

Вопросы для второй части экзамена.

Электростатика.

1. Дайте определение потока векторного поля через площадку. Докажите теорему Остроградского-Гаусса для вектора  $E$  в вакууме.
2. Докажите, что стационарное центральное поле является консервативным.
3. Покажите, как связаны потенциальная энергия и сила , напряжённость и потенциал.
4. Опишите механизмы поляризации диэлектриков. Дайте определение вектора поляризации, поляризуемости, диэлектрической восприимчивости, диэлектрической проницаемости. Запишите уравнения, связывающие эти величины.
5. Дайте определение вектора электрической индукции  $D$ . Пластина из однородного, изотропного диэлектрика размещена перпендикулярно линиям напряжённости однородного электрического поля, напряжённостью  $E_0$ . Получите выражения для векторов  $E$ ,  $D$  и  $P$  в диэлектрике.
6. Сформулируйте теорему Гаусса для вектора  $D$ . Шар радиусом  $R$  из диэлектрика с проницаемостью  $\epsilon$  заряжен равномерно с объёмной плотностью заряда  $\rho$ . Вычислите  $E(r)$ ,  $D(r)$ ,  $\varphi(r)$ .
7. Выведите правила преломления линий вектора  $E$  на границе диэлектрик- диэлектрик.
8. Выведите правила преломления линий вектора  $D$  на границе диэлектрик- диэлектрик.
9. Пластина из однородного, изотропного диэлектрика размещена перпендикулярно линиям напряжённости однородного электрического поля. Докажите, что диэлектрическая проницаемость показывает во сколько раз ослабевает однородное электрическое поле, попадая в диэлектрик.
10. В чём заключается метод электрических изображений при определении напряжённости электрического поля вблизи поверхности проводника.
11. Дайте определение электрической ёмкости уединённого проводника и конденсатора. Выведите формулу для ёмкости плоского и сферического конденсаторов.
12. Получите уравнение непрерывности. Какой закон сохранения оно выражает?
13. Получите уравнения Кирхгофа.
14. **Выполните** формулу для энергии системы точечных зарядов.
15. Выведите формулу для энергии конденсатора.
16. Выведите правило преобразования “ треугольник- звезда”
17. Выведите формулы для эквивалентной ЭДС и внутреннего сопротивления источника при соединении нескольких одинаковых источников в батарею.

18. Получите закон Ома для неоднородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах.
19. Получите закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах.
20. Получите закон Джоуля-Ленца для неоднородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах
21. Получите выражение для удельной мощности тока для неоднородного участка цепи.
22. Получите выражение для удельной мощности тока для однородного участка цепи.
23. Запишите систему уравнений Максвелла в интегральной форме. Как выглядит эта система уравнений в стационарном случае?
24. Запишите систему уравнений Максвелла в дифференциальной форме. Что можно сказать об источниках и стоках линий  $E, D, B, H$ ?
25. Покажите с помощью системы уравнений Максвелла, как изменяющееся во времени электрическое поле порождает магнитное.
26. Покажите с помощью системы уравнений Максвелла, как изменяющееся во времени магнитное поле порождает электрическое.

### Магнетизм и колебания.

1. Сформулируйте закон Био-Савара-Лапласа. Получите с его помощью выражение для индукции поля прямого тока и индукции в центре кругового витка.
2. Докажите теорему о циркуляции вектора  $\mathbf{B}$  в отсутствие магнетика. Вычислите с её помощью индукцию магнитного поля прямого тока, индукцию поля внутри длинного соленоида.
3. Дайте определение силы Лоренца, действующей на частицу в электромагнитном поле. Частица движется в однородном магнитном поле по винтовой линии. Получите формулу для радиуса и шага винтовой линии.
4. Выведите формулу для работы сил магнитного поля при движении контура с током в магнитном поле.
5. Что называют индуктивностью контура? Получите формулу для индуктивности на единицу длины для длинного соленоида.
6. В чём заключается явление взаимной индукции. Получите формулы для вычисления индуктивности связанных контуров.
7. В чём заключается явление взаимной индукции. Получите формулы для вычисления энергии магнитного поля связанных контуров.
8. Получите выражение для ЭДС индукции, возникающей при движении проводника в магнитном поле.

9. Получите выражение для разности потенциалов, возникающей между концами проводника при движении в магнитном поле.
10. Получите выражение для ЭДС индукции, возникающей в неподвижном контуре при изменении магнитного потока через него.
11. Приведите примеры - когда наблюдается действие вихревого электрического поля, а когда потенциального. Запишите теорему о циркуляции электрического поля для обоих случаев.
12. Дайте определение токов намагничивания. Что называют намагниченностью среды? Как в случае однородного изотропного магнетика связаны векторы  $J$ ,  $H$  и  $B$ .
13. Докажите теорему о циркуляции вектора  $J$ .
14. Что называют магнитной проницаемостью среды. Расскажите о свойствах диа- и парамагнетиков.
15. Расскажите о свойствах ферромагнетиков. За счёт чего возникает гистерезис. Что называется температурой Кюри?
16. Получите формулы, описывающие преломление линий вектора  $H$  на границе двух магнетиков.
17. Получите формулы, описывающие преломление линий вектора  $B$  на границе двух магнетиков.
18. Получите волновое уравнение для вектора  $E$ .
19. Получите волновое уравнение для вектора  $B$ .
20. Докажите, что плоская электромагнитная волна является поперечной.
21. Установите связь между амплитудами напряжённости электрического поля и напряжённости магнитного поля в плоской электромагнитной волне.
22. Комплексное представление электромагнитной волны. Запись уравнений Максвелла для такой волны.
22. Вектор Умова-Пойнтинга.
23. Интерференция двух плоских монохроматических волн одинаковой частоты
24. Интерференция волн от двух когерентных точечных источников.
25. Разложение периодической функции в ряд Фурье. Фазовая модуляция радиосигнала.
26. Разложение непериодической функции по интегралам Фурье.
27. Представление одиночного прямоугольного импульса в виде интеграла Фурье.
28. Представление конечного участка синусоидального сигнала в виде интеграла Фурье.
29. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Вычисление интенсивности в центре дифракционной картины с помощью векторных диаграмм.

30. Групповая скорость волнового пакета. Расползание волнового пакета при наличии дисперсии.
31. Уравнение эйконала и лучевое уравнение. Градиентные световоды.
32. Вывод законов отражения и преломления света для плоской электромагнитной волны.
33. Вывод формул Френеля. Угол Брюстера.
34. Полное внутреннее отражение света. Проникновение волны в оптически менее плотную среду при полном внутреннем отражении.
35. Сдвиг фаз при полном внутреннем отражении. Приведите пример, как это учитывается при вычислении порядка моды в волноводе.