

Программа курса
"Электричество и оптика"
механико-математический факультет, 1 курс, весна 2010 г.
Лектор – И. П. Николаев

1. Электрическое поле в вакууме.

Электрический заряд. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность поля. Принцип суперпозиции. Макроскопический подход к описанию электрических явлений. Объемная плотность заряда. Потенциал. Связь между напряженностью электрического поля и потенциалом. Потенциальный характер электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора \mathbf{E} .

2. Электрическое поле в диэлектриках.

Связанные и свободные заряды. Поляризация молекул диэлектрика. Поляризуемость. Вектор поляризации среды. Диэлектрическая восприимчивость. Вектор электрической индукции. Электростатическая теорема Гаусса. Материальное уравнение. Диэлектрическая проницаемость среды. Дифференциальные уравнения электростатики для напряженности и электрической индукции. Условия на границе двух диэлектриков.

3. Проводники в электрическом поле.

Условие равновесия зарядов в проводнике и его следствия. Свойства электрического поля вблизи поверхности проводника. Поверхностная плотность индуцированного заряда. Емкость уединенного проводника. Электрическое поле двух заряженных проводников. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.

4. Электрический ток.

Электрический ток. Плотность тока. Сила тока. Уравнение непрерывности. Токи в проводниках. Закон Ома в дифференциальной форме. Закон Джоуля-Ленца. Сторонние силы. Стационарные токи. Условие стационарности. Электродвижущая сила. Сопротивление. Закон Ома для замкнутого контура и его участка.

5. Магнитное поле в вакууме.

Взаимодействие движущихся зарядов. Сила Лоренца. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Формула Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле бесконечного прямого провода и кругового контура. Векторный потенциал магнитного поля. Соленоидальный характер магнитного поля. Эталон ампера. Ориентирующее действие магнитного поля. Магнитный момент.

6. Магнитное поле в веществе.

Молекулярные токи. Вектор намагничивания среды. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции напряженности магнитного поля. Основное дифференциальное уравнение магнитостатики. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость среды. Материальное уравнение для магнитного поля. Парамагнетики, диамагнетики и ферромагнетики. Граничные условия для векторов \mathbf{B} и \mathbf{H} .

7. Электромагнитная индукция.

Магнитный поток. Коэффициенты взаимной индукции и самоиндукции. Индуктивность соленоида. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Стороннее поле электромагнитной индукции. Явление самоиндукции. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии.

8. Уравнения Максвелла.

Вихревое электрическое поле. Второе уравнение Максвелла. Вихревые токи. Ток смещения. Первое уравнение Максвелла. Полная система уравнений Максвелла. Теорема однозначности.

Распространение электромагнитных возмущений в пространстве. Волновое уравнение. Скорость света.

9. Теория электрических цепей.

Связь между током и напряжением для основных элементов электрических цепей. Квазистационарные токи. Правила Кирхгофа. Переходные процессы в электрических цепях. Принцип генерации переменной ЭДС. Цепи переменного тока. Метод комплексных амплитуд. Комплексное сопротивление. Правила Кирхгофа для комплексных амплитуд.

10. Электромагнитные волны.

Плоская монохроматическая электромагнитная волна как решение волнового уравнения. Волновое число. Поперечный характер электромагнитной волны. Связь между напряженностью электрического и магнитного поля. Энергия, переносимая электромагнитной волной. Объемная плотность энергии. Вектор Пойнтинга. Излучение электромагнитных волн ускоренно движущимися зарядами. Диаграмма направленности излучения гармонического осциллятора.

11. Свет как электромагнитная волна.

Шкала электромагнитных волн. Геометрические характеристики световой волны. Их связь с частотой волны и показателем преломления среды. Энергетические характеристики световой волны: интенсивность, мощность, энергия. Интенсивность световой волны, поле которой сравнимо с внутриатомным электрическим полем. Естественный и поляризованный свет. Линейная, круговая и эллиптическая поляризация. Дихроичный поляризатор. Закон Малюса. Эффект Доплера.

12. Оптические явления на границе раздела сред.

Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Энергетика отражения и преломления. Формулы Френеля. Эффект Брюстера. Отражение света при нормальном падении. Скачок фазы отраженной волны.

13. Интерференция света.

Сложение двух световых волн в некоторой точке пространства. Формула для суммарной интенсивности света. Конструктивная и деструктивная интерференция. Интерференционная картина и ее характеристики. Оптическая разность хода. Когерентность световых волн как их способность к интерференции. Временная и пространственная когерентность. Применения интерференции: интерферометрия, просветление оптики.

Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики (Учеб. пособие, в 3-х томах): Т.2 «Электричество и магнетизм. Волны. Оптика» – М.: Наука, 1988.
2. Джанколи Д. Физика, Том 2. – М.: Мир, 1989.
3. Электричество и магнетизм: Учебно-методическое пособие (под редакцией В.А.Макарова) – М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ; МАКС Пресс, 2006.

Дополнительная литература:

1. Калашников С.Г. Электричество. – М.: Наука, 1985.
2. Тамм И.Е. Основы теории электричества. – М.: Наука, 1989.
3. Годжаев Н.М. Оптика. – М.: Высшая школа, 1977.
4. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. – М.: Изд-во Московского университета, 1998.