

Федеральное государственное автономное образовательное
Учреждение высшего профессионального образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ»

Цикл ЕН.Ф.1.3

Специальность: 010701.65 - Физика

Принята на заседании кафедры общей физики

(протокол № 11 от "29 августа 2014 г.)

Заведующий кафедрой общей физики

Д.А. Таюрский (Д.А. Таюрский)

Утверждена Учебно-методической комиссией института физики КФУ

(протокол № 7 от "11 сентября 2014 г.)

Председатель комиссии

Д.А. Таюрский (Д.А. Таюрский)

Методические указания (пояснительная записка)

Рабочая программа дисциплины «Общая физика (раздел «Электричество и магнетизм»)»

Предназначена для студентов дневного отделения 2-го курса,

по специальности: Физика - 010701.65

АВТОР: кандидат физико-математических наук, доцент С.И. Никитин

КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ: в рамках дисциплины «Общая физика (Электричество и магнетизм)» систематически излагаются общие понятия электричества и магнетизма.

1. Требования к уровню подготовки студента, завершившего изучение дисциплины “Электричество и магнетизм” наименование дисциплины

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

- применять общие законы физики для решения конкретных задач раздела «Электричество и магнетизм» и на междисциплинарных границах данного курса с другими областями знаний;
- пользоваться основными измерительными приборами, используемыми в электричестве и магнетизме, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи по электричеству и магнетизму;
- строить математические модели явлений, природа которых обусловлена законами электромагнетизма, использовать для изучения этих моделей доступный им математический аппарат.

2. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах).

Форма обучения - очная

Количество семестров 1

Форма контроля:

3 семестр - экзамен

№	Виды учебных занятий	Количество
1.	Всего часов по дисциплине	200
2.	Самостоятельная работа	92
3.	Аудиторных занятий	108
	в том числе лекций	54
	семинарских (или лабораторно-практических)	54

3. Содержание дисциплины.

3.1. ТРЕБОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы	Всего часов
ЕН.Ф.01.3	Электричество и магнетизм. Электростатика. Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Постоянный электрический ток. Механизмы	200

	электропроводности. Контактные явления. Магнетики. Объяснение диамагнетизма. Объяснение парамагнетизма по Ланжевену. Ферромагнетики и их основные свойства. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля. Электромагнитные колебания. Переменный ток. Технические применения переменного тока. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Излучение электромагнитных волн.	
--	--	--

Примечание: Если дисциплина, устанавливается вузом самостоятельно, то в данной таблице ставится прочерк.

3.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название темы и ее содержание	Количество часов	
		лекции	(лаб.- практи.) занятия
1	Введение. Электромагнитное взаимодействие в природе. Понятие об электрическом заряде. Свойства электрического заряда, элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда	2	-
2	Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Его экспериментальная проверка. Опыт Кавендиша. Физическое содержание представления о поле. Напряженность электрического поля. Постоянное электрическое поле. Принцип суперпозиции для электрических полей. Электростатическая теорема Гаусса. Потенциальность электрического поля. Скалярный потенциал. Нормировка потенциала. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывного распределения зарядов. Электрический диполь. Диполь во внешнем постоянном электрическом поле. Расчет электростатических полей различными методами.	6	8
3	Электростатическое поле в проводниках и вблизи них. Проводники. Электростатическое поле при наличии проводников. Распределение электрических зарядов на поверхности проводника. Стекание электрического заряда с проводника. Экранировка электрического поля. Потенциал проводника. Метод электростатических изображений. Сила действующая на проводник во внешнем поле. Электроемкость. Емкость единственного проводника. Понятие о взаимной емкости. Конденсаторы.	4	8

4	Электростатическое поле в диэлектриках и вблизи них. Поляризация диэлектриков. Поляризуемость. Влияние поляризации на электрическое поле. Связанные заряды. Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Электрическое смещение, диэлектрическая проницаемость. Граничные условия для электростатического поля. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Локальное поле. Неполярные диэлектрики. Полярные диэлектрики и зависимость их диэлектрической проницаемости от температуры. Общие сведения о сегнетоэлектриках, пьезоэлектриках.	6	8
5	Энергия электрического поля. Энергия электрического поля. Энергия взаимодействия дискретных зарядов. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов. Собственная энергия. Объемная плотность энергии. Энергия системы зарядов во внешнем поле.	2	4
6	Постоянный электрический ток. Условия возникновения пост постоянного тока. Сторонние электродвижущие силы. Закон Ома. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца. Линейные электрические цепи. Правила Кирхгофа.	2	2
7	Электропроводность металлов. Природа носителей тока в металлах. Зависимость электропроводности от температуры. Явление сверхпроводимости. Классическая теория электропроводности и ее значение. Зонная теория твердых тел. Расщепление энергетических уровней и образование зон. Энергетические зоны металлов. Продуктивность неметаллических твердых тел.	4	0
8	Электропроводность полупроводников. Энергетические зоны полупроводника. Собственная и примесная проводимость. Доноры и акцепторы. Температурная зависимость проводимости полупроводника. p-n переход и его свойства. Контактная разность потенциалов. Полупроводниковый диод и транзистор. Понятие о микроэлектронике.	4	
9	Электрический ток в жидкостях и газах. Электролиты. Зависимость проводимости электролитов от температуры. Электропроводность газов. Ионизация газов. Газовые разряды. Плазменное состояние вещества. Термоэлектронная эмиссия.	2	
10	Термоэлектрические явления. ТермоЭДС. Эффекты Пельтье, Зеебека, Томсона.	2	
11	Стационарное магнитное поле. Взаимодействие токов. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Поле элементарного тока. Магнитный момент элемента тока. Расчет магнитных полей системы	4	8

	токов. Магнитный момент системы токов. Сила и момент сил, действующие на ток в магнитном поле. Магнитный момент во внешнем поле.		
12	Магнитное поле в веществе. Гипотеза Ампера. Механизмы намагничивания. Молекулярные токи. Напряженность магнитного поля. Граничные условия для векторов магнитного поля. Диамагнетики и парамагнетики. Природа диамагнетизма, ларморова прецессия. Зависимость парамагнитной восприимчивости от температуры. Закон Кюри. Ферромагнетизм. Петля гистерезиса. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Доменная структура ферромагнетика. Антиферромагнетизм. Гигромагнитные эффекты. Понятие о магнитном резонансе.	6	8
13	Электромагнитная индукция. Индукция токов в движущихся проводниках. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Токи Фуко. Самоиндукция. Токи при замыкании и размыкании цепи. Энергия магнитного поля контура с током. Плотность энергии магнитного поля. Индуктивность. Энергия магнетика во внешнем поле. Понятие о скин-эффекте. Электрические колебания в цепях квазистационарного переменного тока. Переменный ток. Метод векторных диаграмм. Работа и мощность переменного тока. Параллельный и последовательный колебательный контур. Резонанс токов и напряжений. Фильтры низких и высоких частот. Основные сведения о трехфазном токе.	6	8
14	Уравнения Максвелла. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Вектор Умова-Пойтинга. Электромагнитные волны. Плоские электромагнитные волны. Фазовая скорость волн.	4	
Итого часов:		54	54

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учебное пособие для вузов. - М.: Академия, 2008. – 542 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики, Т. 3. Электричество. – СПб.: Лань, 2006. – 560 с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики, Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – СПб.: Лань, 2008. – 496 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Калашников С.Г. Электричество. – М.: Физматлит, 2004. – 624 с.
2. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. - М.: Бином, 2006. – 320 с.

Приложение к программе дисциплины
“Общая физика (раздел Электричество и магнетизм)”

ОБРАЗЦЫ БИЛЕТОВ К ИТОГОВЫМ ЭКЗАМЕНАМ

Билет №1

1. Понятие точечного заряда. Закон Кулона. Зависимость силы от расстояния. Зависимость силы от величины зарядов.
2. Векторный потенциал: определение, калибровка, уравнение для векторного потенциала, векторный потенциал поля объемных и прямолинейных токов.

Билет №2

1. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поле системы точечных зарядов. Поле системы распределенных зарядов.
2. Классическая теория свободных электронов (теория Друде). Число Лоренца.

Билет №3

1. Теорема Остроградского-Гаусса. Поле заряженной поверхности.
2. Магнитное поле в веществе: механизмы намагничивания, понятие намагниченности вещества, объемные и поверхностные молекулярные токи, теорема о циркуляции вектора намагниченности.

Билет №4

1. Дивергенция электрического поля. Пограничное условие для нормальных составляющих напряженности.
2. Напряженность магнитного поля, граничные условия для магнитного поля.

Билет №5

1. Работа сил электрического поля. Теорема Стокса. Пограничное условие для тангенциальных составляющих напряженности.
2. Диамагнетизм: ларморова прецессия, диамагнитная восприимчивость.

Билет №6

1. Теорема Ирншоу. Потенциал электростатического поля. Уравнения Лапласа и Пуассона.
2. Развитие представлений о магнетизме. Вектор индукции магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера.

Билет №7

1. Электрический диполь и его поле (потенциал, напряженность, уравнение силовых линий).
2. Парамагнетизм.

Билет №8

1. Сила и момент силы, действующие на диполь во внешнем поле.
2. Индукция тока в движущихся проводниках. Закон электромагнитной индукции в интегральной и дифференциальной формах. Вихревое электрическое поле.

Билет №9

1. Электростатическое поле при наличии проводников: понятие проводника, математическая формулировка закона сохранения заряда, микроскопическое и макроскопическое поле, напряженность поля внутри проводника.
2. Термоэлектрические явления.

Билет №10

1. Электрическое поле вблизи поверхности проводника. Поверхностная плотность заряда на искривленных поверхностях. Проводящие экраны.
2. Электрический ток в газах: процессы ионизации и рекомбинации, несамостоятельный ток в газах.

Билет №11

1. Теорема о единственности решения уравнения Лапласа. Метод изображений.
2. Понятие об индуктивности и взаимной индукции. Энергия магнитного поля. Плотность энергии магнитного поля.

Билет №12

1. Емкость уединенного проводника. Система проводников: потенциальные и емкостные коэффициенты. Примеры.
2. Сторонние электродвижущие силы. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа для цепей постоянного тока.

Билет №13

1. Понятие о конденсаторе. Примеры вычисления емкостей конденсаторов.
2. Преобразования энергии, связанные с поляризацией диэлектрика.

Билет №14

1. Энергия электростатического взаимодействия системы точечных зарядов. Обобщение на случай непрерывного распределения зарядов. Примеры: энергия точечного заряда и диполя во внешнем поле, непосредственный расчет электростатической энергии заряженного конденсатора.
2. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции (интегральная и дифференциальная форма). Теорема о потоке вектора магнитной индукции (интегральная и дифференциальная форма).

Билет №15

1. Вывод выражения для энергии электростатического поля. Плотность энергии электростатического поля. Примеры: полная энергия системы двух точечных зарядов, энергия системы проводников.
2. Твердотельные диэлектрики. Пьезоэффект (прямой и обратный). Пироэлектричество.

Билет №16

1. Определение диэлектрика. Его свойства и характеристики: электрический дипольный момент молекулы, потенциал поля электронейтральной молекулы, вектор поляризации диэлектрика.
2. Самостоятельный ток в газах. Теория Таунсенда.

Билет №17

1. Потенциал электростатического поля при наличии диэлектриков.
2. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость. Свойства р-п перехода.

Билет №18

1. Поляризуемость диэлектрика. Вектор электрического смещения. Границные условия для электрического поля при наличии диэлектриков.
2. Магнитное поле элементарного контура с током. Понятие магнитного момента.

Билет №19

1. Основные уравнения электростатики при наличии диэлектриков. Непосредственный расчет поля при наличии однородного диэлектрика.
2. Виды разрядов в газах.

Билет №20

1. Связь между локальным и внешним полем в диэлектрике: микро- и макроскопические значения физических величин, усреднение микроскопического поля в диэлектриках, вычисление напряженности локального поля (построение Лоренца).
2. Сила и момент силы, действующие на магнитный момент в магнитном поле.

Билет №21

1. Неполярные диэлектрики. Формула Клаузиуса-Моссотти.
2. Основные особенности металлического состояния. Экспериментальное определение носителей тока в металлах. Образование свободных электронов.

Билет №22

1. Полярные диэлектрики. Теория Ланжевена.
2. Работа и мощность переменного тока.

Билет №23

1. Ферромагнетизм: основные свойства ферромагнетиков, обменное взаимодействие, закон Кюри-Вейсса. Антиферромагнетизм.
2. Цепи переменного тока. Емкость в цепи переменного тока. Индуктивность в цепи переменного тока.

Билет №24

1. Энергия электростатического поля в диэлектриках.
2. Последовательный колебательный контур.

Билет №25

1. Сегнетоэлектричество: поляризационная катастрофа, закон Кюри, фазовый переход в сегнетоэлектрическое состояние. Антисегнетоэлектрики.
2. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойнтинга.

Билет №26

1. Электрическое поле внутри проводника. Плотность тока. Закон Ома. Потенциал поля внутри проводника с током. Закон Джоуля-Ленца.
2. Ток смещения. Система уравнений Максвелла.

Приложение к программе дисциплины
“Общая физика (раздел Электричество и магнетизм)”

ТЕМЫ КОЛЛОКВИУМОВ

Знания основных законов, рассматриваемых в «Электричество и магнетизм», и навыки по решению задач проверяются на письменных коллоквиумах, посвященных решению задач. В течение семестра проводится три коллоквиума, в каждом из которых студенту дается две задачи.

Коллоквиум № 1:

Решение задач по темам «*Постоянное электрическое поле в вакууме*», «*Проводники и диэлектрики в электрическом поле*».

Коллоквиум №2:

Решение задач по темам по темам «*Электроемкость. Энергия электрического поля*», «*Электрический ток*».

Коллоквиум №3:

Решение задач по теме «*Постоянное магнитное поле. Магнетики*», «*Электромагнитная индукция*».

Задания коллоквиумов разрабатываются преподавателем дисциплины, ежегодно дополняются и уточняются. Банк заданий для коллоквиумов приведен в составе учебно-методического комплекса.

Информация о сроках проведения коллоквиумов доводится до студентов на первой (вводной) лекции и содержится в рабочей программе дисциплины «Электричество и магнетизм». Коллоквиумы проводятся после изложения теоретического материала на лекциях, необходимого для решения задач коллоквиума, и разбора решения задач по теме коллоквиума на практических занятиях по решению задач. Типовые задачи из банка данных заданий контрольных работ разбираются во время практических аудиторных занятий по решению задач.