

**ПРОГРАММА ЭКЗАМЕНА по курсу "Физика, ч.2"**  
**для студентов 2-го курса ШИП и ИШЭ ТПУ в весеннем семестре 2017-18 гг.**

- 1 Электрический заряд. Свойства электрического поля. Точечный заряд. Закон Кулона. Напряженность электрического поля  $E$ . Принцип суперпозиции электрических полей.
- 2 Линии напряженности электрического поля. Свойства линий вектора  $E$ . Поток вектора  $E$ .
- 3 Теорема Гаусса для напряженности электрического поля  $E$ : формулировка и доказательство.
- 4 Дивергенция вектора. Теорема Гаусса для вектора  $E$  в дифференциальной форме: вывод из определения дивергенции и теоремы в интегральной форме.
- 5 Применение теоремы Гаусса: вывод поля бесконечной равномерно заряженной плоскости.
- 6 Применение теоремы Гаусса: вывод полей равномерно заряженной сферы и бесконечной равномерно заряженной нити.
- 7 Работа электрического поля. Теорема о циркуляции электростатического поля: вывод. Ротор вектора. Теорема о циркуляции вектора  $E$  в дифференциальной форме.
- 8 Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциал электрического поля  $\varphi$ . Связь между потенциалом и напряженностью электрического поля: вывод.
- 9 Уравнения Лапласа и Пуассона: вывод. Эквипотенциальные поверхности. Теорема Ирншоу: формулировка и доказательство.
- 10 Электрическое поле в веществе: микрополе и макрополе. Электростатическая индукция. Электрическое поле внутри проводника: вывод.
- 11 Связь напряженности поля и поверхностной плотности заряда: вывод. Метод электрических изображений.
- 12 Сила и момент силы, действующие на электрический диполь во внешнем электрическом поле: вывод формул.
- 13 Поляризация диэлектрика. Вектор поляризованности  $P$ . Связь векторов  $E$  и  $P$ . Диэлектрическая восприимчивость. Вывод связи вектора  $P$  со средним дипольным моментом молекул и плотностью положительного связанного заряда.
- 14 Теорема Гаусса для вектора поляризованности  $P$ : формулировка, доказательство, дифференциальная форма. Связанный и сторонний заряд.
- 15 Вектор электрического смещения  $D$ : вывод. Теорема Гаусса для вектора  $D$ : интегральная и дифференциальная форма. Диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$ .
- 16 Условия для векторов  $E$ ,  $D$  и  $P$  на границе раздела двух диэлектриков: вывод формул.
- 17 Электроемкость. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Вывод формулы емкости плоского конденсатора. Соединения конденсаторов: вывод формул.
- 18 Емкость цилиндрического конденсатора: вывод формулы.
- 19 Емкость сферического конденсатора: вывод формулы.
- 20 Энергия системы точечных зарядов: вывод. Энергия системы непрерывно распределенных зарядов. Полная энергия взаимодействия. Собственная энергия заряженного тела (заряда).
- 21 Энергия заряженного уединенного проводника и конденсатора: вывод формул. Энергия электрического поля. Плотность энергии электрического поля: вывод исходя из выражения для энергии заряженного конденсатора.
- 22 Постоянный электрический ток. Характеристики электрического тока: сила тока, плотность тока. Уравнение непрерывности для электрического заряда. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома в дифференциальной форме: вывод из закона для участка цепи.
- 23 Обобщенный закон Ома в дифференциальной форме. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для неоднородного участка цепи: вывод для тонкого однородного проводника и постоянного тока.
- 24 Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца: вывод.
- 25 Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Пример расчета сил тока в разветвленной цепи.
- 26 Переходные процессы в цепях с конденсатором. Разрядка и зарядка конденсатора: вывод формул.
- 27 Природа носителей заряда в металлах. Опыты Рикке, Томсона, Толмена и Стюарта. Элементарная классическая теория металлов: вывод закона Ома.
- 28 Элементы квантовой теории твердого тела. Зоны и правила их заполнения. Классификация твердых тел по заполнению зон.
- 29 Полупроводники. Собственная и примесная проводимость. Сопротивление металлов и полупроводников при различных температурах.
- 30 Электропроводность жидкостей. Диссоциация. Электролиз. Опыты Фарадея. Законы Фарадея.

- 31 Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Поле **B**. Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Закон Био-Савара-Лапласа (Вывод по принципу суперпозиции из поля движущегося заряда).
- 32 Применение закона Био-Савара-Лапласа: вывод магнитного поля прямого отрезка с током и поля на оси кругового тока.
- 33 Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Доказательство теоремы для случая прямых токов. Дифференциальная форма теоремы.
- 34 Применение теоремы о циркуляции вектора магнитной индукции: вывод магнитных полей тороида и бесконечного соленоида.
- 35 Теорема Гаусса для вектора магнитной индукции: формулировка и доказательство.
- 36 Силовое действие магнитного поля. Сила Ампера. Вывод силы Ампера из силы Лоренца. Сила взаимодействия двух прямых токов: вывод формулы.
- 37 Контур с током в магнитном поле: вывод формулы для момента сил.
- 38 Контур с током в магнитном поле: вывод формулы для потенциальной энергии и силы.
- 39 Работа при перемещении контура с током в магнитном поле: вывод формулы.
- 40 Эффект Холла.
- 41 Магнитное поле в веществе. Магнетики. Вектор намагниченности. Молекулярные токи и токи намагничения.
- 42 Теорема о циркуляции вектора намагниченности: формулировка, доказательство и дифференциальная форма.
- 43 Вектор напряженности магнитного поля **H**. Связь векторов напряженности магнитного поля, намагниченности и магнитной индукции в однородных диа- и парамагнетиках.
- 44 Условия для векторов магнитной индукции и напряженности магнитного поля на границе раздела двух магнетиков: вывод формул. Преломление магнитных силовых линий.
- 45 Диамагнетизм. Ларморова прецессия. Парамагнетики. Закон Кюри.
- 46 Ферромагнетизм. Зависимость  $B(H)$ : основная кривая намагничения, петля гистерезиса, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила. Классификация ферромагнетиков. Основы теории ферромагнетизма: обменное взаимодействие, домены. Закон Кюри-Вейсса.
- 47 Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Природа электромагнитной индукции: подвижный контур в постоянном поле, неподвижный контур в переменном поле.
- 48 Явление самоиндукции. Индуктивность контура. Закон самоиндукции. Взаимоиндукция.
- 49 Энергия магнитного поля контура с током: вывод формулы. Собственная магнитная энергия и энергия взаимодействия.
- 50 Токи при замыкании и размыкании цепи с индуктивностью: вывод формул.
- 51 Ток смещения. Обобщение теоремы о циркуляции магнитного поля на примере разрядки конденсатора. Полный ток.
- 52 Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля: интегральная и дифференциальная форма, граничные условия, материальные уравнения. Свойства уравнений Максвелла.
- 53 Энергия и поток энергии электромагнитного поля. Теорема Пойтинга. Вектор Пойтинга.
- 54 Гармонические колебания. Движение в окрестности точки равновесия. Квазиупругие силы. Уравнение гармонических колебаний и его решение. Свойства, характеристики и энергия гармонических колебаний.
- 55 Сложение колебаний одного направления. Графическое представление колебаний. Амплитуда и фаза суммарного колебания. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лисажу.
- 56 Затухающие колебания. Решение уравнения затухающих колебаний. Коэффициент затухания. (Логарифмический) декремент затухания. Добротность колебательной системы.
- 57 Вынужденные колебания. Амплитуда и сдвиг фазы вынужденных колебаний в зависимости от частоты вынуждающей силы. Резонанс. Резонансные кривые: добротность.
- 58 Колебательный контур. Уравнение колебательного контура. Свободные электрические колебания: незатухающие и затухающие. Характеристики затухания колебаний в контуре: логарифмический декремент, добротность.
- 59 Вынужденные электрические колебания. Зависимость от времени напряжений на конденсаторе и катушке, силы тока в цепи. Резонансные кривые для тока и напряжений.
- 60 Переменный ток. Импеданс. Активное и реактивное сопротивление. Комплексное представление переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Действующие значения тока и напряжения. Коэффициент мощности. Резонанс токов.

## Литература

- 1 Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы. (т. 2)
- 2 Иродов И. Е. Волновые процессы. Основные законы. (т. 3)
- 3 Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2: Электричество.
- 4 Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика.
- 5 Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм.