

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО КУРСУ "ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ"

### Глава I. Электростатическое поле в вакууме

1. Точечный заряд (определение).
2. Пробный заряд (определение).
3. Фундаментальные свойства заряда (формулировка, описание).
4. Значение элементарного заряда (написать).
5. Закон Кулона (сформулировать, написать формулу).
6. Значение и единица измерения электрической постоянной (написать).
7. Напряженность электрического поля (определение, единица измерения).
8. Принцип суперпозиции электрических полей (сформулировать).
9. Плотности заряда (определение, единицы измерения).
10. Силовая линия в электрическом поле (определение, свойства).
11. Поток напряженности электрического поля (определение, единица измерения).
12. Электростатическая теорема Гаусса в интегральной форме (формула, формулировка).
13. Граничные условия для нормальной составляющей напряженности электрического поля (формулировка, формула).
14. Дивергенция вектора (определение, формула, запись в декартовой системе координат).
15. Формула Остроградского-Гаусса (формула).
16. Электростатическая теорема Гаусса в дифференциальной форме (формула, формулировка).
17. Теорема Ирншоу (формулировка, доказательство).
18. Напряженность электрического поля дискретного и непрерывного распределений заряда (формулы).
19. Разность потенциалов электрического поля (определение, формула, единица измерения).
20. Потенциал электрического поля (определение, формула, единица измерения).
21. Потенциал электрического поля дискретного и непрерывного распределений заряда (формулы).
22. Локальная связь между потенциалом и напряженностью электрического поля (формула).
23. Эквипотенциальная поверхность (определение, свойства, примеры).
24. Электрический диполь и электрический дипольный момент (определения, единица измерения).
25. Точечный (элементарный) электрический диполь (определение).
26. Электрический дипольный момент нейтральной системы зарядов (определение, формула).
27. Напряженность электрического поля точечного электрического диполя (формула).
28. Потенциал электрического поля точечного электрического диполя (формула).
29. Циркуляция вектора (формула).
30. Теорема о циркуляции напряженности электрического поля (формулировка, формула).
31. Граничные условия для тангенциальной составляющей напряженности электрического поля (формулировка, формула).
32. Ротор вектора (определение, формула, запись в декартовой системе координат).
33. Формула Стокса (формула).
34. Оператор Лапласа (запись в декартовой системе координат).
35. Уравнения Пуассона и Лапласа (формулы).

## Глава II. Электростатическое поле в веществе

1. Микроскопические и макроскопические поля в веществе (описание, определение характеристик этих полей).
2. Свободные и связанные заряды в веществе (определение).
3. Напряженность и потенциал электрического поля, а также плотность свободных зарядов внутри однородного проводника (утверждения, доказательство).
4. Напряженность электрического поля у поверхности однородного проводника, ее связь с поверхностной плотностью свободных зарядов (рисунок, формула).
5. Влияние кривизны поверхности проводника на поверхностную плотность свободных зарядов (утверждение, пояснения).
6. Свойства замкнутой проводящей оболочки (формулировка, доказательство).
7. Простой конденсатор и его емкость (определения, формула, единица измерения).
8. Емкость батарей параллельно и последовательно соединенных конденсаторов (формулы, доказательство).
9. Основные механизмы электрической индукции в диэлектриках (описание).
10. Вектор электрической поляризации (определение, формула).
11. Аналог теоремы Гаусса для вектора поляризации в дифференциальной и интегральной формах (формулы).
12. Граничные условия для нормальной составляющей вектора поляризации (формулировка, формула).
13. Электрическая индукция (определение, формула, единица измерения).
14. Теорема Гаусса для электрической индукции в интегральной и дифференциальной формах (формулировка, формулы).
15. Граничные условия для векторов электрического поля в изотропных диэлектриках (формулы пояснения).
16. Материальные уравнения для электрического поля, диэлектрическая восприимчивость и проницаемость (формулы, условия применения, определения).
17. Граничные условия для изотропных диэлектриков (формулы).
18. Закон преломления силовых линий электрического поля (формула, рисунок).
19. Взаимосвязь свободных и связанных зарядов в однородном изотропном диэлектрике (формулы).
20. Электрическое поле в однородном изотропном диэлектрике, целиком заполняющем объем между эквипотенциальными поверхностями электрического поля (формулы).
21. Электрическое поле в полостях диэлектрика, измерение напряженности поля и электрической индукции в диэлектрике (формулы, рисунки).
22. Электрическое поле в шаровой полости диэлектрика, поле Лоренца (формулы, рисунок).
23. Электрическое поле внутри ограниченного в пространстве диэлектрика, факторы формы (формулы).
24. Электрическое поле внутри диэлектрического цилиндра, диска и шара (формулы).
25. Взаимная энергия системы точечных зарядов (формула).
26. Взаимная и собственная энергия зарядов (определения, пример).
27. Энергия системы непрерывно распределенных зарядов (формула).
28. Энергия электростатического поля и ее объемная плотность (формулы).
29. Энергия точечного заряда и электрического диполя во внешнем поле (формулы).
30. Пондеромоторные силы (определение, механизмы действия).
31. Силы, действующие на объемно и поверхностно распределенные заряды (формулы).
32. Сила и момент сил, действующие на точечный диполь в электрическом поле (формулы, рисунки).

33. Силы, действующие на поверхность проводника в электростатическом поле (формулы).
34. Объемные силы в диэлектриках (формулы).
35. Связь сил с энергией зарядов (формула).
36. Поверхностная плотность максвелловских сил натяжения в электрическом поле (формулы, рисунок).
37. Поверхностная плотность максвелловских сил давления в электрическом поле (формулы, рисунок).
38. Локальное поле в веществе, его составляющие (определение, рисунок, формулы).
39. Механизм поляризации неполярных диэлектриков, формула Моссо-Клаузиуса (описание, формула).
40. Электронная поляризуемость молекулы (определение, формула).
41. Механизм поляризации полярных диэлектриков, функция Ланжевена (описание, формула).
42. Механизм поляризации ионных кристаллов (описание).
43. Пьезоэлектрики, прямой и обратный, продольный и поперечный пьезоэффекты (свойства, рисунки, формулы).
44. Пирозэлектрики, прямой и обратный пирозэффекты (свойства, формулы).
45. Сегнетоэлектрики, доменная структура, петля гистерезиса, точка Кюри (свойства, рисунки, формулы).

### Глава III. Постоянный электрический ток

1. Электрический ток (определение).
2. Действия электрического тока (описание, примеры).
3. Плотность тока (определение, единица измерения, формула).
4. Сила тока (определение, единица измерения, формула).
5. Связь силы тока с плотностью тока (формула).
6. Линия и трубка тока (определения, рисунок).
7. Уравнение непрерывности в интегральной и дифференциальной формах (формулы).
8. Условие стационарности в интегральной и дифференциальной формах (формулы).
9. Закон Ома для участка цепи и его дифференциальная форма (формулы).
10. Сопротивление и удельное сопротивление проводника (формулы, единицы измерения).
11. Проводимость и удельная проводимость проводника (формулы, единицы измерения).
12. Сопротивление батареи параллельно и последовательно соединенных проводников (формулы, рисунки).
13. Распределение заряда в проводниках в случае стационарных токов (формулы, интерпретация).
14. Граничные условия для нормальных и тангенциальных составляющих полевых векторов и плотности стационарного тока в случае поверхности раздела проводника с диэлектриком (формулы).
15. Граничные условия для нормальных и тангенциальных составляющих полевых векторов и плотности стационарного тока в случае поверхности раздела двух проводников (формулы).
16. Закон Джоуля-Ленца и его дифференциальная форма (формулировка, формулы).
17. Сторонние силы и механизмы их возникновения (определения, описание).
18. Напряженность и электродвижущая сила сторонних сил (определения, формулы, единицы измерения).
19. Обобщенный закон Ома в дифференциальной и интегральной (для участка цепи, содержащего э.д.с.) формах (формулировка, формулы).
20. Закон Ома для замкнутой цепи (формулировка, формула).
21. Простой контур (определение).

22. Правила Кирхгофа (формулировка, формулы, примеры).
23. Метод контурных токов (описание, примеры).
24. Закон сохранения энергии для цепей постоянного тока, содержащих э.д.с., с учетом работы пондеромоторных сил (формула).

#### **Глава IV. Магнитное поле токов в вакууме**

1. Линейный ток (определение).
2. Линейный и объемный элементы тока (определения, формулы).
3. Закон взаимодействия элементов тока – закон Ампера (формула, рисунок).
4. Значение и единица измерения магнитной постоянной (написать).
5. Закон Ампера и третий закон Ньютона (описать и объяснить кажущееся противоречие).
6. Магнитная индукция поля и Закон Био-Савара-Лапласа (формула, единица измерения).
7. Сила Ампера (формула).
8. Принцип суперпозиции для магнитного поля, магнитная индукция поля объемно распределенных токов и совокупности контуров с током (формулировка, формулы).
9. Прямой ток и его магнитное поле (определение, формула, рисунок).
10. Линии магнитной индукции и их свойства (определение, рисунки).
11. Теорема о циркуляции магнитной индукции в интегральной и дифференциальной формах (формулировка, формулы).
12. Магнитное напряжение (определение, единица измерения).
13. Теорема Гаусса для магнитного поля в интегральной и дифференциальной формах (формулировка, формулы).
14. Поток магнитной индукции (определение, единица измерения).
15. Векторный потенциал и его связь с магнитной индукцией (определение, нормировка, единица измерения, формула).
16. Векторный потенциал магнитного поля объемно распределенных токов и совокупности контуров с током (формулы).
17. Магнитный момент плоского витка с током (определение, единица измерения, формула, рисунок).
18. Элементарный ток и его магнитное поле (определение, формулы).
19. Силы и момент сил, действующие на элементарный ток в магнитном поле (формулы, рисунок).
20. Сила Лоренца и характер движения заряда в постоянных электрическом и магнитном полях (формулы, рисунки, пояснения).
21. Электрический дрейф (формулы, рисунок).
22. Эффект Холла (формулировка, формула, рисунок).
23. Магнитное поле движущегося заряда, опыты Роуланда и Эйхенвальда (формулы, рисунки, описание).

#### **Глава V. Электромагнитная индукция**

1. Явление электромагнитной индукции (определение).
2. Закон электромагнитной индукции Фарадея (формулировка, формула, рисунок).
3. Правило Ленца (формулировка).
4. Механизмы электромагнитной индукции (описание, формулы, рисунки).
5. Дифференциальная форма закона Фарадея (формула).
6. Токи Фуко (определение, описание, примеры).
7. Измерение магнитной индукции, флюксметр (описание, рисунок).
8. Измерение магнитного напряжения, пояс Роговского (описание, рисунок).
9. Явление самоиндукции (определение).

10. Коэффициент самоиндукции (индуктивность), пример его расчета (определение, единица измерения, рисунок).
11. Индуктивность батареи параллельно и последовательно соединенных индуктивностей (формулы, рисунки, пояснения).
12. Явление взаимной индукции (определение).
13. Коэффициент взаимной индукции, пример его расчета (определение, единица измерения, рисунок).
14. Собственная энергия электрического тока (формула).
15. Энергия магнитного поля и ее объемная плотность (формулы).
16. Энергия системы замкнутых контуров с током (формула).
17. Связь пондеромоторных сил с энергией магнитного поля (формулы).

### **Глава VI. Магнитное поле в веществе**

1. Классификация магнетиков (описание, примеры).
2. Молекулярные токи и токи намагничивания (определение).
3. Микроскопические и макроскопические магнитные поля в веществе (описание, определение характеристик этих полей).
4. Вектор намагниченности (определение, единица измерения).
5. Связь вектора намагниченности с поверхностными токами намагничивания (формула, рисунок).
6. Теорема о циркуляции для вектора намагниченности в интегральной и дифференциальной формах (формулы).
7. Напряженность магнитного поля (определение, единица измерения).
8. Теорема о циркуляции для напряженности магнитного поля в интегральной и дифференциальной формах (формулы).
9. Материальные уравнения для магнитного поля, магнитная восприимчивость и проницаемость (формулы, условия применения, определения).
10. Граничные условия для векторов магнитного поля в изотропных магнетиках (формулы, пояснения).
11. Закон преломления линий магнитной индукции (формула, рисунок).
12. Токи намагничивания и магнитное поле в неограниченном однородном изотропном непроводящем магнетике (формулы, утверждения).
13. Магнитное поле в полостях неограниченного магнетика (формулы, рисунки).
14. Магнитное поле в пространственно ограниченных магнетиках, фактор формы, сильные и слабые магнетики (формулы, рисунки, определение).
15. Энергия магнитного поля при наличии магнетика (формула).
16. Объемная плотность пондеромоторных сил, действующих на магнетик в магнитном поле для сильных и слабых магнетиков (формула, интерпретация).
17. Поверхностная плотность максвелловских сил натяжения в магнитном поле (формулы, рисунок).
18. Поверхностная плотность максвелловских сил давления в магнитном поле (формулы, рисунок).
19. Гиромагнитное отношение (определение, единица измерения, рисунок).
20. Ларморова прецессия (описание, формулы, рисунок).
21. Механизм намагничивания диамагнетиков, классическое описание диамагнетизма (описание, формулы).
22. Механизм намагничивания диамагнетика, теория Ланжевена (описание, формулы, рисунок).
23. Закон Кюри-Вейса (формула).

24. Механический и магнитный моменты атома,  $g$ -фактор (рисунок, формулы, определение).
25. Магнитомеханический эффект Эйнштейна-де Газа (описание, рисунок, формулы).
26. Механомагнитный эффект Барнетта (описание, рисунок, формулы).
27. Характерные особенности ферромагнетиков (описание).
28. Кривая Столетова (рисунок, пояснения).
29. Магнитный гистерезис (рисунок, пояснения).
30. Точка Кюри и закон Кюри-Вейсса (рисунки, формула, пояснения).
31. Природа ферромагнетизма, магнитные домены (рисунки пояснения).

## **Глава VII. Квазистационарные электромагнитные процессы**

1. Квазистационарные электромагнитные процессы (определение).
2. Условия квазистационарности (формулировки, формулы, оценки).
3. Переходные процессы в электрических цепях, уравнения процессов и начальные условия (определение, утверждения).
4. RC- и RL-цепи (схемы, формулы, графики).
5. Колебательный контур (определение, схема).
6. Собственные колебания в контуре (определение).
7. Уравнение собственных колебаний в контуре (уравнение).
8. Коэффициент затухания и частота собственных колебаний (формулы, определения).
9. Уравнение гармонических колебаний и его решение, амплитуда и начальная фаза (уравнение, формулы, определения).
10. Формула Томсона (формула).
11. Преобразования энергии при гармонических колебаниях в колебательном контуре (формулы, графики).
12. Уравнение затухающих колебаний и его решение, время затухания (уравнение, формулы, графики).
13. Логарифмический декремент затухания (определение, формула).
14. Вынужденные колебания в контуре, внешняя вынуждающая сила, свойства уравнения вынужденных колебаний и его решения, время релаксации (уравнение, определение, утверждения).
15. Колебания под действием гармонической вынуждающей силы, резонанс, резонансные частоты (уравнение, формулы, определения, рисунки).
16. Добротность контура, ширина резонансной кривой (формулы, определения, рисунки).
17. Колебания в связанных контурах, нормальные колебания и частоты (формулы, определения).
18. Комплексная амплитуда (определение).
19. Метод комплексных амплитуд (описание, обоснование, пример).
20. Импеданс (определение, примеры).
21. Метод векторных диаграмм (описание, обоснование, пример).
22. Эффективные значения силы тока и напряжения, мощность переменного тока (определения формулы).
23. Скин-эффект (определение, описание, объяснение).
24. Толщина скин-слоя, идея расчета (формула, оценки).
25. Простейшие генераторы переменного и постоянного тока, принцип их работы (рисунки, формулы).
26. Простейшие электродвигатели, принцип их работы (рисунки, формулы).
27. Трехфазный ток, способ его получения, фазное и линейное напряжения (определения, формулы, схема).
28. Соединение обмоток генератора "звездой" (схема).

29. Соединение обмоток генератора "звездой" (схема).
30. Получение и использование вращающегося магнитного поля (схемы, описание).
31. Трансформатор, принцип его действия и устройство, коэффициент трансформации (схемы, формулы, описание, определение).

### **Глава VIII. Механизмы проводимости твердых тел**

1. Основные положения классической электронной теории проводимости Друде-Лоренца (описание).
2. Опыт Рикке (описание, оценка).
3. Опыты Толмена и Стюарта (описание, рисунок, формулы).
4. Закон Ома в классической теории (описание, формулы).
5. Закон Джоуля-Ленца в классической теории (описание, формулы).
6. Закон Видемана-Франца (формулировка, формулы).
7. Трудности классической электронной теории проводимости (описание).
8. Основные представления зонной теории твердых тел (описание, рисунки).
9. Принцип Паули (формулировка).
10. Ферми-газ (определение).
11. Энергия Ферми (определение, оценка).
12. Статистика Ферми-Дирака (формула, пояснения).
13. Особенности зонной структуры металлов, полупроводников и диэлектриков (рисунки, пояснения).
14. Акцепторы и доноры (определения).
15. Собственная и примесная проводимости n- и p-типа (описание, определения).
16. Свойства электронно-дырочного p-n-перехода (рисунки, описание).
17. Применения полупроводников (описание).
18. Работа выхода (определение).
19. Контактная разность потенциалов (определение).
20. Явление Зеебека, коэффициент термо-э.д.с. (схема, формулы, описание, определение).
21. Явление Пельтье, коэффициент Пельтье (схема, формулы, описание, определение).
22. Явление Томсона, коэффициент Томсона (схема, формулы, описание, определение).
23. Явление сверхпроводимости, основные особенности (описание).
24. Критическое магнитное поле (определение).
25. Эффект Мейснера (описание).
26. Применения сверхпроводников (описание).

### **Глава IX. Система уравнений Максвелла, как обобщение опытных данных**

1. Токи смещения (рисунки, формулы, определение).
2. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме (уравнения).
3. Уравнения Максвелла в интегральной форме (уравнения).
4. Электромагнитная волна (определение).
5. Волновое уравнение (уравнение).
6. Принцип суперпозиции электромагнитных волн (формулировка).
7. Скорость распространения электромагнитных волн (определение, величина).
8. Уравнение плоских волн (уравнение).
9. Общее решение уравнения плоских волн (формула).
10. Фронт волны (определение).
11. Взаимная ориентация полевых векторов в волне (рисунок, формулы, пояснения).
12. Взаимосвязь полевых векторов в волне (рисунок, формулы, пояснения).

13. Плотность потока энергии электромагнитной волны (определение, формула, единица измерения).
14. Вектор Умова-Пойнтинга (определение, формула).
15. Поток энергии электромагнитной волны (определение, формула, единица измерения).
16. Закон изменения энергии электромагнитного поля (формулы, пояснения).

**Примечание.** В конце каждого вопроса в скобках указана форма представления материала:

**определение** – дать определение физической величины или физического понятия;

**рисунок** – привести рисунок и дать пояснения;

**свойства** – описать свойства;

**схема** – нарисовать и описать схему;

**описание** – дать описание явления, механизма и т.д.;

**оценка** – сделать оценку значения интересующей величины;

**пример** – привести пример применения метода, расчета и т.д.;

**уравнение** – написать уравнение, дать определение физических величин, входящих в нее, дать физическую интерпретацию и указать способ ее получения.

**формула** – написать формулу, дать определение физических величин, входящих в формулу, дать физическую интерпретацию и указать способ ее получения.

Проф. В.С.Русаков