Программа курса «Электричество и магнетизм»

Введение. Краткий исторический обзор развития представлений о природе электричества и магнетизма.

Электрическое поле в вакууме. Электризация тел. Электрические заряды и их свойства. Описание макроскопических заряженных тел: модели точечного и непрерывно распределенного зарядов. Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона.

Электрическое поле. Напряженность поля. Вектор напряженности поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Поле электрического диполя. Графическое представление электрических полей. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Остроградского – Гаусса и ее применение к расчету полей. Работа сил поля при перемещении зарядов. Потенциал электрического поля. Циркуляция вектора напряженности. Эквипотенциальные поверхности. Потенциал поля точечного заряда, диполя, системы зарядов. Связь потенциала и напряженности поля. Диполь во внешнем электрическом поле.

Проводники в электрическом поле. Электрическое поле заряженного проводника. Условия равновесия и распределение зарядов в проводниках. Напряженность поля у поверхности заряженного проводника и ее связь с поверхностной плотностью зарядов. Электростатический генератор Ван-де-Граафа.

Проводники во внешнем электрическом поле. Электростатическая индукция. Электризация через влияние. Электростатическая защита. Расчет поля наведенных зарядов, метод зеркальных отображений.

Электроемкость уединенного проводника. Электроемкость конденсатора. Плоский, сферический и цилиндрический конденсаторы. Соединение конденсаторов.

Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость. Свободные и связанные заряды. Полярные и неполярные молекулы. Поляризованность и ее связь с поверхностной плотностью поляризационных зарядов. Электрическое поле в диэлектриках. Теорема Остроградского – Гаусса для поля в диэлектриках. Вектор электрического смещения. Электрическая восприимчивость и её связь с диэлектрической проницаемостью. Электрическое поле на границе раздела двух диэлектриков. Особенности поляризации твердых диэлектриков. Электреты. Пьезоэлектричество. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики.

Энергия электрического поля. Энергия системы неподвижных точечных зарядов. Энергия заряженных проводников. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электрического поля.

Постоянный ток. Движение зарядов в электрическом поле. Электрический ток. Единица измерения тока – ампер. Условия

возникновения электрического тока. Закон Ома для участка однородной цепи. Сопротивление проводника. Дифференциальная форма закона Ома. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для неоднородного участка и для замкнутой цепи. Напряжение на зажимах источника. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля – Ленца. Дифференциальная форма закона Джоуля – Ленца. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.

Электропроводность твердых тел. Классификация твердых тел (проводники, диэлектрики и полупроводники). Природа тока в металлах. Исследования Мандельштама и Папалекси, Стюарта и Толмена. Классическая электронная теория электропроводимости металлов. Объяснение законов Ома, Джоуля – Ленца и Видемана – Франца. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Трудности классической электронной теории электропроводимости металлов. Понятие о собственной и примесной проводимости полупроводников, зависимость её от температуры и освещенности.

Контактные явления в металлах и полупроводниках. Работа выхода электронов из металла. Контактная разность потенциалов. Законы Вольта. Термоэлектрические явления.

Электропроводность электролитов. Электролиты. Электролитическая диссоциация. Подвижность ионов. Закон Ома для электролитов. Электролиз. Законы Фарадея. Определение заряда иона. Использование электролиза в технике. Электрохимические потенциалы. Гальванические элементы. Поляризация гальванических элементов. Деполяризация. Аккумуляторы.

Электрический ток в газах и вакууме. Ионизация газов и рекомбинация ионов. Несамостоятельные и самостоятельные газовые разряды. Вольтамперная характеристика несамостоятельного газового разряда. Виды самостоятельных разрядов (тлеющий, дуговой, искровой, коронный). Понятие о плазме. Использование газовых разрядов в технике. Катодные лучи. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Электронные лампы (диод и триод) и их использование.

Магнитное поле. Основные магнитные явления. Магнитное поле электрического тока. Индукция магнитного поля. Линии магнитной индукции. Магнитный поток. Закон Био – Савара – Лапласа. Магнитное поле прямого, кругового и соленоидального токов. Циркуляция вектора магнитной индукции. Закон полного тока. Сила Ампера. Сила взаимодействия параллельных токов. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Действие электрического и магнитного полей на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Определение удельного заряда электрона. Эффект Холла и его применение. Принцип работы магнитогидродинамических генераторов.

Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Направление индукционного тока. Правило Ленца. Электродвижущая сила индукции.

Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко. Скин-эффект. Самоиндукция и взаимоиндукция. Индуктивность соленоида. Работа силы Ампера. Энергия магнитного поля тока. Энергия и плотность энергии магнитного поля.

Магнитные свойства вещества. Магнитное поле в магнетиках. Связь индукции и напряженности магнитного поля в магнетиках. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Гиромагнитные явления. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетики. Гистерезис. Работы Столетова. Точка Кюри.

Квазистационарные токи. Электрические колебания. Получение переменной ЭДС. Действующее и среднее значения переменного тока. Методы векторных диаграмм и комплексных амплитуд. Активное сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс в последовательной и параллельной цепи. Мощность переменного тока. Проблема передачи электроэнергии. Электромагнитный колебательный контур. Незатухающие колебания. Формула Томсона. Затухающие колебания. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс. Добротность и полоса пропускания контура. Электрические автоколебания. Автогенераторы.

Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Опыты Роуланда и Эйхенвальда. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.

Электромагнитные волны. Плоские электромагнитные волны в вакууме, скорость их распространения. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Умова – Пойнтинга. Изобретение радиосвязи. Принцип радиосвязи. Шкала электромагнитных волн.

Электромагнитные волны в длинных линиях. Понятие о системе канализации электромагнитной энергии. Волны вдоль проводов. Волновое уравнение. Скорость волны. Волновое сопротивление линии. Отражение волн. Стоячие волны в отрезках длинных линий.