

ВОПРОСЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ПО РАЗДЕЛУ

«ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ» 2024/25 уч. г.

1. Электрические заряды и электрическое поле. Закон сохранения заряда, элементарный заряд. Напряжённость электрического поля. Закон Кулона. Гауссова система единиц (СГС) и система СИ. Принцип суперпозиции. Электрическое поле диполя.
2. Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Её применение для нахождения электростатических полей.
3. Потенциальный характер электростатического поля. Теорема о циркуляции электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь напряжённости поля с градиентом потенциала. Граничные условия для вектора \mathbf{E} .
4. Уравнения Пуассона и Лапласа. Проводники в электрическом поле. Граничные условия на поверхности проводника. Единственность решения электростатической задачи. Метод изображений. Изображение точечного заряда в проводящих плоскости и сфере.
5. Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектриков. Свободные и связанные заряды. Вектор поляризации и вектор электрической индукции. Поляризуемость частиц среды. Диэлектрическая проницаемость среды. Теорема Гаусса в диэлектриках. Граничные условия на границе двух диэлектриков.
6. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Вычисление ёмкостей плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Взаимная энергия зарядов. Энергия в системе заряженных проводников.
7. Энергия электрического поля в веществе. Энергия диполя во внешнем поле (жёсткий и упругий диполи). Силы, действующие на диполь в неоднородном электрическом поле. Энергетический метод вычисления сил (метод виртуальных перемещений), вычисление сил при постоянных зарядах и при постоянных потенциалах.
8. Постоянный ток. Сила тока, объёмная и поверхностная плотности тока. Закон Ома в интегральной и локальной формах. Уравнение непрерывности для плотности заряда. Закон Джоуля–Ленца в интегральной и локальной формах. Токи в неограниченных средах.
9. Постоянный ток в замкнутых электрических цепях. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока.
10. Магнитное поле постоянного тока в вакууме. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био–Савара. Теорема о циркуляции магнитного поля в вакууме. Теорема Гаусса для магнитного поля. Магнитное поле прямого провода, соленоида, тороидальной катушки.
11. Магнитный момент тока. Точечный магнитный диполь. Сила и момент сил, действующие на виток с током в магнитном поле. Эквивалентность витка с током и магнитного диполя.
12. Магнитное поле в веществе. Магнитная индукция и напряжённость поля. Вектор намагниченности. Токи проводимости и молекулярные токи. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе. Граничные условия на границе двух магнетиков. Постоянные магниты.
13. Электромагнитная индукция. Поток магнитного поля. ЭДС индукции в движущихся и неподвижных проводниках. Вихревое электрическое поле. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции в интегральной и дифференциальной формах. Фарадеевская и максвелловская трактовка явления электромагнитной индукции.
14. Коэффициенты само- и взаимной индукции. Теорема взаимности. Взаимная индуктивность двух катушек на общем магнитопроводе. Взаимная энергия токов. Локализация магнитной энергии в пространстве, объёмная плотность магнитной энергии.
15. Энергетический метод вычисления сил в магнитном поле. Вычисление сил при постоянном токе и потоке магнитного поля. Магнитные цепи. Подъёмная сила электромагнита.
16. Магнитные свойства вещества. Качественные представления о механизме намагничивания пара- и диамагнетиков. Качественные представления о ферромагнетиках. Ферромагнитный гистерезис.
17. Магнитные свойства сверхпроводников I рода, эффект Мейсснера. Сверхпроводящий шар в магнитном поле. Метод изображений для сверхпроводников.
18. Относительный характер электрического и магнитного полей. Сила Лоренца. Преобразование \vec{E} и \vec{B} при смене системы отсчёта (при $v \ll c$). Поле равномерно движущегося точечного заряда.

19. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Циклотронная частота и ларморовский радиус. Дрейф в скрещенных однородных полях.
20. Эффект Холла, влияние магнитного поля на проводящие свойства сред.
21. Магнитное действие переменного электрического поля. Ток смещения.
22. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Граничные условия. Материальные уравнения.
23. Энергия переменного электромагнитного поля. Поток электромагнитной энергии, теорема Пойнтинга. Примеры применения теоремы Пойнтинга.
24. Квазистационарные электрические цепи, условие квазистационарности. Зарядка и разрядка конденсатора. Установление тока в катушке индуктивности. Интегрирующие и дифференцирующие цепочки.
25. Свободные колебания в линейных системах. Колебательный RLC -контур. Коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность. Энергетический смысл добротности.
26. Вынужденные колебания под действием синусоидальной силы. Амплитудная и фазовая характеристики. Резонанс. Ширина резонанса и ее связь с добротностью. Процесс установления вынужденных колебаний, биения.
27. Установившиеся колебания в цепи переменного тока. Комплексная форма представления колебаний. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс). Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока.
28. Спектральное разложение электрических сигналов. Спектр одиночного прямоугольного импульса и периодической последовательности импульсов. Вынужденные колебания под действием произвольной силы. Соотношение неопределённости.
29. Спектральный анализ линейных систем. Частотная характеристика и импульсный отклик системы. Колебательный контур как спектральный прибор. Интегрирующая и дифференцирующая цепочки как высокочастотный и низкочастотный фильтры.
30. Модуляция и детектирование сигналов. Амплитудная и фазовая модуляции. Спектры гармонически модулированных по фазе и амплитуде сигналов. Квадратичное детектирование сигналов.
31. Электрические флуктуации. Тепловой шум. Тепловые флуктуации в колебательном контуре. Интенсивность теплового шума, формула Найквиста.
32. Электрические флуктуации. Дробовой шум. Интенсивность дробового шума, закон \sqrt{N} , формула Шоттки.
33. Параметрическое возбуждение колебаний. Условие параметрического резонанса.
34. Автоколебания в электрических цепях. Положительная обратная связь. Условие самовозбуждения.
35. Волновое уравнение как следствие уравнений Максвелла. Электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения.
36. Монохроматические волны. Комплексная амплитуда волны. Плоская электромагнитная волна. Приближение сферической волны. Связь полей \mathbf{E} и \mathbf{B} в плоской электромагнитной волне. Стоячие и бегущие волны. Отражение волн от идеального проводника.
37. Поток энергии в электромагнитной волне. Давление излучения. Электромагнитный импульс.
38. Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Полное внутреннее отражение.
39. Излучение электромагнитных волн. Зависимость интенсивности дипольного излучения от частоты, диаграмма направленности.
40. Линии передачи энергии. Двухпроводная линия, коаксиальный кабель. Скорость волны, волновое сопротивление. Коэффициент стоячей волны. Согласованная нагрузка.
41. Электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Простейшие типы волн в волноводе прямоугольного сечения. Дисперсионное уравнение, критическая частота, длина волны и фазовая скорость волны в волноводе. Объёмные электромагнитные резонаторы.
42. Квазистационарное проникновение электрического и магнитного полей в проводящую среду. Скин-эффект. Глубина скин-слоя для постоянного и переменного полей.
43. Плазма. Дебаевский радиус экранирования. Плазменные колебания, плазменная частота.
44. Диэлектрическая проницаемость холодной плазмы. Проникновение электромагнитных волн в плазму.