

ПРОГРАММА КОЛЛОКВИУМА ПО КУРСУ
“ЭЛЕКТРОДИНАМИКА”
Специальность “Информационные системы”
(ноябрь 2006 г.)

Общие свойства электромагнитных полей

1. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Постулаты, связывающие электромагнитные явления с механическими (плотность энергии или сила Лоренца).
2. Материальные уравнения. Диэлектрическая и магнитная проницаемости, проводимость.
3. Граничные условия для полей. Понятие поверхностных зарядов и токов.
4. Важнейшие общие свойства уравнений Максвелла и их решений. Скаляры, векторы и псевдовекторы в уравнениях Максвелла. Линейность уравнений и принцип суперпозиции решений. Обратимость уравнений во времени. Принцип перестановочной двойственности и эквивалентные магнитные источники.
5. Законы сохранения, следующие из уравнений Максвелла. Закон сохранения заряда (уравнение непрерывности). Закон сохранения энергии (теорема Пойнтинга). Вектор Пойнтинга и понятие потока электромагнитной энергии. Плотность энергии электромагнитного поля в среде без дисперсии. Джоулевы потери.
6. Теорема единственности решения уравнений Максвелла при заданных начальных и граничных условиях.

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 о неустойчивости системы зарядов (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. Обратная задача электростатики и неоднозначность ее решения.

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

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

8. 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 пондеромоторной силы в диэлектрике.

Постоянные токи

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-Савара.

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; метод изображений; заполнение магнетиком; шар в однородном поле).

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

5. Поле системы квазилинейных токов. Коэффициенты самоиндукции и взаимной индукции.

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