

Теоретические вопросы к экзамену по электромагнетизму, РЭФ, 2011-2012 уч. год

1. Закон Кулона. Электрическое поле и потенциал поля системы точечных зарядов. Принцип суперпозиции. Координатное представление электрического поля и потенциала точечных зарядов.

Расчет электрического поля и потенциала заряженного отрезка в точке, лежащей на продолжении его оси.

Расчет электрического поля и потенциала заряженного отрезка в произвольной точке пространства.

Расчет электрического поля и потенциала на оси равномерно заряженного кольца. Зависит ли результат от закона распределения заряда по окружности кольца?

Расчет напряженности электрического поля создаваемого однородно заряженной линией бесконечной длины.

Расчет напряженности электрического поля на оси однородно заряженного диска.
2. Потенциал электрического поля. Связь напряженности электрического поля с потенциалом. Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциальная энергия системы точечных зарядов. Потенциальная энергия электростатического поля.

Расчитайте потенциала равномерно заряженного по объему шара радиуса R . Постройте график зависимости потенциала от расстояния до центра шара.

Расчет потенциала заряженной сферы. Постройте график зависимости потенциала от расстояния до центра сферы.
3. Как определяется поток вектора электрического поля через площадку, через замкнутую поверхность? Сформулируйте и запишите теорему Гаусса-Остроградского в интегральной и дифференциальной формах..

Получите с помощью этой теоремы выражение для напряженности электрического поля равномерно заряженного по объему шара радиуса R . Нарисовать график зависимости $E(r)$, где r -расстояние от центра шара. Можно ли с помощью этой теоремы получить выражение для напряженности электрического поля равномерно заряженного по объему куба, эллипсоида? Ответ обоснуйте.

С помощью теоремы Гаусса-Остроградского докажите, что заряд на изолированном проводнике располагается только на его внешней поверхности.

С помощью теоремы Гаусса-Остроградского вычислить электрическое поле вблизи равномерно заряженной длинной нити.

С помощью теоремы Гаусса-Остроградского вывести формулу для напряженности электрического поля равномерно заряженной по поверхности сферы радиуса R . Нарисовать график зависимости $E(r)$, где r - расстояние от центра сферы.

С помощью теоремы Гаусса-Остроградского вывести формулу для напряженности электрического поля, создаваемого однородно заряженной бесконечной плоскостью толщины d . Рассмотреть случаи $|x| < d/2$ и $|x| > d/2$. Нарисовать график зависимости $E(x)$.

С помощью теоремы Гаусса-Остроградского вывести формулу для напряженности электрического поля однородно заряженного по объему бесконечно длинного цилиндра Нарисовать график зависимости $E(r)$, где r -расстояние от оси цилиндра.
4. Проводники во внешнем электрическом поле. Электрическое поле внутри проводника. Связь напряженности электрического поля снаружи проводника и плотности зарядов на его поверхности. Потенциал заряженной проводящей сферы. Экранирующие свойства замкнутой проводящей оболочки. Потенциал и заряд заземленного проводника.
5. Электростатическая энергия распределенного заряда. Электростатическая энергия проводников. Связь потенциалов и зарядов на проводниках. Заземление. Конденсатор. Расчет емкости конденсатора (на примере шарового конденсатора).

6. Электрический диполь. Дипольный момент. Сила, действующая на диполь в однородном и в неоднородном электрическом поле. Поведение диполя в однородном и неоднородном электрическом поле.
7. Диэлектрики. Диэлектрик в электрическом поле. Свободные и связанные заряды и связь между ними. Вектор электрической индукции D . Какими зарядами определяется поле вектора D и его поток через замкнутую поверхность в диэлектрике? Теорема Гаусса-Остроградского для векторов D и P . Рассчитайте электрическое поле равномерно заряженного по объему диэлектрического шара радиуса R . Нарисуйте качественную зависимость электрического поля от расстояния до центра шара.
8. Диэлектрики в электрическом поле. Связь между векторами E , D , P . Граничные условия для векторов E , D и P . Связь вектора P с поверхностной плотностью связанного заряда. Преломление векторов D и E на границе двух диэлектриков. Граничные условия на границе диэлектрик-проводник.
9. Электрический ток. Связь электрического тока с изменением заряда. Электроны проводимости. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах и связь между ними. Дрейфовая скорость электронов. Поглощаемая мощность. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах и связь между ними.
10. Электрические цепи. Правила Кирхгофа. Мощность P , выделяемая на внешнем сопротивлении в цепи, состоящей из источника эдс, его внутреннего сопротивления r и внешнего сопротивления R . Вывести аналитические выражения для зависимостей $P(I)$, где I , ток в цепи, и $P(R)$. Нарисовать качественные графики этих зависимостей.
11. Электрические цепи. Правила Кирхгофа. RC- цепь. Процессы зарядки и разрядки конденсатора. Зависимость от времени тока и заряда на конденсаторе в этих процессах. Качественно изобразите на графиках эти зависимости. Закон сохранения энергии в этих процессах.
12. Магнитное поле постоянного тока. Закон Био-Савара-Лапласа.
С помощью закона Био-Савара вычислить магнитное поле вблизи длинного проводника с током.
С помощью закона Био-Савара-Лапласа рассчитать магнитное поле в центре кругового тока.
С помощью закона Био-Савара-Лапласа вывести формулу для магнитного поля в произвольной точке пространства для отрезка проводника длины l , по которому течет ток I .
С помощью закона Био-Савара-Лапласа вывести формулу для магнитного поля на оси кругового тока. Нарисовать график зависимости $B(z)$, где z -расстояние от центра кольца.
13. Магнитные свойства вещества. Основные типы магнетиков. Молекулярные токи. Связь между векторами B , H , M . Граничные условия для этих векторов. Граничные условия для векторов B и H . Вычисление векторов B , H , M в длинном соленоиде, заполненном магнетиком.
14. Циркуляция вектора магнитного поля. Теорема о циркуляции. Вычисление с помощью теоремы о циркуляции магнитного поля бесконечно длинного прямого тока. Можно ли с помощью теоремы о циркуляции вычислить магнитное поле проводника квадратного сечения?
15. Теорема о циркуляции магнитного поля и ее применение к расчету магнитного поля тока, текущего через сплошной цилиндр радиуса R . Можно ли с помощью теоремы о циркуляции вычислить магнитное поле проводника квадратного сечения?
16. Теорема о циркуляции магнитного поля и ее применение к расчету магнитного поля внутри и снаружи соленоида. Можно ли с помощью теоремы о циркуляции вычислить магнитное поле проводника квадратного сечения?

17. Происхождение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле. Закон Ампера. Взаимодействие двух токов. Магнитный диполь и момент сил, действующий на рамку с током в магнитном поле
18. Возникновение эдс при перемещении проводника в магнитном поле. Перемещение проводящего стержня в постоянном магнитном поле. Перемещение проводящей рамки в однородном и неоднородном магнитном поле.
19. Возникновение электрического поля при изменении магнитного поля во времени. Сформулируйте закон электромагнитной индукции Фарадея и запишите его в интегральной и дифференциальной формах.

Вывести выражение для эдс и тока в рамке, вращающейся с постоянной частотой в постоянном магнитном поле. Нарисовать зависимости эдс и тока от времени.

Пусть по катушке соленоида течет переменный ток. Какие поля будут существовать внутри соленоида и как они будут направлены? Вычислите индуцированное электрическое поле внутри и вне соленоида, по которому течет переменный ток. Нарисовать график зависимости $E(r)$, где r - расстояние от оси соленоида.

20. Эдс самоиндукции и причина ее возникновения. Индуктивность катушки. Индукционный ток в RL цепи при включении и отключении внешнего элемента эдс.
21. Взаимная индуктивность. Теорема взаимности и пример ее применения для расчета взаимной индуктивности двух компланарных колец (кольца лежат в одной плоскости и их центры совпадают), радиус одного из которых много больше радиуса другого.
22. Индуктивность проводника. Взаимная индуктивность. Теорема взаимности. Вычисление индуктивности соленоида с помощью энергетического и потокового метода.
23. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Прохождение заряженной частицы через область однородного электрического поля. Расчет отклонения заряженной частицы при прохождении между пластинами конденсатора.
24. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Прохождение заряженной частицы через область, где существуют перпендикулярные к друг другу электрическое и магнитное поля. Селектор скоростей.
25. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Траектория заряженной частицы влетающей под углом α в область постоянного магнитного поля.
26. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Применение магнетрона для определения удельного заряда электрона.
27. Вынужденные гармонические колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний для заряда и тока в последовательном RLC- контуре. Общее решение дифференциального уравнения вынужденных гармонических колебаний. Установившееся решение для заряда и тока при вынужденных гармонических колебаниях в RLC- цепи.
С помощью метода импеданса вывести формулу для напряжения на конденсаторе. Построить график его амплитудно-частотной характеристики.
С помощью метода импеданса вывести формулу для тока на конденсаторе. Построить график его амплитудно-частотной характеристики.
28. Затухающие гармонические колебания. Затухающие гармонические колебания в RLC- цепи. Дифференциальное уравнение для заряда и тока в RLC- цепи. Зависимость заряда

и тока от времени в RLC- цепи. Зависимость полной электрической энергии колебаний в RLC- цепи от времени. Добротность RLC- цепи.

29. Незатухающие гармонические колебания. Дифференциальное уравнение незатухающих гармонических колебаний. Частота и период колебаний. Электрические колебания в LC-цепи. Зависимость заряда и тока от времени. Энергия гармонических колебаний в LC- цепи.
30. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Условия непрерывности для токов. Ток смещения. Расчет магнитного поля между пластинами плоского конденсатора, по которому течет переменный ток.
31. Математическое выражение закона, открытого Максвеллом, имеет в интегральной форме следующий вид: $\oint Bdl = \mu_0 \epsilon_0 \oint \frac{dE}{dt} dS$. Поясните значение величин, входящих в это выражение. В чем состоит физический смысл этого закона? Рассчитайте с помощью этого закона магнитное поле между пластинами плоского конденсатора, по которому течет переменный ток.
32. Волновое решение уравнений Максвелла. Электромагнитные волны. Связь между векторами \mathbf{E} , \mathbf{B} и \mathbf{k} в электромагнитной волне. Бегущие и стоячие электромагнитные волны. Скорость, частота и длина волны электромагнитных волн и связь между ними.
33. Волновое решение уравнений Максвелла. Электромагнитные волны. Связь между векторами \mathbf{E} , \mathbf{B} и \mathbf{k} в бегущей электромагнитной волне. Энергия и поток энергии в бегущей электромагнитной волне. Вектор Пойнтинга. Объяснение давления света с помощью электромагнитной теории. Связь светового давления с вектором Пойнтинга.