

Вопросы к экзамену по дисциплине «Электромагнетизм».  
Лектор: проф. П.А.Поляков

1. Электромагнитное взаимодействие и его место среди других взаимодействий в природе. Электрический заряд. Микроскопические носители заряда. Опыт Милликана. Закон сохранения электрического заряда. Развитие физики электричества в работах М.В.Ломоносова.
2. Электростатика. Закон Кулона. Его полевая трактовка. Вектор напряженности электрического поля. Напряженность электрического поля точечного заряда. Линии напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей.
3. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Остроградского–Гаусса, её представление в дифференциальной форме. Примеры решения задач электростатики с помощью теоремы Остроградского–Гаусса.
4. Потенциал электрического поля точечного заряда и его нормировка. Потенциальность электростатического поля. Связь потенциала с вектором напряженности электрического поля. Эквипотенциальные поверхности. Работа сил электростатического поля.
5. Циркуляция вектора напряженности электрического поля. Теорема о циркуляции, её представление в дифференциальной форме. Система полевых уравнений электростатики в вакууме в интегральной и дифференциальной форме. Уравнения Пуассона и Лапласа.
6. Электрический диполь. Потенциал и напряженность электрического поля точечного диполя. Дипольное приближение для системы зарядов.
7. Проводники в электростатическом поле. Электростатическая индукция. Напряженность поля у поверхности и внутри проводника. Распределение заряда по поверхности проводника. Электростатическая защита. Метод зеркальных изображений. Проводящий шар в однородном электрическом поле.
8. Связь между зарядом и потенциалом проводника. Электроёмкость. Конденсаторы. Ёмкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Сложные конденсаторы, емкостные коэффициенты.
9. Диэлектрики. Свободные и связанные заряды. Связь вектора поляризации со связанными зарядами. Микроскопическое и макроскопическое поле в веществе.
10. Вектор электрической индукции в диэлектрике. Материальное уравнение для векторов электрического поля. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле однородно поляризованного диэлектрического шара. Фактор формы.
11. Теорема Остроградского–Гаусса для случая диэлектриков в дифференциальной и интегральной форме. Система полевых уравнений электро-

статики в бесконечной изотропной диэлектрической среде. Граничные условия для векторов напряженности и электрической индукции.

12. Энергия системы электрических зарядов. Энергия электростатического поля и её объемная плотность. Энергия взаимодействия и собственная энергия. Энергия электрического диполя во внешнем поле.
13. Пондеромоторные силы в электрическом поле и методы их вычислений. Силы, действующие на диполь. Связь пондеромоторных сил с энергией системы зарядов. Сила взаимодействия точечных зарядов в диэлектрике.
14. Электронная теория поляризации диэлектриков. Локальное поле. Неполярные диэлектрики. Формула Клаузиуса–Моссотти. Полярные диэлектрики. Функция Ланжевена. Поляризация ионных кристаллов.
15. Электрические свойства кристаллов. Пироэлектрики. Пьезоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэффект и его применение. Сегнетоэлектрики. Их основные свойства. Доменная структура сегнетоэлектриков. Гистерезис. Точка Кюри сегнетоэлектриков. Применение сегнетоэлектриков.
16. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Линии тока. Электрическое поле в проводнике с током и его источники. Уравнение непрерывности. Условие стационарности тока.
17. Электрическое напряжение. Закон Ома для участка цепи. Электросопротивление. Закон Ома в дифференциальной форме. Удельная электропроводность вещества. Отсутствие в однородном проводнике объемных зарядов.
18. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца и его дифференциальная форма.
19. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Примеры их применения.
20. Стационарные токи и электрическое поле в сплошных средах. Электролитическая ванна. Заземление. Электросопротивление сплошной среды.
21. Магнитостатика. Взаимодействие токов. Элемент тока. Закон Био–Савара–Лапласа и его полевая трактовка. Вектор индукции магнитного поля. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера.
22. Векторный потенциал магнитного поля тока. Вихревой характер магнитного поля. Уравнение для векторного потенциала. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в дифференциальной и интегральной форме. Система полевых уравнений магнитостатики в вакууме.
23. Релятивистская природа магнитных взаимодействий на примере взаимодействия двух однородно заряженных тонких бесконечных стержней. Сила Лоренца. Магнитное поле движущегося заряда. Эффект Холла.
24. Элементарный ток и его магнитный момент. Поле элементарного тока. Элементарный ток в магнитном поле.
25. Поток вектора магнитной индукции (магнитный поток). Потенциальная функция тока. Сила, действующая на контур с током в неоднородном магнитном поле.

26. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции Фарадея и его формулировка в дифференциальной форме. Правило Ленца. Индукционные методы измерения магнитных полей.
27. Магнитная энергия тока. Магнитная энергия системы контуров тока. Энергия магнитного поля и её объемная плотность.
28. Магнетики. Понятие о молекулярных токах. Вектор намагниченности вещества и его связь с молекулярными токами. Вектор напряженности магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества. Материальное уравнение для векторов магнитного поля.
29. Система полевых уравнений магнитостатики в изотропных бесконечных магнитных средах. Граничные условия для векторов напряженности и индукции магнитного поля. Магнитная защита. Поле однородно намагниченного шара. Влияние формы магнетика на его намагниченность.
30. Классификация магнетиков: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Классическое описание диамагнетизма. Ларморова прецессия. Парамагнетизм. Теория Ланжевена.
31. Микроскопические носители магнетизма. Магнитомеханический опыт Эйнштейна–де Гааза. Механомагнитный опыт Барнетта. Гиромагнитное отношение.
32. Ферромагнетики. Гистерезис намагничивания, кривая Столетова. Остаточная индукция и коэрцитивная сила. Спонтанная намагниченность и температура Кюри. Доменная структура. Температурная зависимость намагниченности. Магниторезистивный эффект и его применение.
33. Энергия магнитного поля в бесконечной изотропной магнитной среде. Силы, действующие на магнетики в магнитном поле.
34. Квазистационарные поля. Критерий квазистационарности. Переходные процессы в RC и RL цепях.
35. Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Уравнение гармонических колебаний. Собственные колебания в контуре. Энергия гармонических колебаний.
36. Затухающие колебания в контуре и их уравнение. Показатель затухания. Время релаксации. Логарифмический декремент затухания. Добротность контура.
37. Колебания в связанных контурах. Нормальные колебания (моды) и их частоты. Парциальные колебания и их частоты.
38. Вынужденные колебания в контуре. Процесс установления вынужденных колебаний. Электромеханическая аналогия. Закон установившихся колебаний заряда на пластинах конденсатора, напряжений (на емкости, на индуктивности и на сопротивлении) и тока в контуре.
39. Переменный синусоидальный ток. Метод векторных диаграмм и метод комплексных амплитуд. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление. Импеданс. Закон Ома для цепей переменного тока.

40. Резонанс напряжений. Напряжения и токи при резонансе. Ширина резонансной кривой.
41. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока. Резонанс токов.
42. Работа и мощность переменного тока. Эффективные значения тока и напряжения. Коэффициент мощности.
43. Техническое использование переменных токов. Генераторы и электродвигатели. Трехфазный ток. Получение и использование вращающегося магнитного поля. Соединение обмоток генератора и нагрузки «звездой» и «треугольником». Фазное и линейное напряжения.
44. Трансформатор. Принцип действия, устройство, применение. Коэффициент трансформации. Роль сердечника. Токи Фуко.
45. Коэффициент взаимной индукции двух контуров. Коэффициент самоиндукции (индуктивность). Явление самоиндукции.
46. Высокочастотные токи. Скин-эффект. Толщина скин-слоя.
47. Система уравнений Максвелла как обобщение опытных данных. Ток проводимости и ток смещения. Взаимные превращения электрических и магнитных полей.
48. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн. Связь векторов напряженности электрического и магнитного полей и волнового вектора в гармонической электромагнитной волне. Вектор Умова–Пойтинга.
49. Основные положения классической электронной теории проводимости Друде–Лоренца. опыты Толмена и Стюарта. Законы Ома, Джоуля–Ленца и Видемана–Франца в классической теории. Трудности классической электронной теории.
50. Понятие о зонной теории твердых тел. Энергетические уровни и формирование энергетических зон. Принцип Паули. Статистика Ферми–Дирака. Особенности зонной структуры диэлектриков, полупроводников и металлов. Объяснение проводимости твердых тел с помощью зонной теории.
51. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводники p и n типа, p – n переход. Биполярные и полевые транзисторы. Применение полупроводников. Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество. Термодвижущая сила. Термопары. Эффект Пельтье.
52. Сверхпроводимость. Основные свойства сверхпроводников. Магнитная индукция внутри сверхпроводника. Эффект Мейснера. Критическое поле. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников.