

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ, июнь 2011.

- 1.1. Уравнения Максвелла и их физическое обоснование. Сила Лоренца.
  - 1.2. Закон сохранения энергии в микроскопической электродинамике. Плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
  - 1.3. Потенциалы электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность. Вывод уравнений для потенциалов при калибровке Лоренца и Кулона.
  - 1.4. Уравнения для потенциалов статических электрического и магнитного полей и их решения.
  - 1.5. Разложение потенциала электростатического поля по мультиполям (до квадрупольно включительно).
  - 1.6. Электрический дипольный момент. Потенциал и напряженность поля электрического диполя в статике. Энергия диполя во внешнем поле.
  - 1.7. Энергия и сила электростатического взаимодействия двух удаленных систем зарядов. Момент силы.
  - 1.8. Магнитный момент токов. Векторный потенциал и поле магнитного диполя.
  - 1.9. Уравнения для потенциалов и их решение в виде запаздывающих потенциалов.
  - 1.10. Потенциалы Лиенара-Вихерта.
  - 1.11. Физические условия применимости мультипольного разложения в задаче об излучении.
  - 1.12. Электрическое дипольное излучение. Полная интенсивность, угловое распределение, поляризация.
  - 1.13. Магнитное дипольное излучение. Полная интенсивность, угловое распределение, поляризация.
  - 1.14. Электрическое квадрупольное излучение. Угловое распределение и полная интенсивность.
  - 1.15. Сила радиационного трения (в нерелятивистском приближении).
  - 1.16. Рассеяние электромагнитных волн на изотропном гармоническом осцилляторе.
- 2.1. Преобразования Лоренца для координат - времени. Интервал.
  - 2.2. Релятивистская кинематика. Преобразование промежутка времени и длины отрезка.
  - 2.3. Релятивистский закон сложения скоростей. Преобразование углов.
  - 2.4. Пространство Минковского. Примеры тензоров различных рангов.
  - 2.5. Закон преобразования плотностей заряда и тока и его обоснование.
  - 2.6. Ковариантная запись условия Лоренца и уравнений для потенциалов. Законы преобразования потенциалов.
  - 2.7. Тензор электромагнитного поля. Ковариантная запись уравнений Максвелла для полей в вакууме.
  - 2.8. Законы преобразования векторов поля  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$ . Инварианты электромагнитного поля.
  - 2.9. Инвариантность фазы. Законы преобразования частоты и волнового вектора.
  - 2.10. Астрономическая абберация и эффект Доплера.
  - 2.11. Принцип стационарного действия в электродинамике. Основные постулаты.
  - 2.12. Вывод уравнений движения релятивистской заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.
  - 2.13. Лагранжиан для заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле. Уравнения Лагранжа второго рода. Интегралы движения.
  - 2.14. Связь между энергией, импульсом, массой и скоростью релятивистской частицы. Закон преобразования энергии и импульса частиц.
  - 2.15. Функция Лагранжа для электромагнитного поля при заданном движении источников. Получение уравнений Максвелла из принципа стационарного действия.
- 3.1. Усреднение микроскопических уравнений Максвелла. Векторы поляризации и намагничения среды, их связь с плотностью связанных зарядов и токов.
  - 3.2. Материальные уравнения для полей в покоящемся веществе.
  - 3.3. Уравнения для потенциалов в однородном покоящемся веществе. Калибровочная инвариантность. Решение в виде запаздывающих потенциалов.
  - 3.4. Граничные условия для полей в покоящейся кусочно-однородной среде.
  - 3.5. Закон сохранения энергии в электродинамике покоящихся сред.
  - 3.6. Постановка задачи (основные уравнения и граничные условия) для электростатики кусочно-однородной среды.
  - 3.7. Силы в электростатике диэлектриков.
  - 3.8. Энергия системы проводников. Силы в электростатике проводников.
  - 3.9. Постановка задачи (уравнения и граничные условия) для стационарных токов в кусочно-однородных проводниках.
  - 3.10. Потенциал и магнитное поле стационарных токов.
  - 3.11. Энергия магнитного поля стационарных токов. Магнитный поток. Коэффициенты самоиндукции и взаимной индукции.
  - 3.12. Квазистационарное приближение. Основные уравнения. Границы применимости.
  - 3.13. Проникновение периодически меняющихся полей в проводник (в квазистационарном приближении). Скин-эффект.

- 3.14. Обобщенный закон Ома для линейной цепи с индуктивностями и емкостями в квазистационарном приближении.
- 3.15. Уравнения макроскопической электродинамики в ковариантном виде.
- 3.16. Материальные уравнения для движущихся диэлектриков.
- 3.17. Закон преобразования векторов поляризации  $\vec{P}$  и намагниченности  $\vec{M}$  в движущейся среде.
- 3.18. Материальные уравнения для движущихся проводников. Плотность тока.
- 3.19. "Вмораживание" магнитного поля в движущийся идеальный проводник.
- 3.20. Основные уравнения магнитной гидродинамики идеально проводящей жидкости.
- 3.21. Магнитогидродинамические волны.
- 3.22. Дисперсия диэлектрической проницаемости для разреженных газов из нейтральных атомов или молекул.
- 3.23. Дисперсия диэлектрической проницаемости для ионизированных газов.
- 3.24. Физический смысл мнимой части комплексной диэлектрической проницаемости.
- 3.25. Формулы Крамерса-Кронига.
- 3.26. Фазовая и групповая скорости света в диспергирующей среде.
- 3.27. Плоские электромагнитные волны в прозрачном веществе. Связь векторов поля  $\vec{H}$  и  $\vec{E}$ , волнового вектора  $\vec{k}$  и частоты  $\omega$ .
- 3.28. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде.

### СПИСОК ТИПОВЫХ ЗАДАЧ,

включенных в экзаменационные билеты по электродинамике.

Номера задач даны по сборнику "ЗАДАНИЯ по курсу ЭЛЕКТРОДИНАМИКА для студентов 3 курса ... 2010-2011":

**2.2, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.13, 2.15, 4.2, 4.3, 4.5 (без  $dI/d\Omega$ ), 4.7, 5.1, 5.2, 5.3, 8.6 (только частоту при нормальном падении), 8.8 (только потенциалы), 9.6, 10.3, 10.4, 10.6, 10.8, 12.1, 12.2, 15.1, 15.4, 15.5, 17.2, 17.3, 18.3, 18.4, 20.4, 20.5 (только  $\vec{H}$  и  $\vec{A}$ ), 22.2 (только  $L_{12}$  и энергию взаимодействия), 22.3 (прямоугольное сечение), 22.5, 23.1, 23.3, 24.1, 22.5, 23.1, 23.3**

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Батыгин В.П., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике. М. Наука, 1962.
2. Денисов В.И. Лекции по электродинамике. М., УНЦ ДО, 2007.
3. Денисов В.И. Введение в электродинамику материальных сред. М., МГУ, 1989.
4. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М., Мир, 1965.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М., Наука, 1988.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., Наука, 1982.
7. Левич В.Г. Курс теоретической физики, т.1.
8. Власов А.А. Макроскопическая электродинамика.
9. Логунов А.А. Лекции по теории относительности. Современный анализ проблемы. М., Наука, 1986.
10. Мандельштам Л.И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. М., Наука, 1972.
11. Пановский В., Филлипс М. Классическая электродинамика. М., Физматгиз, 1963.