

Физика. МП-10, 13, 16, 17, 18, 19, 19А

Электричество и магнетизм. Волновая оптика

На экзамене каждый студент:

- 1) **Выполняет тестовое задание.** Максимальный балл за тестовое задание – 20, студенты, набравшие меньше 10 баллов, получают неудовлетворительную оценку.
- 2) **Отвечает на теоретический вопрос экзаменационного билета и решает задачу.** Положительный ответ на экзаменационный билет оценивается от 10 до 20 баллов, в том числе не менее 5 баллов должно быть получено за ответ на теоретический вопрос и не менее 5 баллов за решение задачи.

Примерно так будут сформулированы вопросы в экзаменационных билетах:

1. Электрическое поле

- Электрический заряд
- Как измерить электрический заряд
- Фундаментальные свойства заряда
- Закон Кулона
- Напряженность электрического поля неподвижного точечного заряда.
- Принцип суперпозиции
- Пример. Вектор напряженности на оси равномерно заряженного кольца.
- Силовые линии поля \vec{E}

2. Электростатическая теорема Гаусса

- Поток вектора через поверхность.
- Формулировка и доказательство теоремы.
- Теорема Гаусса в дифференциальной форме (формулировка и доказательство).
Использование теоремы Гаусса для расчета полей (поле сферы, шара, нити, цилиндра, плоскости, слоя).

3. Потенциальность электростатического поля.

- Работа при перемещении точечного заряда в однородном электрическом поле.
- Работа при перемещении точечного заряда в поле другого неподвижного точечного заряда.
- Циркуляция электростатического поля \vec{E} по произвольному замкнутому контуру.
- Разность потенциалов. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда. Принцип суперпозиции.
- Связь потенциала с напряженностью электростатического поля.
Пример: расчет потенциала и напряженности поля на оси однородно заряженного кольца.

4. Проводники в электрическом поле.

- Явление электростатической индукции.
- Напряженность электростатического поля внутри проводника равна нулю (доказательство).
- Потенциалы во всех точках проводника равны.
- Внутри полости в проводнике напряженность поля равна нулю.
- В равновесии заряд может располагаться только на поверхности проводника (доказательство).
- Вывод формулы для напряженности электростатического поля вблизи поверхности проводника.

5. Общая задача электростатики.

- Теорема Гаусса в дифференциальной форме.
- Вывод уравнений Пуассона и Лапласа.

6. Электрическое поле в диэлектриках.

- Поляризация диэлектриков
- Связанные и сторонние заряды
- Вектор поляризации
- Теорема Гаусса для вектора поляризации.
- Вектор электрического смещения (вектор \vec{D}). Теорема Гаусса для вектора \vec{D} .
- Дифференциальные соотношения
- Пример. Поле однородно заряженного диэлектрического шара.

7. Емкость проводников и конденсаторов.

- Емкость уединенного проводника (определение). Емкость уединенного проводящего шара.
- Конденсатор. Емкость конденсатора.
- Емкость плоского конденсатора (вывод формулы).

- Емкость сферического конденсатора (вывод формулы)..
8. Энергия электрического поля
- Электрическая энергия заряженного конденсатора.
 - Электрическая энергия заряженного проводника и системы заряженных проводников.
 - Энергия взаимодействия точечных зарядов.
 - Плотность энергии электрического поля. Локализация энергии в пространстве.
9. Постоянный электрический ток.
- Плотность тока. Сила тока.
 - Уравнение непрерывности.
 - Закон Ома в локальной форме.
 - Закон Джоуля-Ленца.
 - Электродвижущая сила. Закона Ома для участка цепи, содержащего ЭДС.
 - Закон Ома для замкнутой цепи.
 - Правила Кирхгофа.
10. Магнитное поле в вакууме.
- Экспериментальные факты, лежащие в основе магнитных явлений.
 - Сила Лоренца. Магнитное поле равномерно движущегося с нерелятивистской скоростью заряда.
 - Вывод формулы для силы Ампера.
 - Вывод закона Био-Савара.
 - Сравнение сил магнитного и электрического взаимодействий движущихся зарядов.
 - Магнитное поле прямого проводника с током (вывести формулу, используя закон Био-Савара и принцип суперпозиции).
11. Основные законы магнитного поля.
- Линии магнитного поля.
 - Теорема Гаусса для вектора \vec{B} .
 - Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции.
 - Магнитное поле прямого бесконечно длинного провода с током.
 - Магнитное поле тороидальной катушки.
 - Магнитное поле длинного соленоида.
 - Теорема о циркуляции вектора \vec{B} в дифференциальной форме.
12. Электромагнитная индукция.
- Основные экспериментальные факты.
 - Математическая формулировка закона электромагнитной индукции.
 - Правило Ленца.
 - Природа электромагнитной индукции.
 - Закон электромагнитной индукции в интегральной и дифференциальной форме.
13. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.
- Индуктивность проводов
 - Явления при замыкании и размыкании тока
 - Магнитная энергия токов
 - Локализация магнитной энергии в пространстве
14. Магнитное поле в веществе.
- Вектор намагниченности.
 - Теорема о циркуляции вектора намагниченности.
 - Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость. Вектор \vec{H} . Теорема о циркуляции вектора \vec{H} .
 - Парамагнетики, диамагнетики, ферромагнетики.
 - Пример: магнитное поле внутри и вне бесконечно длинного прямого цилиндрического провода с током.
15. Колебательный контур.
- Дифференциальное уравнение колебательного контура.
 - Свободные колебания в колебательном контуре.
 - Затухающие колебания в колебательном контуре.
16. Переменный ток.
- Резистор в цепи переменного тока.
 - Конденсатор в цепи переменного тока.
 - Индуктивность в цепи переменного тока.
 - Метод векторных диаграмм. Резонанс в колебательном контуре.
17. Уравнения Максвелла.
- Плотность тока смещения.
 - Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
 - Какие закономерности электродинамики выражают уравнения Максвелла?
 - Свойства уравнений Максвелла.

18. Электромагнитные волны.

- Вывод дифференциального волнового уравнения из уравнений Максвелла.
- Плоская электромагнитная волна
- Основные свойства электромагнитных волн.

19. Энергия и импульс электромагнитной волны.

- Объемная плотность энергии в электромагнитной волне.
- Плотность потока энергии. Вектор Пойнтинга.
- Излучение диполя.

20. Световая волна.

- Скорость распространения. Показатель преломления. Явление дисперсии. Интенсивность световой волны.
- Поляризация света. Плоскополяризованный свет. Естественный свет. Поляризаторы. Закон Малюса.
- Электромагнитная волна на границе раздела двух сред. Коэффициент отражения. Фазовые соотношения.

21. Интерференция световых волн.

- Когерентные волны. Интерференция волн от двух когерентных источников. Разность хода. Оптическая разность хода волн. Условия интерференционных максимумов и минимумов.
- Распределение интенсивности света на плоском удаленном экране. Ширина интерференционной полосы.
- Классические интерференционные опыты. Опыт Юнга. Бипризма Френеля. Бизеркала Френеля. Зеркало Ллойда, Интерферометр Майкельсона.
- Интерференция при отражении от тонких пластинок. Полосы равного наклона. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.

22. Дифракция света.

- Примеры дифракции света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
- Дифракция на круглом отверстии. Постановка задачи. Зоны Френеля. Спираль Френеля. Анализ зависимости интенсивности света на оси круглого отверстия от радиуса отверстия, от расстояния между точкой наблюдения и отверстием.

23. Дифракция на щели.

- Приближение Фраунгофера.
- Угловое распределение интенсивности. Условие минимумов.
- Векторная диаграмма. Вывод формулы для углового распределения интенсивности.
- Соотношение между интенсивностями в главном и «боковых» максимумах.
- О «параллельных» световых пучках.

24. Дифракционная решетка.

- Условие главных максимумов. Разложение в спектр. Векторная диаграмма. Вывод формулы, определяющей угловое распределение интенсивности.
- График зависимости интенсивности света от угла дифракции.
- Угловая дисперсия.
- Разрешающая способность.

25. Дисперсия света.

- Классическая теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия.
- Поглощение света. Закон Бугера.
- Волновые пакеты. Фазовая и групповая скорости. Формула Рэлея.