

1. Электромагнитное взаимодействие и его место среди других взаимодействий в природе. Электризация трением. Два типа электрических зарядов. Электроскоп. Закон сохранения электрического заряда. Опыт Милликена.
2. Вектор напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Уравнения электростатики. Теорема Гаусса. Примеры применения теоремы Гаусса. Теорема о циркуляции напряженности электрического поля. Напряженность электрического поля точечного заряда. Закон Кулона. Опыты Кулона и Кавендиша. Теорема Ирншоу.
3. Потенциал электростатического поля. Связь вектора напряженности электростатического поля и потенциала. Работа сил электростатического поля. Потенциальная энергия системы зарядов.
4. Электрический диполь. Потенциал и напряженность поля диполя. Дипольный момент системы зарядов.
5. Уравнения Лапласа и Пуассона. Примеры решения уравнений Лапласа и Пуассона: потенциал равномерно заряженного шара, дебаевская экранировка потенциала в электролите.
6. Проводники в электростатическом поле. Электростатическая индукция. Напряженность поля у поверхности и внутри проводника. Распределение заряда по поверхности проводника. Электростатическая защита.
7. Метод электростатических изображений. Точечный заряд вблизи проводящей плоскости. Точечный заряд вблизи проводящей сферы.
8. Связь между зарядом и потенциалом проводника. Электроемкость. Емкостные коэффициенты. Конденсаторы. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов.
9. Диэлектрики. Свободные и связанные заряды. Вектор поляризации. Связь вектора поляризации со связанными зарядами. Теорема Гаусса для вектора поляризации.
10. Вектор электрической индукции в диэлектрике. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость вещества. Материальное уравнение для векторов электрического поля.
11. Теорема Гаусса для вектора электрической индукции. Ее дифференциальная форма. Граничные условия для векторов напряженности и электрической индукции. Диэлектрический шар в однородном электрическом поле. Факторы формы.

12. Энергия системы электрических зарядов. Энергия взаимодействия и собственная энергия. Энергия электростатического поля и ее объемная плотность. Энергия электрического диполя во внешнем поле.
13. Пондеромоторные силы в электрическом поле. Связь пондеромоторных сил с энергией системы зарядов. Сила и момент силы, действующие на электрический диполь во внешнем поле. Объемная плотность силы, действующей на диэлектрик. Поверхностные силы, действующие на диэлектрик.
14. Электронная теория поляризации диэлектриков. Локальное поле. Неполярные диэлектрики. Формула Клаузиуса – Моссотти.
15. Электронная теория поляризации диэлектриков. Полярные диэлектрики. Теория Ланжевена.
16. Электрические свойства кристаллов. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики. Доменная структура сегнетоэлектриков. Гистерезис. Пьезоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.
17. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Линии тока. Электрическое поле в проводнике с током. Уравнение непрерывности. Условие стационарности тока. Электрическое напряжение. Закон Ома для участка цепи. Электросопротивление. Температурная зависимость электросопротивления нормального металла.
18. Постоянный электрический ток. Закон Ома в локальной форме. Удельная электропроводность вещества. Токи в сплошных средах. Шаговая разность потенциалов. Конденсатор с утечкой.
19. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля – Ленца и его локальная форма. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
20. Вектор индукции магнитного поля. Векторный потенциал электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность электромагнитного поля. Калибровка Кулона.
21. Магнитостатика. Уравнения магнитостатики. Уравнения для векторного потенциала и их решения. Закон Био – Савара – Лапласа для объемных токов. Элемент тока. Закон Био – Савара – Лапласа для контура с током.
22. Магнитостатика. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции. Вихревой характер магнитного поля. Уравнение $\operatorname{div} \mathbf{B} = 0$. Поле бесконечно длинного соленоида. Эффект Ааронова-Бома.

23. Действие магнитного поля на ток. Сила Ампера и сила Лоренца. Элементарный ток и его магнитный момент. Элементарный ток в магнитном поле. Сила и момент силы, действующие на магнитный диполь.
24. Поток вектора магнитной индукции. Коэффициенты индуктивности. Коэффициент самоиндукции. Коэффициент взаимной индукции двух контуров. Потенциальная функция тока. Связь между потенциальной функцией и магнитной энергией. Магнитная энергия системы контуров с токами. Взаимодействие двух контуров с током. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии.
25. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции Фарадея и его дифференциальная форма. Правило Ленца. Индукционные методы измерения магнитных полей. Токи Фуко. Явление самоиндукции.
26. Преобразования Лоренца для плотности заряда и плотности тока. Преобразования Лоренца для скалярного и векторного потенциалов электромагнитного поля. Преобразования Лоренца для напряженности электрического поля и индукции магнитного поля.
27. 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. Границные условия для векторов напряженности и индукции магнитного поля. Аналогии между электростатикой и магнитостатикой. Факторы формы.
28. Энергия магнитного поля в магнетиках. Энергия намагничивания магнетика. Объемная плотность силы, действующей на магнетик во внешнем поле. Плотность потока энергии электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга.
29. Классификация магнетиков. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Классическое описание диамагнетизма. Гиромагнитное отношение. Ларморова прецессия. Магнитная восприимчивость диамагнетика.
30. Классификация магнетиков. Парамагнетизм. Теория Ланжевена.
31. Ферромагнетики. Локальное поле. Модель Вейса. Спонтанная намагниченность и температура Кюри. Температурная зависимость намагниченности. Доменная структура. Гистерезис намагничивания, кривая Столетова. Остаточная индукция и коэрцитивная сила.
32. Квазистационарные токи. Условия квазистационарности. Переходные процессы в RC- и RL-цепях. Экстраполки размыкания.

33. Электромагнитные колебания в электрических цепях. Последовательный колебательный контур. Собственные колебания в контуре. Затухающие колебания. Показатель затухания. Время релаксации. Логарифмический декремент затухания. Баланс энергии в колебательном контуре. Добротность контура.
34. Переменный синусоидальный ток. Метод векторных диаграмм и метод комплексных амплитуд. Активное, емкостное и индуктивное сопротивления. Импеданс. Закон Ома для цепей переменного тока. Правила Кирхгофа для цепей переменного тока. Мощность, потребляемая в цепи переменного тока. Эффективные значения тока и напряжения.
35. Электромагнитные колебания в электрических цепях. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
36. Электромагнитные колебания в электрических цепях. Колебания в связанных контурах. Парциальные колебания и их частоты. Нормальные колебания.
37. Техническое применение переменных токов. Принцип работы трансформатора. Принцип работы генератора и электродвигателя. Трехфазный ток. Соединение обмоток «звездой» и «треугольником». Фазное и линейное напряжения.
38. Ток проводимости и ток смещения. Система уравнений Максвелла в вакууме и в среде. Интегральные теоремы, следующие из уравнений Максвелла.
39. Высокочастотные токи. Скин-эффект. Толщина скин-слоя.
40. Волны в двухпроводной линии. Телеграфные уравнения. Волновое сопротивление линии. Волновое уравнение. Бегущие волны. Монохроматическая бегущая волна. Стоящие волны.
41. Электромагнитные волны в вакууме. Волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн. Плоские волны. Монохроматические плоские волны. Поляризация электромагнитной волны. Плотность потока энергии и интенсивность.
42. Излучение электромагнитных волн в дипольном приближении. Запаздывающие потенциалы. Мощность излучения ускоренно движущегося заряда. Оценка времени жизни атома в рамках классической электродинамики.
43. Классическая теория электронной проводимости Друде – Лоренца. Опыт Толмена – Стюарта. Закон Ома. Закон Видемана – Франца. Ограничность классической электронной теории.

44. Основы зонной теории проводимости твердого тела. Уровни энергии и плотность квантовых состояний. Энергетические зоны. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Эффективная масса электрона. Закон Видемана – Франца.
45. Полупроводники. Электроны и дырки в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводники р- и н-типа, р–п-переход. Полупроводниковые диоды. Солнечная батарея.
46. Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество. Эффект Зеебека. Термопары. Эффект Пельтье.
47. Термоэлектромагнитные явления. Эффект Холла. Эффект Нернста. Эффект Ледюка-Риги. Эффект Эттингсгаузена.
48. Сверхпроводимость. Основные свойства сверхпроводников. Магнитная индукция внутри сверхпроводника. Эффект Мейснера. Критическое поле. Сверхпроводники первого и второго рода.