

ПРОГРАММА КОЛЛОКВИУМА ПО КУРСУ

“ЭЛЕКТРОДИНАМИКА”

(ноябрь 2006 г.)

1. Основы векторного анализа. Дифференциальные операции 1-го и 2-го порядков. Оператор “набла”. Основные тождества. Интегральные теоремы. Криволинейные системы координат.

2. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Постулаты, связывающие электромагнитные явления с механическими (плотность энергии или сила Лоренца). Материальные уравнения.

3. Граничные условия для полей. Понятие поверхностных зарядов и токов.

Электростатика

1. Уравнение электростатического поля. Скалярный потенциал. Уравнения Пуассона и Лапласа. Общее уравнение для потенциала в неоднородном диэлектрике. Граничные условия для потенциала на поверхностях диэлектриков и проводников.

2. Некоторые общие теоремы электростатики. Теорема единственности решения. Теорема о минимуме и максимуме потенциала. Теорема Ирншоу. Теорема взаимности. Классификация задач электростатики, прямые и обратные задачи.

3. Прямая задача электростатики для безграничной, однородной среды. Функция Грина. Общее решение уравнения Пуассона. Поле произвольной системы зарядов на большом расстоянии от нее. Разложение по мультиполям. Понятие дипольного момента.

4. Методы решения прямой задачи при наличии проводников и неоднородных диэлектриков.

а) Конструктивные методы: металлизация эквипотенциальных поверхностей; метод изображений; метод заполнения.

б) Метод разделения переменных. Частные решения уравнения Лапласа в декартовой системе координат. Задача о диэлектрическом шаре в однородном внешнем поле.

5. Линейные соотношения между зарядами и потенциалами проводников. Понятие емкости.

6. Энергия электростатического поля. Представление в виде интеграла по области источников. Собственная и взаимная энергия различных подсистем. Энергия взаимодействия внешнего поля с точечным зарядом и с точечным диполем. Энергия системы проводников. Теорема Томсона о минимуме электростатической энергии.

7. Силы в электростатическом поле. Энергетический метод расчета обобщенных сил. Выражение для силы в системе проводников с постоянными зарядами или постоянными потенциалами. Силы, действующие на заряд и диполь во внешнем поле; момент сил, действующих на диполь. Плотность силы, действующей на поверхность проводника. Объемная плотность силы в жидком диэлектрике. Случай линейной зависимости диэлектрической проницаемости от плотности вещества.

Постоянные токи (токостатика)

Уравнения теории постоянных токов в проводящей среде. Граничные условия для плотности тока. Понятие идеального электрода и идеального изолятора. Формальная аналогия с электростатикой; примеры ее использования для решения задач. Понятие сопротивления. Закон Джоуля-Ленца. Токи в квазилинейных проводниках. Законы Кирхгофа.

Магнитостатика.

1. Уравнения, описывающие магнитное поле постоянных токов. Векторный потенциал. Уравнения для векторного потенциала в однородной среде и его решение. Закон Био-Саварра.

2. Поле произвольной системы токов на большом расстоянии от нее. Разложение по мультиполям. Понятие магнитного дипольного момента. Поле магнитного диполя.

3. Скалярный потенциал магнитного поля. Магнитный листок как эквивалент линейного контура с током. Аналогия между магнитостатическими и электростатическими полями как проявление принципа двойственности и основанные на ней примеры решения задач магнитостатики (магнитное экранирование; отражение в полупространстве; заполнение магнетиком; шар в однородном поле).

4. Поля, создаваемые намагниченными телами. Замена намагниченности эквивалентными электрическими токами и фиктивными магнитными зарядами.

5. Энергия и силы в магнитном поле. Представление энергии в виде интеграла по области источников. Энергия системы квазилинейных токов. Коэффициенты самоиндукции и взаимной индукции. Сила, действующая на элемент квазилинейного контура с током. Сила и вращающий момент, действующие на магнитный диполь. Объемная плотность силы.