Спин и магнитный момент электрона. Аномальное гиромангнитное отношение. Тонкое расщепление уровней в атоме водорода. Полный угловой момент электрона в атоме водорода. Опыт Штерна-Герлаха. Спины и магнитные атомов и нейтрона. Квантование проекции спина J элементарной системы на ось z .
6. *Основы физики сложного атома.* Главное, орбитальное, магнитное и спиновое квантовые числа электрона в сложном атоме. Принцип Паули и порядок заполнения атомных оболочек. Полный орбитальный момент электронов (L), полный спиновый момент электронов (S), полный угловой момент электронов (J), терм сложного атома. Магнитный момент атома, находящегося в определенном состоянии $^{2S+1}L_J$ (фактор Ланде). Расщепление атомных термов в слабом магнитном поле. Правила отбора для радиационных переходов в сложном атоме. Расщепление спектральных линий. Аномальный и нормальный эффекты Зеемана. Эффект Фарадея (магнитное вращение плоскости поляризации).
7. *Вещество в постоянном магнитном поле.* Типы магнетиков. Поведение ферромагнетиков, парамагнетиков и диамагнетиков в постоянном магнитном поле. Диамагнетизм системы из двух электронов, движущихся вокруг неподвижного ядра по одной круговой орбите в противоположных направлениях. Частота Лармора. Вектор намагниченности вещества. Магнитное поле намагниченного вещества. Плотность тока намагничивания. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость вещества. Напряженность магнитного поля. Плотность тока намагниченности в однородном магнетике. Плотность токов на поверхности магнетиков.

8. *Постоянное магнитное поле в веществе.* Характер изменения напряженности \vec{H} и индукции \vec{B} магнитного поля на границе раздела двух магнетиков. Токи намагничивания в проводнике с током. Магнитное поле в однородном магнетике, заполняющем все пространство между проводниками со свободными электрическими токами. Ферромагнетики. Остаточная намагниченность и коэрцитивная сила.
9. *Уравнения Максвелла в среде.* Уравнения Максвелла для векторов \vec{E} , \vec{D} , \vec{H} и \vec{B} в изотропной диэлектрической среде. Плотность тока связанных зарядов. Связи между векторами \vec{E} и \vec{D} , \vec{H} и \vec{B} . Явный вид уравнений в единицах СИ и ГС. Плотность энергии, плотность потока энергии (вектор Пойнтинга) и энергия электромагнитного поля в изотропной диэлектрической среде. Интегральная и дифференциальная формы закона изменения энергии электромагнитного поля в веществе. Энергия магнитного поля при взаимодействии магнитного диполя с внешним магнитным полем.
10. *Электромагнитные волны в диэлектрической среде.* Плоская электромагнитная волна в однородной диэлектрической среде. Частота волны, волновой вектор. Фазовая скорость волны. Коэффициент преломления среды. Поперечность плоской волны. Вектор Пойнтинга для плоской волны. Линейная, эллиптическая и круговая поляризации плоской электромагнитной волны, распространяющейся в однородной диэлектрической среде. Дисперсия и затухание электромагнитных волн в "газе" осцилляторов. Нормальная и аномальная дисперсии. Волновой пакет конечной протяженности. Групповая скорость. Длина пространственной когерентности и время когерентности.
11. *Электромагнитные волны в проводящей среде.* Дисперсия электромагнитных волн в средах со свободными зарядами (плазма, металлы). Скин-эффект. Отражение электромагнитных ТЕ- и ТМ-волн от проводящих сред.
12. *Отражение и преломление волн.* Отражение и преломление электромагнитных ТЕ- и ТМ-волн на границе раздела диэлектрических сред. Закон Снеллиуса. Формулы Френеля для коэффициентов отражения и прохождения. Угол Брюстера. Полное внутреннее отражение. Туннельный эффект. Призма как спектральный прибор. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Элементы кристаллооптики.
13. *Геометрическая оптика.* Преломление света на сферической поверхности раздела двух диэлектрических сред. Параксиальное приближение. Тонкая и толстая линзы. Источники и изображения. Прохождение параллельных световых лучей через линзы. Фокусные расстояния и фокальные плоскости линз. Формула тонкой линзы. Хроматическая аберрация и ахроматизация линз. Сферическое зеркало и формула зеркала. Оптические инструменты: проекционные устройства, фотоаппарат, глаз как оптическая система, лупа, микроскоп, зрительные трубы и телескоп.
14. *Основы физики излучения и поглощения квантов электромагнитного поля.* Спонтанное и вынужденное излучение атомов. Коэффициенты Эйнштейна и их свойства. Вывод формулы Планка методом Эйнштейна. Принципы работы мазера и лазера. Явление резонансного испускания и поглощения квантов атомами и ядрами. Эффект Мессбауэра.

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.) – Берклевский 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.