

Зачет по электродинамике: теория (2013)

1. *) Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в вакууме (дифференциальная и интегральная форма, связь с законами электромагнетизма).
 2. *) Энергия электромагнитного поля (плотность энергии, вектор Пойнтинга, физический смысл вектора Пойнтинга).
 3. *) Основные уравнения постоянного электрического поля (уравнения Максвелла для постоянного электрического поля, электростатический потенциал, уравнение Пуассона, решение уравнения Пуассона, потенциал и напряженность поля точечного заряда и системы точечных зарядов).
 4. Энергия электростатического поля (плотность энергии постоянного электрического поля*), энергия взаимодействия точечных зарядов*), собственная энергия и энергия взаимодействия непрерывно распределенных зарядов).
 5. Поле на больших расстояниях от системы зарядов (потенциал и напряженность поля на больших расстояниях*), дипольный момент*), свойства дипольного момента электронейтральной системы, квадрупольный момент и его свойства).
 6. Система зарядов в квазиоднородном внешнем поле (энергия системы, сила и момент сил, действующие на систему).
 7. *) Постоянное магнитное поле (уравнения Максвелла для постоянного магнитного поля, векторный потенциал, уравнение Пуассона для векторного потенциала, закон Био—Савара—Лапласа, формулы для квазилинейных токов).
 8. *) Магнитный момент (определение магнитного момента, векторный потенциал и магнитная индукция на больших расстояниях).
 9. Магнитная энергия постоянных токов (собственная энергия и энергия взаимодействия токов, коэффициенты самоиндукции и взаимной индукции).
 10. Токи в квазиоднородном магнитном поле (энергия токов, сила и момент сил, действующие на проводник с током, потенциальная функция тока).
 11. Уравнения для электромагнитных потенциалов (связь векторов поля и потенциалов поля*), неоднородные волновые уравнения*), условие Лоренца, градиентные преобразования).
 12. Электромагнитные волны (волновое уравнение*), плоские волны*), свойства плоских электромагнитных волн*), перенос энергии в плоской волне, сферические волны).
 13. *) Плоские монохроматические волны (зависимость векторов поля от координат и времени, комплексная форма записи, поляризация волны).
- Требуется знать (на зачете без выводов и доказательств) основные понятия и формулы (и значения букв в них!) и уметь пользоваться ими при решении типовых задач. Ответы на **ВСЕ** вопросы, отмеченные звездочкой, необходимо давать без предварительной подготовки.

Зачет по электродинамике: задачи (2013)

1. ^{о)} Вычислить (*c примерами для f !*): а) $\text{grad } f(r)$; б) $\text{grad } f(x)$; в) $\text{grad}(\mathbf{cr})$.
 2. ^{о)} Вычислить: а) $\text{div } \mathbf{r}$; б) $\text{rot } \mathbf{r}$; в) $\text{div}[\mathbf{ab}]$; г) $\text{rot}[\mathbf{cr}]$.
 3. ^{о)} Вычислить: а) $\text{grad } \frac{(\mathbf{cr})}{r^3}$; б) $\text{rot } \frac{[\mathbf{cr}]}{r^3}$.
 4. ^{о)} Найти: а) $\text{rot grad } f$; б) $\text{div rot } \mathbf{a}$.
 5. ^{о)} Преобразовать: а) $\text{rot rot } \mathbf{a}$; б) $\text{div grad } f$.
 6. ^{о)} Результат для $\Delta f(r)$. Доказать, что $\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{df}{dr} \right) = \frac{1}{r} \frac{d^2}{dr^2} (rf)$.
- Выше $f = f(\mathbf{r})$, $\mathbf{a} = \mathbf{a}(\mathbf{r})$, $\mathbf{b} = \mathbf{b}(\mathbf{r})$, \mathbf{c} — постоянный вектор.
7. ^{о)} Показать, что из уравнений Максвелла следует уравнение непрерывности.
 8. ^{о)} По области V распределен заряд с плотностью ρ . Записать потенциал φ и напряженность \mathbf{E} в точке, с радиус-вектором \mathbf{r} (*C рисунком!*).
 9. ^{о)} Найти напряженность электрического поля, создаваемого равномерно заряженными: а) шаром, б) бесконечной плоскостью, в) бесконечной прямой нитью (*C рисунками!*).
 10. Тонкий стержень длины $2a$ заряжен с одинаковой всюду линейной плотностью λ . Записать потенциал поля, создаваемого стержнем, в произвольной точке пространства через однократный интеграл (*C рисунком!*).
 11. По тонкому кольцу радиуса a равномерно распределен заряд q . Найти потенциал φ и модуль напряженности поля (как она направлена?) E на оси кольца и построить их графики.
 12. Найти потенциал φ и напряженность \mathbf{E} электрического поля на оси круглого тонкого диска радиуса a , равномерно заряженного с поверхностной плотностью σ . Какой характер имеет поле на малых и больших расстояниях от диска?
 13. Найти дипольный момент \mathbf{d} : а) сферы радиуса R с центром в начале координат, заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = kz$, где k — константа, z — координата точки на сфере; б) отрезка, расположенного между точками $x = -l$ и $x = l$ и заряженного с линейной плотностью $\lambda = \lambda_0 x^n$; в) шара, радиуса R , верхняя половина которого равномерно заполнена зарядом q , а нижняя половина — зарядом $-q$.
 14. Шар, по которому равномерно распределен заряд q , находится на большом расстоянии от элементарного диполя \mathbf{d} . Найти силу, действующую на диполь.
 15. Показать, что однородному и постоянному магнитному полю \mathbf{B} можно сопоставить векторный потенциал $\mathbf{A} = \frac{1}{2}[\mathbf{Br}]$. Удовлетворяет ли он условию $\text{div } \mathbf{A} = 0$?
 16. ^{о)} Вычислить магнитное поле, создаваемое: а) бесконечным тонким прямым проводом с током J , б) бесконечной проводящей плоскостью, по которой в одном направлении течет равномерно распределенный ток с линейной плотностью i .
 17. По круговому витку радиуса R циркулирует ток силой J . Найти магнитную индукцию \mathbf{B} : а) в центре витка, б) на оси витка на расстоянии b от его центра.
 18. Заряд Q однородно заполняет объем шара радиуса R . Найти магнитную индукцию \mathbf{B} в центре шара, если последний вращается вокруг своего диаметра с постоянной угловой скоростью ω .
 19. Вычислить магнитный момент равномерно заряженных: а) шара; б) сферы; в) цилиндра; которые вращаются вокруг своих осей симметрии с угловой скоростью ω .
 20. По проволоке, согнутой в виде равностороннего треугольника со стороной a , пропускается ток силы J . Найти векторный потенциал и магнитную индукцию на большом расстоянии от системы.
- ^{о)} в этих задачах ответы следует знать наизусть.

Формулы (2013)

1. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах.
2. Плотность энергии и вектор плотности потока энергии.
3. Уравнения Максвелла для постоянного электрического поля, связь напряженности \mathbf{E} и электростатического потенциала φ .
4. Уравнение Пуассона на потенциал φ и его решение. Потенциал и напряженность поля точечного заряда и системы точечных зарядов.
5. Энергия взаимодействия двух (нескольких) точечных зарядов.
6. Потенциал и напряженность поля на больших расстояниях от системы неподвижных зарядов. Определение дипольного момента.
7. Энергия диполя в квазиоднородном внешнем поле, действующие на него сила и момент сил.
8. Уравнения Максвелла для постоянного магнитного поля, векторный потенциал.
9. Уравнение Пуассона для векторного потенциала и его решение. Закон Био—Савара—Лапласа для объемных и квазилинейных токов.
10. Определение магнитного момента. Векторный потенциал и магнитная индукция на больших расстояниях.
11. Магнитный момент плоского контура с током. Магнитный момент системы частиц с одинаковым отношением заряда к массе.
12. Собственная энергия и энергия взаимодействия постоянных токов через коэффициенты самоиндукции и взаимной индукции.
13. Потенциальная функция тока в квазиоднородном магнитном поле. Сила и момент сил, действующие на проводник с током.
14. Уравнения для электромагнитных потенциалов (неоднородные волновые уравнения), связь векторов поля и потенциалов поля, условие Лоренца.
15. Волновое уравнение (однородное). Напряженность электрического поля в плоской монохроматической линейно поляризованной волне.
16. Дифференциальная и полная интенсивности излучения в длинноволновом приближении.
17. Сечение рассеяния электромагнитной волны свободным электроном (формула Томсона).