

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

КАФЕДРА ФИЗИКА

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

\_\_\_\_\_/ Нальгиева М. А.  
от « 12 » 03 2025 г.

\_\_\_\_\_/ Кульбужев Б. С.  
от « 14 » 03 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.13.03 Электричество и магнетизм**

( индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки – **03.03.02 Физика**  
(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

г. Магас, 2025 г

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электричество и магнетизм» являются формирование систематизированных знаний в области общей и экспериментальной физики; научить студентов применять знания физики при решении задач в области, где они специализируются.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к модулю «Общая физика» обязательной части цикла (Б1.О.13.03).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Для освоения дисциплины «Электричество и магнетизм» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Физика», «Математика» на предыдущем уровне образования, а также студентами в ходе изучения дисциплин: «Математический анализ», «Практический курс элементарной физики», «Информатика». Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Электродинамика», «Атомная физика», «Теоретическая физика», «Астрономия».

### 3. Результаты освоения дисциплины (модуля) - Электричество и магнетизм

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними;	<b>Знать</b> теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов физики; <b>Уметь</b> понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, законами и моделями физики; <b>Владеть</b> физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области основных разделов физики.
		УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта;	
		УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;	
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических наук, необходимыми для решения профессиональных задач. ОПК-1.2. Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. ОПК-1.3. Обладает навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней естественнонаучных дисциплин.	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, основы атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики исследованию процессов и явлений в природе и обществе. Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность

			<p>полученного решения задачи.</p> <p>Владеет навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.</p>
ПК -3	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	<p>ПК-3.1. Владеет возможностями современных научных методов на уровне, необходимом для постановки и решения задач, имеющих естественно-научное содержание.</p> <p>ПК-3.2. Умеет выбирать наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.</p> <p>ПК-3.3. Знает способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

	Всего	Порядковый номер семестра
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	6	3
Аудиторные занятия всего (в акад.часах), в том числе:	172	
Лекции	54	
Практические занятия, семинары	54	
Лабораторные работы	64	
Контроль	27	
Самостоятельная работа всего (в акад.часах)	17	
Вид итоговой аттестации:	Экзамен	
Общая трудоемкость дисциплины (часах)	216	

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)						
			Контактная работа					Самостоятельная работа				Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрол.н. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект) др.
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы							
1.	Раздел 1. Электричество																	
1.1.	Введение	3	1	1														
1.2.	Электрическое поле в вакууме	3	17	4	6	7		2		1	1	+			+			
1.3	Электрическое поле в диэлектриках	3	16	4	5	7		2		1	1		+		+			
1.4	Проводники в электрическом	3	15	4	5	6		2		1	1		+		+			
1.5	Постоянный электрический ток	3	17	6	5	6		2		1	1			+				
1.6	Электрический ток в средах	3	19	8	5	6		1		1				+				
1.7	Контактные явления	3	14	3	5	6		1		1				+				
2.	Раздел 2. Электромагнетизм																	
2.1.	Магнитное поле постоянного тока	3	12	4	4	4		1		1			+		+			

2.2.	Магнитное поле в веществе		12	4	4	4		1				+			+			
2.3.	Явление электромагнитной индукции	3	12	4	4	4		1		1			+		+			
2.4.	Электромагнитные колебания	3	15	4	5	6		1		1			+		+			
2.5.	Переменный ток. Генераторы	3	11	4	3	4		1		1								
2.6.	Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла	3	11	4	3	4		1		1								
	Общая трудоемкость, в часах		172	54	54	64		17		11	6	Промежуточная аттестация						
												Форма						
												Зачет						
												Зачет с оценкой						
												Экзамен						+

## 4.2. Содержание дисциплины (модуля)

### Введение:

Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Напряженность поля. Линии напряженности. Общая характеристика электромагнитного поля

### ТЕМА 1. Электрическое поле в вакууме

Электрические свойства тел. Закон сохранения электрических зарядов. Закон Кулона. Экспериментальная проверка закона Кулона.

Электрическое поле. Напряженность. Линии напряженности. Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для электростатического поля. Применения теоремы Гаусса. Дифференциальная форма электростатической теоремы Гаусса.

Работа сил поля при перемещении заряда. Циркуляция вектора напряженности. Потенциал электростатического поля. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Скалярный потенциал. Связь потенциала с напряженностью поля.

### Тема 2. Электрическое поле в диэлектриках

Электрическое поле в диэлектриках. Поляризация диэлектриков. Количественная характеристика поляризации диэлектриков. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для диэлектриков. Условия на границе двух диэлектриков. Поле равномерно поляризованного шара. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.

### Тема 3 Проводники в электрическом поле

Электрическое поле в проводниках. Условия равновесия зарядов на проводнике. Электростатический генератор Ван-дер-Граафа. Электростатическая индукция. Электрический зонд. Электрическое поле Земли. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Стеkanie зарядов с проводника. Металлический экран. Емкость проводников. Конденсаторы. Емкость проводников и конденсаторов. Соединение конденсаторов.

Энергия электрического поля: Энергия системы зарядов. Энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора, электрического поля. Свободная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля. Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия диполя во внешнем поле.

### Тема 4 Постоянный электрический ток

Постоянный электрический ток. Плотность тока. Электродвижущая сила. Разность потенциалов. Напряжение. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры. Сверхпроводимость. Последовательное и параллельное соединение проводников. Шунтирование приборов. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца.

Дифференциальная формула Джоуля-Ленца. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Токи в сплошной среде.

#### Тема 5. Электрический ток в средах

Электрический ток в металлах. Природа носителей тока в металлах. Электропроводность металлов. Закон Видемана-Франца. Понятие о зонной теории твердого тела: Расщепление энергетического уровня и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников и изоляторов.

Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников.

Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Работа выхода электрона из металла. Ток насыщения. Уровень Ферми. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра. Электронные лампы и их применение.

Электрический ток в электролитах. Электролиз и электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Законы электролиза Фарадея. Электрическая проводимость электролитов. Гальванические элементы и аккумуляторы.

Электрический ток в газах. Электропроводность газов. Ионизация и рекомбинация. Ионная лавина. Самостоятельный и несамостоятельный разряды газа. Тлеющий, искровой, коронный, дуговой газоразряды. Плазма.

#### Тема 6. Контактные явления

Контактная разность потенциалов. Внутренняя и внешняя контактная разность потенциалов. Термоэлектрический ток. Термоэлектродвижущая сила. Термопара. Эффект Пельтье, Зеебека. Термодинамика термоэлектрических явлений. Эффект Томсона. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.

#### Тема 7. Магнитное поле постоянного тока

Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Движение заряда в однородном магнитном поле. Закон взаимодействия элементов тока. Контуры с током во внешнем однородном магнитном поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитные поля прямого и кругового проводников с током. Эффект Холла. Магнитное поле на оси соленоида. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме. Применение основных теорем к расчету магнитных полей.

#### Тема 8. Магнитное поле в веществе

Классификация магнетиков. Природа молекулярных токов. Спин электрона. Вектор намагничивания. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля на границе раздела двух магнетиков. Ферромагнетизм. Основная кривая намагниченности. Гистерезис. Петля гистерезиса. Магнитная проницаемость ферромагнетиков. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры. Природа ферромагнетиков и объяснение их свойств. Объяснение парамагнетизма. Объяснение диамагнетизма. Гиромангнитные явления. Сверхпроводники и их магнитные свойства.

#### Тема 9. Электромагнитная индукция

Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Токи Фуко. Индуктивность. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Токи при замыкании и размыкании цепи. Энергия проводника с током. Энергия магнитного поля.

#### Тема 10. Колебания и волны.

Электрические колебания. Колебательный контур. Свободные колебания гармонического осциллятора. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Векторная диаграмма. Метод комплексных переменных. Вынужденные колебания затухающего осциллятора. Добротность колебательного контура. Резонансная кривая.

Электромагнитные волны: Существование электромагнитных волн. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны. Стоячие волны. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.

Тема 11. Переменный ток. Генераторы

Цепи квазистационарного переменного тока: Закон Ома для переменных токов. Цепь с источником переменных сторонних ЭДС, сопротивлением, емкостью, индуктивностью. Импеданс. Резонанс напряжений в цепи переменного тока. Правила Кирхгофа для переменных токов. Резонанс токов. Работа и мощность переменных токов. Биения. Автоколебания.

Тема 12. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла

Вихревое электрическое поле. Вихревые токи. Трансформатор. Векторные диаграммы простейших случаев работы трансформатора. Вытеснение переменного тока (скин-эффект). Бетатрон. Ток смещения. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле в движущихся средах. Энергия и поток энергии.

## 5. Образовательные технологии

№ п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии
1	Электрическое поле в вакууме	классическое традиционное; лекционное обучение
2	Электрическое поле в диэлектриках	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные
3	Проводники в электрическом поле	классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)
4	Постоянный электрический ток	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
5	Электрический ток в средах	классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение
6	Контактные явления	классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные
7	Магнитное поле постоянного тока	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
8	Магнитное поле в веществе	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
9	Явление электромагнитной индукции	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
10	Электромагнитные колебания	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
11	Переменный ток. Генераторы	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
12	Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное



		программированное обучение
--	--	----------------------------

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**6.1. План самостоятельной работы студентов**

Для получения глубоких и прочных знаний, твёрдых навыков и умений, необходима систематическая самостоятельная работа студента.

В рабочей программе предусмотрена самостоятельная работа для проработки лекционного (теоретического) материала при подготовке к контрольным мероприятиям (в частности к тестированию)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Экспериментальная проверка закона Кулона. Применения теоремы Гаусса.	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием	выполнение лабораторных работ	1,5,8,9	1
2	Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Стеkanie зарядов с проводника. Металлический экран.	Коллоквиум; доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы	коллоквиум	4,2,7,5	2
3	Поле равномерно поляризованного шара. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов.	подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы;	Тесты, собеседование.	2,6,8,3	1
4	Электрический зонд. Электрическое поле Земли. Свободная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля.	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием, самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов	выполнение лабораторных работ, тесты	1,4,2,9	2
5	Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия диполя во внешнем поле. Токи в сплошной среде.	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием; консультации по сложным, непонятным вопросам лекций	выполнение лабораторных работ	7,8,3	1

6	Электронные лампы и их применение. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием; написание реферата	выполнение лабораторных работ, доклад на конференции	3,6	1
7	Гальванические элементы и аккумуляторы. Термопара.	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием; подготовка доклада к конференции	выполнение лабораторных работ, проверка рефератов	1,5,3,9	1
8	Тлеющий, искровой, коронный, дуговой газовой разряды. Плазма. Магнитное поле на оси соленоида.	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием; коллоквиум	выполнение лабораторных работ, коллоквиум	3,7,2	2
9	Применение основных теорем к расчету магнитных полей. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе.	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием; написание реферата;	выполнение лабораторных работ, проверка реферата	6,1,8,4	1
10	Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле. Токи Фуко	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием; подготовка доклада к конференции	выполнение лабораторных работ, доклад на конференции	6,3,5,1	2
11	Гиромангнитные явления. Сверхпроводники и их магнитные свойства. Дрейф заряженной частицы в неоднородном магнитном поле	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием; консультации по сложным, непонятным вопросам лекций	выполнение лабораторных работ, тесты	2,6,9	1
12	Определение удельного заряда частицы. Работа и мощность переменных токов. Биения. Автоколебания.	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с оборудованием; коллоквиум	выполнение лабораторных работ, коллоквиум	3,7	1
13	Стоячие волны. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.	работа над конспектом лекции; лабораторные занятия с	выполнение лабораторных работ, экзамен	2,8,4	1

		оборудованием; подготовка к экзамену			
--	--	--	--	--	--

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ.

### Самостоятельная работа студентов включает следующие компоненты:

№№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала	7	Экзамен
2	Подготовка к практическим занятиям	4	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.
3	Подготовка к лабораторным работам	6	Допуск к каждой лабораторной работе и защита отчета.

## 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Коллоквиум, контрольная работа	Постоянное электрическое поле	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
2	Коллоквиум, контрольная работа	Постоянный электрический ток	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
3	Коллоквиум, тесты	Электропроводность	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
4	Коллоквиум, тесты	Электрические явления в контактах	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
5	Коллоквиум, тесты	Электролиты	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
6	Коллоквиум, тесты	Электропроводность газов	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
7	Коллоквиум, контрольная работа	Стационарное магнитное поле	УПК-2; ОПК-1, ПК-3

8	Коллоквиум, контрольная работа	Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
9	Коллоквиум, контрольная работа	Колебания и волны	УПК-2; ОПК-1, ПК-3

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Электричество и магнетизм».

### Экзаменационные вопросы

1. Электрические свойства тел. Закон сохранения электрических зарядов. Закон Кулона.
2. Электрическое поле. Напряженность. Принцип суперпозиции (наложения) электрических полей. Электрический диполь.
3. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах.
4. Работа сил поля при перемещении заряда. Циркуляция вектора  $\vec{E}$ .
5. Потенциал электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности. Связь потенциала с напряженностью поля.
6. Полярные, неполярные диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации.
7. Электрическое поле внутри диэлектрика. Вектор электрической индукции.
8. Теорема Остроградского-Гаусса для диэлектриков. Условия на границе двух диэлектриков.
9. Сегнетоэлектрики. Гистерезис. Пьезоэлектрический эффект.
10. Электрическое поле в проводниках. Условия равновесия зарядов. Электростатическая индукция. Электростатический генератор Ван-дер-Граафа.
11. Емкость проводников. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Соединение конденсаторов.
12. Энергия системы зарядов. Энергия заряженного проводника.
13. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.
14. Электрический ток. Условия существования тока. Сила и плотность тока. Удельная проводимость вещества.
15. Электродвижущая сила. Разность потенциалов. Напряжение.
16. Закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах.
17. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры.
18. Последовательное и параллельное соединение проводников. Шунтирование приборов.
19. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
20. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи.
21. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
22. Электрический ток в металлах. Опыт Толмена и Стьюарта.
23. Электропроводность металлов. Закон Видемана-Франца.
24. Зонная модель электронной проводимости.
25. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость. Полупроводники p-типа и n-типа.
26. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Закон «трех вторых».
27. Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз. Законы Фарадея.
28. Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный газовые разряды. Плазма.
29. Контактная разность потенциалов. Работа выхода электрона из металла.

30. Термоэлектрический ток. Термо-ЭДС. Явление Зеебека. Термопара.
31. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.
32. Магнитное поле в вакууме. Магнитная индукция. Сила Лоренца.
33. Движение заряда в однородном магнитном поле. Эффект Холла.
34. Сила Ампера. Контур с током в магнитном поле.
35. Магнитный момент. Закон Био-Савара-Лапласа.
36. Магнитные поля прямого и кругового проводников с током. Магнитное поле на оси соленоида.
37. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме.
38. Магнитное поле в веществе. Магнетизм вещества. Спин электрона. Вектор намагничивания.
39. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.
40. Диа- и парамагнетизм и их природа. Ферромагнетизм. Гистерезис.
41. Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Токи Фуко.
42. Индуктивность. Явление самоиндукции и взаимной индукции.
43. Токи замыкания и размыкания. Энергия магнитного поля.
44. Вихревое электрическое поле. Вихревые токи. Трансформатор.
45. Вытеснение переменного тока (скин-эффект). Бетатрон. Ток смещения.
46. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле в движущихся средах.
47. Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Свободные колебания гармонического осциллятора. Формула Томсона.
48. Гармонические колебания. Свободные затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность.
49. Переменный ток. Закон Ома для переменных токов. Переменный ток через сопротивление.
50. Переменный ток через индуктивность. *Индуктивное сопротивление*. Переменный ток через емкость. *Емкостное сопротивление*.
51. Цепь переменного тока. Импеданс. *Реактивное сопротивление*. *Резонанс*.
52. Резонанс напряжений. **Резонанс токов**.
53. Электромагнитные волны. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны.
54. Стоячие волны. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.

### Тестовые задания

1. При трении пластмассовой линейки о шерсть, шерсть заряжается положительно. Это объясняется тем, что
  - А: электроны переходят с линейки на шерсть
  - Б: протоны переходят с линейки на шерсть
  - В: электроны переходят с шерсти на линейку
  - С: протоны переходят с шерсти на линейку
2. На двух одинаковых металлических шарах находятся положительный заряд  $+3Q$  и отрицательный заряд  $-7Q$ . При соприкосновении шаров заряд на каждом шаре станет равен
  - А:  $-4Q$
  - Б:  $+6Q$
  - В:  $-2Q$
  - С:  $+3Q$
3. Незаряженная цинковая пластина при освещении потеряла четыре электрона. Каким стал заряд пластины
  - А:  $+4$  Кл

Б:  $-4 \text{ Кл}$

В:  $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

С:  $-6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

4. Два шара взаимодействуют с некоторой силой. Затем заряд каждого шара делят пополам и сближают шары на расстояние, равное половине начального. Сила взаимодействия между шарами

А: не изменится

Б: удвоится

В: уменьшится вдвое

С: уменьшится в 4 раза

5. Сила, действующая в поле на заряд в  $0,00002 \text{ Кл}$ , равна  $4 \text{ Н}$ . Напряженность поля в этой точке равна

А:  $200000 \text{ Н/Кл}$

Б:  $0,00008 \text{ В/м}$

В:  $0,00008 \text{ Н/Кл}$

С:  $5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/Н}$

6. Работа по перемещению заряда вычисляется по формуле

А:  $kq_1q_2/r^2$

Б:  $Uq$

В:  $Eq$

С:  $kq/r^2$

7. Как изменится абсолютная величина работы электрического поля по перемещению электрона из одной точки поля в другую при увеличении разности потенциалов между точками в 3 раза

А: уменьшится в 9 раз

Б: уменьшится в 3 раза

В: увеличится в 3 раза

С: не изменится

8. Если электрический заряд каждой из обкладок конденсатора увеличить в  $n$  раз, то его емкость

А: увеличится в  $n$  раз

Б: уменьшится в  $n$  раз

В: не изменится

С: увеличится в  $n^2$  раз

9. Если разность потенциалов между пластинами конденсатора увеличить в 3 раза, то его емкость

А: увеличится в 3 раза

Б: уменьшится в 3 раза

В: не изменится

С: уменьшится в 9 раз

10. В чем измеряется ЭДС

А:  $\text{Ом} \cdot \text{м}$

Б:  $\text{А} \cdot \text{м}$

В:  $\text{В}$

С:  $\text{Н/м}$

11. Как изменится сила электрического тока, протекающего по проводнику, если уменьшить в 2 раза напряжение на его концах, а площадь поперечного сечения проводника увеличить в 2 раза

А: не изменится

Б: уменьшится в 2 раза

В: увеличится в 2 раза

С: увеличится в 4 раза

12. Батарейка при напряжении 4,5В может выделять максимальный ток 0,15А. Чему равно внутреннее сопротивление батарейки

- А: 300 Ом
- Б: 0 Ом
- В: 45 Ом
- С: 30 Ом

13. При внешнем сопротивлении в цепи, равном внутреннему сопротивлению источника, сила тока равна 1А. Как изменится сила тока, если внешнее сопротивление цепи увеличить в 2 раза

- А: не изменится
- Б: увеличится в 2 раза
- В: уменьшится в 1,5 раза
- С: уменьшится в 2 раза

14. В чем измеряется мощность тока

- А: Ом\*м
- Б: А\*м
- В: Вт
- С: Н/м

15. На баллонах двух электрических ламп написана их мощность  $P_1=60$  Вт и  $P_2=100$  Вт. Сопротивление этих ламп имеет соотношение

- А:  $R_1 > R_2$
- Б:  $R_1 < R_2$
- В:  $R_1 = R_2$
- С:  $R_1 = 60$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом

## 7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

### 7.1. Учебная литература:

1. А. Н. Матвеев. Электричество и магнетизм. Издательство «Лань», 2010.
2. С.Г. Калашников «Электричество». Издательство «ФИЗМАТЛИТ», М., 2008.
3. А. Б. Муравьев. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум. Часть 3. 2004.
4. Д.В. Сивухин. Общий курс физики «Электричество». Издательство «Наука», М., 2004, т. 3.
5. С.П. Стрелков и др. Сборник задач по общему курсу физики. Издательство «Наука», М., 2010.
6. Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. Курс физики». Издательство «Высшая школа», М., 2001.
7. И.В. Савельев Курс общей физики «Электричество и магнетизм». Издательство «Наука», М., 2001.
8. Б. В. Бондарев. Н.П. Калашников Курс общей физики Издательство «Юрайт», 2012

### 7.2. Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a>
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a>
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

### 7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Гарант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

### 7.4. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для лекционных занятий (№ 306) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт. (состоит из 2-х секций); стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; трибуна-1 шт, стол – 28 шт.; скамья-56 шт
Лаборатория «Электричество и магнетизм» (№02) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт; стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; стол - 8 шт.; скамья-16 шт, ФПЭ – 02 – модуль МТ - мультиметр РО - Осциллограф ФПЭ-04 – модуль ФПЭ-ИП – источник питания ФПЭ-05 – модуль RQ - генератор звуковой частоты ФПЭ-06 – модуль ФПЭ – 07 – модуль ФПЭ-08– модуль ФПЭ - МЕ – магазин емкостей ФПЭ - МС – магазин сопротивлений ФПЭ – 09 – модуль ФПЭ-10 – модуль ФПЭ – 11, модуль ФПЭ-12 – модуль ФПЭ –13 модуль, ФПЭ-20

### 7.5 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛЕКЦИОННЫЕ ДЕМОСТРАЦИИ

1. Приборы для измерения потенциала и заряда (электроскоп, электрометр, электростатический вольтметр).
2. Силовые линии электрического поля различных систем зарядов.



3. Исследование поля плазменным зондом или с помощью электропроводной бумаги (напряженность, эквипотенциальные поверхности).
4. Модели диэлектрика с полярными и неполярными молекулами.
5. Распределение зарядов и потенциала на поверхности проводника.
6. Поле вблизи поверхности проводника (силовые линии, истечение зарядов с острия, колесо Франклина).
7. Зависимость емкости конденсатора от его геометрических параметров и наличия диэлектрика.
8. Энергия заряженного конденсатора (свечение лампы, работа двигателя).
9. Падение потенциала вдоль проводника (однородного и неоднородного).
10. Зависимость сопротивления металлов, полупроводников и изоляторов (стекло) от температуры.
11. Тепловое действие тока; зависимость от параметров проводника; применение (нагревание цепочки металлов, модель плавкого предохранителя).
12. Взаимодействие параллельных токов.
13. Отклонение электронного пучка магнитным полем.
14. Опыты Эрстеда.
15. Магнитное поле различных конфигураций (опыт с железными опилками).
16. Закон Ампера.
17. Контур с током в однородном магнитном поле (момент сил, модель электродвигателя, измерение индукции магнитного поля).
18. Контур стоком в неоднородном магнитном поле (взаимодействие катушек).
19. Петля гистерезиса Ферромагнетика.
20. Точка Кюри.
21. Опыты Фарадея.
22. Закон электромагнитной индукции (проверка формулы).
23. Трансформатор Томсона (потокосцепление, работа трансформатора, тепловое и механическое действия индукционных токов).
24. Токи Фуко. Скин-эффект.
25. Закон самоиндукции (проверка формулы).
26. Переходные процессы в цепи с индуктивностью.
27. Энергия магнитного поля (свечение лампы за счет энергии, запасенной в индуктивности).
28. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Фазовые и амплитудные соотношения.
29. Затухающие электромагнитные колебания.
30. Наблюдение и исследование резонанса в колебательном контуре.
31. Вихревое электрическое поле (опыты с трансформатором Тесла или электропроводной бумагой).
32. Круговая траектория электронов в магнитном поле.
33. Магнитная фокусировка.
34. Электронно-лучевые трубки с электростатическим и магнитным отклонением луча.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине «Электричество и магнетизм»

Фонд оценочных средств по дисциплине «Электричество и магнетизм» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать освоение обучающимися профессиональных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных Федеральным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.03.02\_ Физика (квалификация «Бакалавр») и рабочей программой дисциплины «Электричество и магнетизм».

### Назначение фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Электричество и магнетизм» на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей основной профессиональной образовательной программы (ОПОП). ФОС является составной частью рабочей программы дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Электричество и магнетизм» включает в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха.

Основными параметрами и свойствами ФОС являются:

- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);
- содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);
- объем (количественный состав оценочных средств, входящих в ФОС);
- качество оценочных средств и ФОС в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

### **1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **1.1 Перечень формируемых компетенций**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними;	<b>Знать</b> теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов физики; <b>Уметь</b> понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию.
		УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные	

	действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	способы с точки зрения соответствия цели проекта; УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;	Пользоваться теоретическими основами, законами и моделями физики; <b>Владеть</b> физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области основных разделов физики.
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических наук, необходимыми для решения профессиональных задач. ОПК-1.2. Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. ОПК-1.3. Обладает навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней естественнонаучных дисциплин.	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, основы атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики исследованию процессов и явлений в природе и обществе. Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи. Владеет навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.
ПК -3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических	ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и	Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований. Уметь: осмысленно

	исследований	технологий. ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ. ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности. ПК-3.4. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.	выбирать научный метод проведения физических исследований. Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований
--	--------------	---	---

## 1.2 ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ темы	тема (раздел теоретического обучения) дисциплины
1	<p>ТЕМА 1. Введение: Для изучения данной темы обучающийся должен:</p> <p>Знать: основные физические понятия и величины; общую характеристику электромагнитного поля.</p> <p>Уметь: приобретать навыки работы в творческом коллективе; отстаивать публично свою точку зрения;</p> <p>Содержание темы: Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Напряженность поля. Линии напряженности. Общая характеристика электромагнитного поля</p>
2	<p>ТЕМА 2. Постоянное электрическое поле. Для изучения данной темы обучающийся должен:</p> <p>Знать: основные физические понятия и величины, такие как электрический заряд; Закон сохранения электрического заряда.</p> <p>Уметь: проводить оценки основных параметров, характеризующих физические процессы; пользоваться монографической, а также периодической научно-технической литературой по физике; использовать современные информационные и компьютерные технологии.</p> <p>Содержание темы: Электростатика. Закон Кулона. Экспериментальная проверка закона Кулона. Силовые линии: Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь. Теорема Гаусса для электростатического поля. Применения теоремы Гаусса. Дифференциальная форма электростатической теоремы Гаусса.</p> <p>Электрическое поле: Проводники в электрическом поле. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Стеkanie зарядов с проводника. Металлический экран. Электрическое поле в диэлектриках. Количественная характеристика поляризации диэлектриков. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для диэлектриков. Условия на границе двух диэлектриков. Поле равномерно</p>

	<p>поляризованного шара. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.</p> <p>Работа сил электрического поля: Потенциал электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности. Скалярный потенциал. Емкость проводников. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов. Электрический зонд. Электрическое поле Земли. Конденсаторы. Емкость проводников и конденсаторов. Соединение конденсаторов.</p> <p>Энергия электрического поля: Энергия системы зарядов. Энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора, электрического поля. Свободная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля. Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия диполя во внешнем поле.</p>
3	<p>ТЕМА 3. Постоянный электрический ток</p> <p>Постоянный электрический ток. Плотность тока. Закон Ома. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца. Дифференциальная формула Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Токи в сплошной среде.</p>
4	<p>ТЕМА 4. Электропроводность</p> <p>Электропроводность металлов. Природа носителей тока в металлах.</p> <p>Понятие о зонной теории твердого тела: Расщепление энергетического уровня и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников и изоляторов. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости от температуры. Подвижность электронов. Сверхпроводимость.</p> <p>Термоэлектронная эмиссия: Работа выхода электрона из металла. Ток насыщения. Уровень Ферми. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра. Электронные лампы и их применение.</p>
5	<p>ТЕМА 5. Электрические явления в контактах</p> <p>Контактная разность потенциалов. Внутренняя и внешняя контактная разность потенциалов. Термоэлектрический ток. Термоэлектродвижущая сила. Термopара. Эффект Пельтье, Зеебека. Термодинамика термоэлектрических явлений. Эффект Томсона. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.</p>
6	<p>ТЕМА 6. Электролиты</p> <p>Электролиз и электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Законы электролиза Фарадея. Электрическая проводимость электролитов. Гальванические элементы и аккумуляторы.</p>
7	<p>ТЕМА 7. Электропроводность газов</p> <p>Ионизация и рекомбинация. Ионная лавина. Самостоятельный и несамостоятельный разряды газа. Тлеющий, искровой, коронный, дуговой газоразряды. Плазма.</p>
8	<p>ТЕМА 8. Стационарное магнитное поле</p> <p>Магнитостатическое поле в вакууме: Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Закон взаимодействия элементов тока. Контур с током во внешнем однородном магнитном поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара–Лапласа. Магнитные поля прямого и кругового проводников с током. Магнитное поле на оси соленоида. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме. Применение основных теорем к расчету магнитных полей.</p> <p>Магнитное поле в веществе: Магнетизм вещества. Спин электрона. Вектор намагничивания. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля на границе раздела двух магнетиков. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле.</p> <p>Электромагнитная индукция: Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.</p>

	<p>Токи Фуко. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Токи при замыкании и размыкании цепи. Энергия проводника с током. Энергия магнитного поля.</p> <p>Магнитные свойства вещества: Классификация магнетиков. Природа молекулярных токов. Ферромагнетизм. Основная кривая намагниченности. Гистерезис. Петля гистерезиса. Магнитная проницаемость ферромагнетиков. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры. Природа ферромагнетиков и объяснение их свойств. Объяснение парамагнетизма. Объяснение диамагнетизма. Гироманитные явления. Сверхпроводники и их магнитные свойства.</p> <p>Движение заряженных частиц в магнитном поле: Движение в постоянных и однородных полях. Дрейф заряженной частицы в неоднородном магнитном поле. Определение удельного заряда частицы.</p>
9	<p>ТЕМА 9. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла</p> <p>Вихревое электрическое поле. Вихревые токи. Трансформатор. Векторные диаграммы простейших случаев работы трансформатора. Вытеснение переменного тока (скин-эффект). Бетатрон. Ток смещения. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле в движущихся средах. Энергия и поток энергии</p>
10	<p>ТЕМА 10. Колебания и волны.</p> <p>Электрические колебания: Колебательный контур. Свободные колебания гармонического осциллятора. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Векторная диаграмма. Метод комплексных переменных. Вынужденные колебания затухающего осциллятора. Добротность колебательного контура. Резонансная кривая.</p> <p>Цепи квазистационарного переменного тока: Закон Ома для переменных токов. Цепь с источником переменных сторонних ЭДС, сопротивлением, емкостью, индуктивностью. Импеданс. Резонанс напряжений в цепи переменного тока. Правила Кирхгофа для переменных токов. Резонанс токов. Работа и мощность переменных токов. Биения. Автоколебания.</p> <p>Электромагнитные волны: Существование электромагнитных волн. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны. Стоячие волны. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.</p>

**Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

код компетенции	Этапы формирования компетенций (темы дисциплин)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УК-2.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

**II. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ**

**2.1 Структура фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации**

№ темы	код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства	
		текущий контроль	промежуточная аттестация
1	УК-2 ОПК-1	-Тестовые задания; -вопросы для	Экзамен

	ПК-3	обсуждения; -задачи.	
2	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
3	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
4	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
5	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
6	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
7	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
8	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
9	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
10	УК-2 ОПК-1	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен

## 2.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ ПО ВИДАМ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
УСТНЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			

1	Собеседование, устный опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
<b>ПИСЬМЕННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА</b>			
4	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
5	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
6	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
7	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу	Комплект лабораторных заданий
8	Задача	Это средство раскрытия связи между данными и искомым, заданные условием задачи, на основе чего надо выбрать, а затем выполнить действия, в том числе арифметические, и дать ответ на вопрос задачи	Задания по задачам

#### **А) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА УСТНЫЕ ВОПРОСЫ**

№ п/п	Критерии оценивания	Количество	Оценка/
-------	---------------------	------------	---------



		баллов	зачет
1	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно.	10	отлично
2	студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.	8	хорошо
3	студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки	5-6	удовлетвори- тельно
4	студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом	0	неудовле- творительно

#### **Б) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ**

№ п/п	тестовые нормы: % правильных ответов	Количество баллов
1	90-100 %	9-10
2	80-89%	7-8
3	70-79%	5-6
4	50-59%	3-4
5	50-59%	1-2
6	менее 50%	0

#### **В) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**

№ п/п	Критерии оценивания	Количес- тво баллов
1	Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения	9-10
2	Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения. Решение оформлено не вполне аккуратно, но это не мешает пониманию решения.	7-8
3	Решение в целом верное. В логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не исказившие экономическое	5-6

	содержание ответа.	
4	В логическом рассуждении и решении нет ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах. При объяснении сложного экономического явления указаны не все существенные факторы	3-4
5	Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа. Доказаны вспомогательные утверждения, помогающие в решении задачи.	2
6	Рассмотрены отдельные случаи при отсутствии решения. Отсутствует окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно	1
7	Решение неверное или отсутствует	0

#### **Г) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТОВ**

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы	9-10
2	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.	7-8
3	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы	4-6
4	Тема освоена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.	1-3
5	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы	0

#### **Д) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Абсолютное понимание сути вопросов, безукоризненное знание основных понятий и положений, логически и лексически грамотно изложенные, содержательные, аргументированные и исчерпывающие ответы	19-20
2	Глубокое твердое знание основных понятий и положений по вопросам, структурированные, последовательные, полные, правильные ответы	17-18
3	Глубокие знания материала, правильное понимание сути вопросов, знание основных понятий и положений по вопросам, содержательные, полные и конкретные ответ на вопросы. Наличие несущественных или технических ошибок	15-16
4	Твердые, достаточно полные знания, хорошее понимание сути вопросов,	13-14

	правильные ответы на вопросы, минимальное количество неточностей, небрежное оформление	
5	Твердые, но недостаточно полные знания, по сути верное понимание вопросов, в целом правильные ответы на вопросы, наличие неточностей, небрежное оформление	11-12
6	Общие знания, недостаточное понимание сути вопросов, наличие большого числа неточностей, небрежное оформление	9-10
7	Относительные знания, наличие ошибок, небрежное оформление	5-8
8	Поверхностные знания, наличие грубых ошибок, отсутствие логики изложения материала	1-4
9	Отсутствие ответа, дан ответ на другие вопросы, списывание в ходе выполнения работы, наличие на рабочем месте технических средств, в том числе телефона	0

### **III ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСОВЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **Тесты/задания**

1. При трении пластмассовой линейки о шерсть, шерсть заряжается положительно. Это объясняется тем, что

- А:* электроны переходят с линейки на шерсть
- Б:* протоны переходят с линейки на шерсть
- В:* электроны переходят с шерсти на линейку
- С:* протоны переходят с шерсти на линейку

2. На двух одинаковых металлических шарах находятся положительный заряд  $+3Q$  и отрицательный заряд  $-7Q$ . При соприкосновении шаров заряд на каждом шаре станет равен

- А:*  $-4Q$
- Б:*  $+6Q$
- В:*  $-2Q$
- С:*  $+3Q$

3. Незаряженная цинковая пластина при освещении потеряла четыре электрона. Каким стал заряд пластины

- А:*  $+4 \text{ Кл}$
- Б:*  $-4 \text{ Кл}$
- В:*  $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
- С:*  $-6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

4. Два шара взаимодействуют с некоторой силой. Затем заряд каждого шара делят пополам и сближают шары на расстояние, равное половине начального. Сила взаимодействия между шарами

- А:* не изменится
- Б:* удвоится
- В:* уменьшится вдвое
- С:* уменьшится в 4 раза

5. Сила, действующая в поле на заряд в  $0,00002 \text{ Кл}$ , равна  $4 \text{ Н}$ . Напряженность поля в этой точке равна

- А:*  $200000 \text{ Н/Кл}$
- Б:*  $0,00008 \text{ В/м}$
- В:*  $0,00008 \text{ Н/Кл}$
- С:*  $5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/Н}$

6. Работа по перемещению заряда вычисляется по формуле

- А:*  $kq_1q_2/r^2$
- Б:*  $Uq$

***B:***  $Eq$

***C:***  $kq/r^2$

7. Как изменится абсолютная величина работы электрического поля по перемещению электрона из одной точки поля в другую при увеличении разности потенциалов между точками в 3 раза

***A:*** уменьшится в 9 раз

***B:*** уменьшится в 3 раза

***B:*** увеличится в 3 раза

***C:*** не изменится

8. Если электрический заряд каждой из обкладок конденсатора увеличить в  $n$  раз, то его емкость

***A:*** увеличится в  $n$  раз

***B:*** уменьшится в  $n$  раз

***B:*** не изменится

***C:*** увеличится в  $n^2$  раз

9. Если разность потенциалов между пластинами конденсатора увеличить в 3 раза, то его емкость

***A:*** увеличится в 3 раза

***B:*** уменьшится в 3 раза

***B:*** не изменится

***C:*** уменьшится в 9 раз

10. В чем измеряется ЭДС

***A:***  $Om \cdot m$

***B:***  $A \cdot m$

***B:*** В

***C:*** Н/м

11. Как изменится сила электрического тока, протекающего по проводнику, если уменьшить в 2 раза напряжение на его концах, а площадь поперечного сечения проводника увеличить в 2 раза

***A:*** не изменится

***B:*** уменьшится в 2 раза

***B:*** увеличится в 2 раза

***C:*** увеличится в 4 раза

12. Батарея при напряжении 4,5В может выделять максимальный ток 0,15А. Чему равно внутреннее сопротивление батареи

***A:*** 300 Ом

***B:*** 0 Ом

***B:*** 45 Ом

***C:*** 30 Ом

13. При внешнем сопротивлении в цепи, равном внутреннему сопротивлению источника, сила тока равна 1А. Как изменится сила тока, если внешнее сопротивление цепи увеличить в 2 раза

***A:*** не изменится

***B:*** увеличится в 2 раза

***B:*** уменьшится в 1,5 раза

***C:*** уменьшится в 2 раза

14. В чем измеряется мощность тока

***A:***  $Om \cdot m$

***B:***  $A \cdot m$

***B:*** Вт

***C:*** Н/м

15. На баллонах двух электрических ламп написана их мощность  $P_1=60$  Вт и  $P_2=100$  Вт. Сопротивление этих ламп имеет соотношение

**A:**  $R_1 > R_2$

**B:**  $R_1 < R_2$

**B:**  $R_1 = R_2$

**C:**  $R_1 = 60 \text{ Ом}, R_2 = 20 \text{ Ом}$

### Тест 2

1. Пластмассовая линейка при трении о шерсть заряжается отрицательно. Это объясняется тем что

**A:** Электроны переходят с линейки на шерсть

**B:** Протоны переходят с линейки на шерсть

**B:** Электроны переходят с шерсти на линейку

**C:** Протоны переходят с шерсти на линейку

2. Носителем элементарного отрицательного заряда является

**A:** Атом

**B:** Протон

**B:** Нейтрон

**C:** Электрон

3. Движущиеся электрические заряды создают

**A:** только электрическое поле

**B:** только магнитное поле

**B:** как электрическое, так и магнитное поле

**C:** статические заряды

4. Какое из этих взаимодействий не относится к фундаментальным

**A:** сильное

**B:** слабое

**B:** кулоновское

**C:** электромагнитное

5. Точечный положительный заряд равномерно перемещают сначала вдоль линии напряженности электростатического поля, а затем в направлении, перпендикулярном этим линиям. Как соотносятся работы  $A_1$  и  $A_2$ , совершаемые силами электростатического поля на первом и втором участках траектории

**A:**  $A_1 < A_2$

**B:**  $A_1 > A_2$

**B:**  $A_1 > A_2$

**C:**  $A_1 = A_2$

6. Какую работу совершили силы электрического поля при перемещении 2Кл из точек с потенциалом 20В в точку с потенциалом 0В

**A:** 20Дж

**B:** 10Дж

**B:** 40Дж

**C:** 0 Дж

7. Наличие диэлектрика между обкладками

**A:** уменьшает емкость конденсатора

**B:** не изменяет емкость конденсатора

**B:** увеличивает емкость конденсатора

**C:** уменьшает в 2 раза емкость конденсатора

8. Емкость плоского конденсатора с квадратными пластинами со стороной 10 см, расположенными на расстоянии 1 мм друг от друга, в воздухе примерно равна

**A:** 100 пФ

**B:** 0,1 нФ

**B:** 1 мкФ

**C:** 0,1 мФ

9. Время разряда молнии равно 3 мс, сила тока в канале молнии около 30кА. Какой заряд проходит по каналу молнии

- A:** 90 Кл  
**B:**  $10^{-7}$  Кл  
**B:**  $9 \cdot 10^4$  Кл  
**C:**  $19^{-4}$  Кл

**10.** ЭДС источника тока- это

**A:** модуль сторонней силы, действующей на электрические заряды в источнике тока

**B:** работа сторонней силы, действующей на электрические заряды в источнике тока

**B:** отношение работы электростатической силы к заряду, перемещаемому внутри источника тока

**C:** отношение работы сторонней силы к заряду, перемещаемому внутри источника тока

**11.** Два проводника находятся под напряжением, на первом проводнике оно вдвое больше, чем на втором, а сопротивление второго проводника вдвое больше, чем в первом. В первом проводнике выделилось тепла по сравнению со вторым

**A:** вдвое больше

**B:** вчетверо больше

**B:** в 8 раз больше

**C:** столько же

**12.** Батарейка на напряжении 1,5В может выделять максимальный ток 0,15А. Чему равно внутреннее сопротивление батарейки

**A:** 10 Ом

**B:** 300 Ом

**B:** 0 Ом

**C:** 45 Ом

**13.** Чему равно внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС, равной в 20 В, если при подключении к нему резистора сопротивлением 8 Ом, сила тока в электрической цепи равна 2 А

**A:** 18 Ом

**B:** 10 Ом

**B:** 8 Ом

**C:** 2 Ом

**14.** Амперметр включен в цепь последовательно. В этом случае через него проходит

**A:** весь ток, идущий по цепи

**B:** незначительная часть тока, идущая по цепи

**B:** все напряжение, существующее в цепи

**C:** измерения силы тока невозможны

**15.** На баллонах двух электрических ламп написана их мощность  $P_1=150$  Вт и  $P_2=75$  Вт. Сопротивление этих ламп имеют соотношение

**A:**  $R_1 > R_2$

**B:**  $R_1 < R_2$

**B:**  $R_1 = R_2$

**C:**  $R_1=150$  Ом,  $R_2=75$  Ом

### Тест 3

**1.** Движущиеся электрические заряды создают

**A:** Только электрическое поле

**B:** Только магнитное поле

**B:** Как электрическое, так и магнитное поле

**C:** Статические заряды

**2.** Носителем элементарного положительного заряда является

**A:** Атом

**B:** Протон

**B:** Нейтрон

**C:** Электрон

**3.** Сила кулоновского взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов

- A:** прямо пропорциональна расстоянию между ними  
**B:** обратно пропорциональна расстоянию между ними  
**B:** прямо пропорциональна квадрату расстояния между ними  
**C:** обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними

4. Какое направление принято за направление вектора напряженности электрического поля

- A:** Направление вектора силы, действующей на точечный положительный заряд  
**B:** Направление вектора силы, действующей на точечный отрицательный заряд  
**B:** Направление вектора скорости отрицательного точечного заряда  
**C:** Направление вектора скорости положительного точечного заряда

5. На точечный заряд  $q$  со стороны точечного заряда  $Q$  действует сила притяжения  $F$ . Заряд  $q$  увеличивают в 4 раза. Напряженность поля, создаваемого зарядом  $Q$ , в точке пространства, где расположен заряд  $q$

- A:** не изменится  
**B:** увеличится в 4 раза  
**B:** уменьшится в 4 раза  
**C:** зависит от расстояния между зарядами

6. Электрон движется в однородном поле по замкнутому контуру. Чему равна работы силы, действующей на электрон

- A:** 1Дж  
**B:** 1,5Дж  
**B:** 50Дж  
**C:** нулю

7. Протон перемещается под действием сил поля из точки с меньшим потенциалом в точку с большим потенциалом. Его скорость при этом

- A:** возрастает  
**B:** убывает  
**B:** не изменяется  
**C:** зависит от направления начальной скорости

8. Емкость плоского конденсатора определяется формулой

- A:**  $C = S \epsilon \epsilon^0 d$   
**B:**  $C = q \epsilon \epsilon^0 / d$   
**B:**  $C = S \epsilon \epsilon^0 / \varphi$   
**C:**  $C = S \epsilon \epsilon^0 / d$

9. Если раздвигать пластины конденсатора, присоединенного к клеммам гальванического элемента

**A:** его энергия уменьшается, так как увеличивается расстояние между положительными и отрицательными зарядами на пластинах

**B:** его энергия увеличивается, так как сила, раздвигающая пластины, совершает работу

**B:** его энергия уменьшается, поскольку при неизменной разности потенциалов между пластинами емкость конденсатора уменьшается

**C:** его энергия увеличивается, поскольку при неизменном заряде на пластинах конденсатора его емкость уменьшается

10. Время разряда молнии равно 3 мс. Сила тока в канале молнии около  $3 \cdot 10^4$  А. Какой заряд проходит по каналу молнии

- A:** 90 Кл  
**B:**  $10^{-7}$  Кл  
**B:**  $9 \cdot 10^4$  Кл  
**C:**  $19 \cdot 10^{-4}$  Кл

11. Если напряжение между концами проводника и его длину увеличить в 3 раза, то сила тока, идущего через проводник

**A:** уменьшится в 3 раза

**B:** не изменится

**B:** увеличится в 3 раза

**C:** уменьшится в 9 раз

**12.** Способность препятствовать электрическому току характеризует

**A:** Сопротивление

**B:** Напряжение

**B:** сила тока

**C:** электродвижущая сила

**13.** Отношение сил тока в двух параллельно соединенных резисторах с различным сопротивлением

**A:** пропорциональна отношению их сопротивлений

**B:** равно 1

**B:** обратно пропорционально отношению их сопротивлений

**C:** зависит от силы тока на участке перед этими резисторами

**14.** Если длину спирали электроплитки уменьшить в 2 раза, то ее мощность

**A:** Увеличится в 2 раза

**B:** Уменьшится в 2 раза

**B:** Увеличится в 4 раза

**C:** Уменьшится в 4 раза

**15.** Каково должно быть сопротивление спирали электроплитки, чтобы при ее включении в сеть напряжением 220 В она потребляла мощность 800 Вт

**A:** 0,3 Ом

**B:** 3,6 Ом

**B:** 60,5 Ом

**C:** 2,9 кОм

#### Тест 4

**1.** Капля, имеющая отрицательный заряд (-e), при освещении потеряла электрон. Каким стал заряд капли

**A:** 0

**B:** - 2 e

**B:** + 2 e

**C:** + e

**2.** Нулевым зарядом обладают

**A:** Протон и нейтрон

**B:** Нейтрон и электрон

**B:** Атом и нейтрон

**C:** Атом и протон

**3.** Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных электрических зарядов, если расстояние между ними уменьшить в k раз

**A:** увеличится в k раз

**B:** уменьшится в k раз

**B:** уменьшится в  $k^2$  раз

**C:** увеличится в  $k^2$  раз

**4.** Как изменится модуль напряженности электрического поля, созданного точечным зарядом, при увеличении расстояния от этого заряда до точки наблюдения в k раз

**A:** увеличится в k раз

**B:** уменьшится в k раз

**B:** увеличится в  $k^2$  раз

**C:** уменьшится в  $k^2$  раз

**5.** Какая сила действует на заряд 12 нКл, помещенный в точку, в которой напряженность электрического поля равна 2 кВ/м

**A:** 24 мкН



**Б:** 54 мкН

**В:** 100 мН

**С:** 2 Н

6. В однородном электростатическом поле заряд перемещается по прямой АВС (АВ=ВС). Работа, совершенная полем на участке АВ, равна 100 Дж. Работа на участке ВС

**А:** равна 0

**Б:** равна 100 Дж

**В:** равна 200 Дж

**С:** зависит от взаимного расположения прямой АВ и линий напряженности поля

7. Имеется металлическая сфера радиуса  $r$  и с зарядом  $q$ . Чему равно электрическое поле внутри сферы

**А:** Поле равно

**Б:** Поле внутри сферы везде равно нулю

**В:** Поле равно нулю только в центре сферы

**С:** Поле равно единице

8. Как изменится электрическая емкость плоского конденсатора, если площадь пластин увеличить в 3 раза

**А:** не изменится

**Б:** увеличится в 3 раза

**В:** уменьшится в 3 раза

**С:** среди ответов 1—3 нет правильного

9. Конденсатор емкостью 0,01 Ф заряжен до напряжения 20 В. Какой энергией обладает конденсатор

**А:** 0,1 Дж

**Б:** 0,2 Дж

**В:** 2 Дж

**С:** 4 Дж

10. Плотность тока обозначается буквой

**А:** W

**Б:** Z

**В:** T

**С:** нет правильного варианта ответа

11. В чем измеряется удельное сопротивление

**А:** Ом\*м

**Б:** А\*м

**В:** В/м

**С:** Н/м

12. Лампочка с вольфрамовой нитью соединена последовательно с источником тока и реостатом. При движении ползунка реостата лампочка горит все ярче и ярче. При этом сила тока через нить

**А:** растет наряду с ее сопротивлением

**Б:** растет, а ее сопротивление уменьшается

**В:** падает наряду с ее сопротивлением

**С:** падает, а ее сопротивление растет

13. Два резистора сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  соединены последовательно, показания идеальных вольтметров присоединенных к концам этих резисторов,  $U_1$  и  $U_2$

**А:** могут быть произвольными

**Б:** равны между собой

**В:** таковы, что  $U_1/U_2 = R_1/R_2$

**С:** таковы, что  $U_1/U_2 = R_2/R_1$

14. Имеются три утверждения. Если пренебречь потерями на трение, то работа тока при работе электродвигателя, равномерно поднимающего груз, приводит к увеличению: А-

потенциальной энергии груза; Б- кинетической энергии груза; В-внутренней энергии обмотки электродвигателя. Какие из них верны

**А:** только А

**Б:** А и Б

**В:** Б и В

**С:** А и В

**15.** Сила тока в цепи равна  $I=0,2$  А. Определите мощность прибора, если его сопротивление равно  $R=0,1$  Ом

**А:**  $P=0,4$  мВт

**Б:**  $P=4$  Вт

**В:**  $P=40$  мВт

**С:**  $P=4$  мВт

### Тест 5

**1.** Электрический заряд обозначается буквой

**А:** f

**Б:** d

**В:** q

**С:** j

**2.** Заряд, помещенный на тело, размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстоянием до других тел, с которыми заряд взаимодействует, называют

**А:** Точечным

**Б:** Минимальным

**В:** Небольшим

**С:** Малым

**3.** С какой силой взаимодействуют два маленьких заряженных шарика, находящиеся в вакууме на расстоянии 9 см друг от друга? Заряд каждого шарика равен  $3 \cdot 10^{-6}$  Кл

**А:** 0,09 Н

**Б:** 1 Н

**В:** 10 Н

**С:**  $3,3 \cdot 10^6$  Н

**4.** Напряженность электрического поля заряда в данной точке вычисляется по формуле

**А:**  $kq_1 q_2 / r^2$

**Б:**  $Uq$

**В:**  $Eq$

**С:**  $kq/r^2$

**5.** Напряженность электрического поля точечного заряда

**А:**  $E = kq / r^2$

**Б:**  $E = kq^1 q^2 / r^2$

**В:**  $E = kq^2 / r^2$

**С:**  $E = kq / r$

**6.** В каком случае работа при перемещении электрического заряда в электрическом поле равна нулю

**А:** при перемещении по любой замкнутой траектории в любом электростатическом поле

**Б:** при перемещении заряда вдоль силовой линии

**В:** при перемещении по любой траектории в поле точечного заряда

**С:** при перемещении по любой траектории в однородном электрическом поле

**7.** Линейная плотность заряда характеризуется выражением

**А:**  $q = \lambda l$

**Б:**  $q = \sigma S$

**В:**  $q = \rho V$

**C:**  $\rho = \frac{m}{V}$

**8.** Полное напряжение при последовательном соединении конденсаторов

**A:** меньше наименьшего напряжения на отдельных конденсаторах

**B:** одинаково на всех конденсаторах

**B:** не зависит от емкости конденсаторов

**C:** равно сумме напряжений на конденсаторах

**9.** Если заряд на конденсаторе постоянной емкости увеличить в 2 раза, то энергия электрического поля конденсатора

**A:** Увеличится в 2 раза

**B:** Уменьшится в 2 раза

**B:** Не изменяется

**C:** Увеличится в 4 раза

**10.** Плотность тока определяется отношением

**A:**  $j = \frac{dI}{dS}$

**B:**  $\rho = \frac{m}{V}$

**B:**  $\rho = \frac{dQ}{dV}$

**C:** нет правильного варианта ответа

**11.** При напряжении 2 В сила тока, идущего через металлический проводник длиной 2 м, равна 1 А. Какой будет сила тока через такой же проводник длиной 1 м при напряжении на нем 4 В

**A:** 1 А

**B:** 0,5 А

**B:** 2 А

**C:** 4 А

**12.** Единицей измерения сопротивления проводника является

**A:** А

**B:** Ом

**B:** Вт

**C:** В

**13.** При параллельном соединении двух проводников напряжение

**A:** увеличивается

**B:** уменьшается

**B:** одинаково на обоих сопротивлениях

**C:** не меняется

**14.** Как изменится сопротивление проводника, если его разрезать на три равные части и соединить их параллельно

**A:** Не изменится

**B:** Уменьшится в 3 раза

**B:** Уменьшится в 9 раз

**C:** Увеличится в 9 раз

**15.** Сопротивление лампы мощностью 100 Вт, рассчитанной на напряжение 220 В, составляет

**A:** 484 Ом

**B:** 241 Ом

**B:** 220 Ом

**C:** 454 Ом

**Тест 6**

1. Элементарный электрический заряд равен  
 А:  $1,602 \cdot 10^{-19}$  Кл  
 Б:  $1,804 \cdot 10^{-19}$  Кл  
 В:  $1,912 \cdot 10^{-19}$  Кл  
 С:  $1,705 \cdot 10^{-19}$  Кл
2. Какой минимальный по абсолютному значению положительный электрический заряд может быть передан от одного тела к другому  
 А:  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл  
 Б:  $3,2 \cdot 10^{-19}$  Кл  
 В: 1 Кл  
 С: Любой сколько угодно малый
3. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных электрических зарядов, если расстояние между ними увеличить в 3 раза  
 А: увеличится в 3 раза  
 Б: уменьшится в 9 раз  
 В: уменьшится в 3 раза  
 С: увеличится в 9 раз
4. Модуль напряженности поля, созданного в точке А положительным зарядом  $q_1$ , равен  $E_1$  модуль напряженности поля, созданного в той же точке положительным зарядом  $q_2$ , равен  $E_2$ . Модуль напряженности поля, созданного двумя зарядами в точке А  
 А: равен  $E_1 + E_2$   
 Б: равен  $E_1 - E_2$   
 В: равен  $E_2 - E_1$   
 С: может быть различным
5. Сила действующая в поле на заряд в  $4 \cdot 10^{-5}$  Кл, равна 20 Н. Напряженность поля в этой точке равна  
 А:  $5 \cdot 10^5$  Н/Кл  
 Б:  $8 \cdot 10^{-4}$  В/м  
 В:  $0,2 \cdot 10^{-4}$  Н/Кл  
 С:  $5 \cdot 10^{-6}$  Кл/Н
6. Чему равна работа сил по перемещению единичного заряда по замкнутому контуру в электростатическом поле  
 А: Работа зависит от величины электростатического поля  
 Б: Работа равна нулю  
 В: Работа зависит от величины заряда  
 С: Работа равна единице
7. Физическая величина численно равная заряду, который нужно сообщить проводнику, чтобы повысить его потенциал на один вольт называется...  
 А: электроемкость  
 Б: напряженность  
 В: мощность  
 С: емкость
8. Емкость после включения двух конденсаторов последовательно составила 2,22 мкФ. Емкость одного конденсатора 5 мкФ, емкость второго...  
 А: 7,22 мкФ  
 Б: 11,1 мкФ  
 В: 2,78 мкФ  
 С: 4 мкФ
9. Потенциальная энергия электрического поля заряженного конденсатора определяется выражением

А: 
$$E = \frac{mv^2}{2}$$

**Б:**  $E = mgh$

**В:**  $E = mc^2$

**С:**  $E = \frac{q^2}{2C}$

**10.** Медная проволока имеет электрическое сопротивление 1,2 Ом. Чему равно электрическое сопротивление другой медной проволоки, у которой в 4 раза больше длина и в 6 раз больше площадь поперечного сечения

**А:** 7,2 Ом

**Б:** 1,8 Ом

**В:** 0,8 Ом

**С:** 0,2 Ом

**11.** Сила тока на участке цепи с неизменным напряжением при уменьшении сопротивления в 4 раза

**А:** Увеличится в 2 раза

**Б:** Уменьшится в 2 раза

**В:** Увеличится в 4 раза

**С:** Уменьшится в 4 раза

**12.** Два одинаковых сопротивления включены параллельно. При этом общее сопротивление

**А:** уменьшилась в два раза

**Б:** возросла в два раза

**В:** не изменилась

**С:** стала равной нулю

**13.** Сила тока в проводнике равна 180 мА при напряжении 5 В. Какое количество теплоты выделится в нем за время 20 с

**А:** 9 Дж

**Б:** 40 Дж

**В:** 800 Дж

**С:** 18 Дж

**14.** В чем измеряется мощность тока

**А:** Ом\*м

**Б:** А\*м

**В:** Вт

**С:** Н/м

**15.** На баллонах двух электрических ламп написана их мощность  $P_1=60$  Вт и  $P_2=100$  Вт. Сопротивление этих ламп имеет соотношение

**А:**  $R_1 > R_2$

**Б:**  $R_1 < R_2$

**В:**  $R_1 = R_2$

**С:**  $R_1 = 60$  Ом,  $R_2=20$  Ом

**Тест 7**

**1.** Разноименные заряды

**А:** Отталкиваются

**Б:** Притягиваются

**В:** Не взаимодействуют

**С:** Притягиваются и отталкиваются

**2.** Сохраняется ли в природе электрический заряд

**А:** нет

**Б:** да

**В:** иногда сохраняется

**С:** не всегда

**3.** Сила, действующая на заряд, вычисляется по формуле

**A:**  $kq_1q_2/r^2$

**Б:**  $Uq$

**В:**  $Eq$

**С:**  $kq/r^2$

**4.** Напряженность однородного электрического поля равна 100 В/м, расстояние между двумя точками, расположенными на одной силовой линии поля, равно 5 см. Разность потенциалов между этими точками равна

**A:** 5 В

**Б:** 20 В

**В:** 500 В

**С:** 2000 В

**5.** Силовая линия электрического поля -это

**A:** линия, вдоль которой в поле будет двигаться положительный заряд

**Б:** линия, вдоль которой в поле будет двигаться отрицательный заряд

**В:** светящаяся линия в воздухе, которая видна при большой напряженности поля

**С:** линия, в каждой точке которой напряженность поля направлена по касательной

**6.** Электрон перемещается под действием сил поля из точки с меньшим потенциалом в точку с большим потенциалом. Его скорость при этом

**A:** возрастает

**Б:** убывает

**В:** не изменяется

**С:** зависит от направления начальной скорости

**7.** Электроемкость в СИ измеряется в...

**A:** Ньютонах

**Б:** Кулонах

**В:** Фарадах

**С:** Джоулях

**8.** Емкость батареи, состоящей из двух конденсаторов, соединенных параллельно, определяется по формуле

**A:**  $C = C_1 + C_2$

**Б:**  $C = C_1 * C_2$

**В:**  $C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$

**С:**  $C = (C_1 + C_2) / 2$

**9.** Дипольным моментом называется...

**A:** вектор, равный произведению заряда на плечо диполя

**Б:** вектор, равный произведению напряжения на силу тока

**В:** вектор равный произведению заряда и импульса

**С:** вектор равный произведению напряженности поля на заряд

**10.** Какая из приведенных величин не входит в закон Ома

**A:** сила тока

**Б:** сопротивление

**В:** напряжение

**С:** электроемкость

**11.** Почему лампочки чаще перегорают в момент включения

**A:** в начальный момент через лампочку течет большой ток

**Б:** лампочка стареет

**В:** на лампочке появляется большая мощность

**С:** на лампочке выскакивает большое напряжение

**12.** В цепь включены электроплитка и амперметр. Изменятся ли показания амперметра, если подуть на раскаленную плитку холодным воздухом

**A:** увеличение тока покажет амперметр

**Б:** да

**В:** амперметр покажет уменьшение тока

**С:** нет

**13.** Цепь разветвляется на 5 одинаковых ветвей. Сила тока до разветвления равна 0,6 мА. В каждой ветви ток равен

**А:** 0,6мА

**Б:** 1,2мА

**В:** 0,12мА

**С:** 0,1мА

**14.** Два резистора, имеющие сопротивления  $R_1=1$  Ом и  $R_2=2$  Ом, включены в цепь постоянного тока параллельно друг другу. Чему равно отношение мощностей электрического тока  $N_1/N_2$  на этих резисторах

**А:** 1:1

**Б:** 1:2

**В:** 2:1

**С:** 4:1

**15.** На баллонах двух электрических ламп написана их мощность  $P_1=150$  Вт и  $P_2=75$  Вт. Сопротивление этих ламп имеют соотношение

**А:**  $R_1 > R_2$

**Б:**  $R_1 < R_2$

**В:**  $R_1 = R_2$

**С:**  $R_1=150$  Ом,  $R_2=75$  Ом

### Тест 8

**1.** Нейтральные атомы

**А:** Отталкиваются

**Б:** Притягиваются

**В:** Не взаимодействуют

**С:** Притягиваются и отталкиваются

**2.** Заряд электрона был установлен в опытах

**А:** Дж. Дж. Томсона

**Б:** Р. Милликена

**В:** Э. Резерфорда

**С:** М. Фарадея

**3.** Сила взаимодействия двух точечных зарядов вычисляется по формуле

**А:**  $kq_1q_2/r^2$

**Б:**  $Uq$

**В:**  $Eq$

**С:**  $kq/r^2$

**4.** Модуль напряженности однородного электрического поля равен  $E$ . Разность потенциалов между двумя точками, расположенными на одной силовой линии поля на расстоянии  $L$ , равна 10 В. Модуль разности потенциалов между точками, расположенными вдоль одной силовой линии поля на расстоянии  $2L$ , равен

**А:** 5В

**Б:** 10 В

**В:** 20 В

**С:** 40 В

**5.** Электрическое поле однородно. Его силовые линии

**А:** радиальны

**Б:** параллельны

**В:** замкнуты

**С:** сходятся в одной точке

**6.** Потенциал характеристика электрического поля

**А:** силовая

**Б:** энергетическая

**В:** скалярная

**С:** полевая

7. Потенциал точечного заряда определяется формулой

**А:**  $\varphi = q / 4\pi\epsilon\epsilon^0 r$

**Б:**  $\varphi = q / 4\pi\epsilon\epsilon^0$

**В:**  $\varphi = q / \pi\epsilon\epsilon^0 r$

**С:**  $\varphi = q 4\pi\epsilon\epsilon^0 r$

. Емкость уединенного проводника

**А:**  $C = \epsilon\epsilon^0 S / d$

**Б:**  $C = q U$

**В:**  $C = \varphi / q$

**С:**  $C = q / \varphi$

9. Емкость одного конденсатора в тысячу раз больше другого. При последовательном включении суммарная емкость будет...

**+А:** примерно равной емкости меньшего конденсатора

**Б:** примерно равной емкости большего конденсатора

**В:** примерно равной половине емкости большего конденсатора

**С:** значительно выше емкости обоих конденсаторов

10. Для возникновения тока необходимо наличие

**А:** молекул

**Б:** Свободных зарядов

**В:** любых частиц

**С:** электронов

11. Какой провод лучше всего применить для электрических нагревательных приборов

**А:** провод, материал которого обладает тугоплавкостью и большим удельным сопротивлением

**Б:** любой

**В:** провод сделанный из серебра

**С:** провод сделанный из металла

12. Протекание тока в проводнике приводит к

**А:** нагреву проводника

**Б:** возникновению магнитного поля вблизи проводника

**В:** изменению химического состава проводящей среды ( в электролитах)

**С:** все пункты 1-3 верны

13. Цепь разветвляется на 2 ветви одинаковой длины, но провод в первой ветви имеет вдвое меньший диаметр, чем во второй. В первой ветви ток равен 0,1 мА. Ток до разветвления равен

**А:** 0,125 мА

**Б:** 0,2 мА

**В:** 0,3 мА

**С:** 0,5 мА

14. При силе тока в электрической цепи 0,6 А сопротивление лампы равно 5 Ом.

Мощность электрического тока, выделяющаяся на нити лампы, равна

**А:** 0,06 Вт

**Б:** 1,8 Вт

**В:** 3 Вт

**С:** 15 Вт

15. Каково должно быть сопротивление спирали электроплитки, чтобы при ее включении в сеть напряжением 220 В она потребляла мощность 800 Вт

**А:** 0,3 Ом

**Б:** 3,6 Ом



**B:** 60,5 Ом

**C:** 2,9 кОм

**Тест 9**

**1.** том, на электронной оболочке которого избыточные электроны, имеет заряд

**A:** Положительный

**B:** Равный нулю

**B:** Равный элементарному

**C:** Отрицательный

**2.** На двух одинаковых металлических шарах находятся положительный заряд +Q и отрицательный заряд -5Q. При соприкосновении шаров заряд на каждом шаре станет равен

**A:** -4Q

**B:** +6Q

**B:** -2Q

**C:** +3Q

**3.** Сила электростатического взаимодействия между двумя одинаковыми зарядами по 1 мкКл на расстоянии 10 см друг от друга равна

**A:** 0,9 Н

**B:** 9 Н

**B:**  $10^{10}$  Н

**C:**  $9 \cdot 10^5$  Н

**4.** Напряженность электрического поля в данной точке вычисляется по формуле

**A:**  $U \cdot q$

**B:**  $E \cdot q$

**B:**  $k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2 \epsilon}$

**C:**  $k \frac{|q|}{r^2 \epsilon}$

**5.** Могут ли силовые линии электрического поля пересекаться в пространстве

**A:** Могут

**B:** Могут только касаться

**B:** Не могут

**C:** Иногда

**6.** Единицей потенциала в СИ является

**A:** ампер

**B:** герц

**B:** Ом

**C:** Вольт

**7.** Пять конденсаторов соединены параллельно, емкости их равны 1 пФ, 2 пФ, 3 пФ, 4 пФ, 5 пФ. Суммарная емкость составляет

**A:** 5 пФ

**B:** 15 пФ

**B:** 120 пФ

**C:** 0,44 пФ

**8.** Как изменится емкость плоского конденсатора при увеличении расстояния между его пластинами в 4 раза

**A:** уменьшится в 4 раза

**B:** увеличится в 16 раз

**B:** увеличится в 4 раз

**C:** не изменится

**9.** Два конденсатора соединили последовательно. Как при этом изменилась суммарная емкость

- A:** увеличилась
- B:** равна нулю
- B:** уменьшилась
- C:** не изменилась

10. Какое из нижеприведенных выражений соответствует определению электрического тока

- A:** Направленное движение частиц
- B:** Хаотическое движение заряженных частиц
- B:** Изменение скорости движения заряженных частиц
- C:** Направленное движение заряженных частиц

11. Могут ли существовать токи текущие от более низкого – потенциала к более высокому

- A:** нет
- B:** зависит от силы
- B:** да
- C:** зависит от потенциала

12. Единица измерения силы тока в системе СИ

- A:** Ом
- B:** Ампер
- B:** Вольт
- C:** Фарад

13. Два источника случайно подключают навстречу друг другу. Это значит, что

- A:** в цепи нет тока
- B:** в цепи короткое замыкание
- B:** их ЭДС вычитаются из суммы всех падений напряжения
- C:** их ЭДС вычитаются друг из друга

14. Если длину спирали электроплитки увеличить в 2 раза, то ее мощность

- A:** Увеличится в 2 раза
- B:** Уменьшится в 2 раза
- B:** Увеличится в 4 раза
- C:** Уменьшится в 4 раза

15. Сила тока в цепи равна  $I=0,2$  А. Определите мощность прибора, если его сопротивление равно  $R=0,1$  Ом

- A:**  $P=0,4$  мВт
- B:**  $P=4$  Вт
- B:**  $P=40$  мВт
- C:**  $P=4$  мВт

### Тест 10

1. Атом, на электронной оболочке которого недостаток электронов, имеет заряд

- A:** Положительный
- B:** Равный нулю
- B:** Равный элементарному
- C:** Отрицательный

2. Альфа-частица, являющаяся ядром атома гелия  $He_2$ , попадает в пылинку, несущую избыточный электрон, и застревает в ней. Заряд пылинки после этого

- A:** 3 Кл
- B:** 1 Кл
- B:**  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл
- C:**  $3,2 \cdot 10^{-19}$  Кл

3. Как изменится сила кулоновского взаимодействия между зарядами, если поместить их в среду с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$

- A:** увеличится в  $\epsilon$  раз
- B:** увеличится в 16 раз
- B:** уменьшится в  $\epsilon$  раз

**С:** не изменится

**4.** Направление вектора напряженности электрического поля совпадает с направлением силы, действующей на

**А:** незаряженный металлический шар, помещенный в электрическое поле

**Б:** отрицательный пробный заряд, помещенный в электрическое поле

**В:** положительный пробный заряд, помещенный в электрическое поле

**С:** ответа нет, так как напряженность поля — скалярная величина

**5.** В электростатическом поле работа сил, действующих на пробный заряд со стороны поля при его перемещении по замкнутому контуру

**А:** зависит от знака пробного заряда

**Б:** зависит от формы контура

**В:** равна нулю только в однородном поле

**С:** всегда равна нулю

**6.** Разность потенциалов между точками, расположенными на одной силовой линии однородного электрического поля, напряженность которого 50 В/м, равна 10 В. Расстояние между этими точками равно

**А:** 0,05 см

**Б:** 5 см

**В:** 20 см

**С:** 5 см

**7.** Конденсатор емкостью 0,01 Ф заряжен до напряжения 20 В. Какой энергией обладает конденсатор

**А:** 0,1 Дж

**Б:** 0,2 Дж

**В:** 2 Дж

**С:** 4 Дж

**8.** Емкость конденсатора - это

**А:** объем пространства между пластинами

**Б:** суммарный объем его пластин

**В:** отношение суммарного заряда на пластинах к разности потенциалов между пластинами

**С:** отношение модуля заряда на одной пластине к разности потенциалов между пластинами

**9.** За направление электрического тока принимают движение частиц

**А:** положительных

**Б:** отрицательных

**В:** любых

**С:** нейтральных

**10.** Сопротивление резистора увеличили в 2 раза, а приложенное к нему напряжение уменьшили в 2 раза. Как изменилась сила электрического тока, протекающего через резистор

**А:** уменьшилась в 4 раза

**Б:** увеличилась в 4 раза

**В:** уменьшилась в 2 раза

**С:** не изменилась

**11.** При каких условиях от данного элемента можно получить самый большой ток

**А:** при коротком замыкании

**Б:** при длинном замыкании

**В:** никак нельзя

**С:** зависит от данного элемента

**12.** Сила тока на участке цепи с неизменным напряжением при увеличении сопротивления в 4 раза

**А:** увеличится в 2 раза

**Б:** уменьшится в 2 раза

**В:** увеличится в 4 раза

С: уменьшится в 4 раза

13. Амперметр включен в цепь параллельно. В этом случае

А: падение напряжения на нем должно быть максимальным

Б: его сопротивление должно быть максимальным

В: его сопротивление должно быть минимальным

С: измерения силы тока в цепи невозможны

14. Единицей измерения мощности тока является

А: А

Б: Дж

В: Вт

С: В

15. Сопротивление лампы мощностью 100 Вт, рассчитанной на напряжение 220 В, составляет

А: 484 Ом

Б: 241 Ом

В: 220 Ом

С: 454 Ом

### Задания для контрольных работ

1. Два точечных заряда, находясь в воде ( $\epsilon_1 = 81$ ) на расстоянии  $l$  друг от друга, взаимодействуют с некоторой силой  $F$ . Во сколько раз необходимо изменить расстояние между ними, чтобы они взаимодействовали с такой же силой в воздухе ( $\epsilon_2 = 1$ )?

2. Два шарика одинакового объема, обладающие массой  $0,6 \cdot 10^{-3}$  г каждый, подвешены на шелковых нитях длиной 0,4 м так, что их поверхности соприкасаются. Угол, на который разошлись нити при сообщении шарикам одинаковых зарядов, равен  $60^\circ$ . Найти величину зарядов и силу электрического отталкивания.

3. В элементарной теории атома водорода принимают, что электрон вращается вокруг протона по окружности. Какова скорость вращения электрона, если радиус орбиты  $0,53 \cdot 10^{-10}$  м?

4. Два равных отрицательных заряда по 9 нКл находятся в воде на расстоянии 8 см друг от друга. Определить напряженность и потенциал поля в точке, расположенной на расстоянии 5 см от зарядов.

5. Электрон движется по направлению силовых линий однородного поля напряженностью 2,4 В/м. Какое расстояние он пролетит в вакууме до полной остановки, если его начальная скорость  $2 \cdot 10^6$  м/с? Сколько времени будет длиться полет?

6. Заряд -1 нКл переместился в поле заряда +1,5 нКл из точки с потенциалом 100 В в точку с потенциалом 600 В. Определить работу сил поля и расстояние между точками.

7. Вычислить емкость батареи, состоящей из трех конденсаторов емкостью 1 мкФ каждый, при всех возможных случаях их соединения.

8. В медном проводнике сечением 6 мм<sup>2</sup> и длиной 5 м течет ток. За 1 мин в проводнике выделяется 18 Дж теплоты. Определить напряженность поля, плотность и силу электрического тока в проводнике.

9. Внутреннее сопротивление аккумулятора 2 Ом. При замыкании его одним резистором сила тока равна 4 А, при замыкании другим — 2 А. Во внешней цепи в обоих случаях выделяется одинаковая мощность. Определить ЭДС аккумулятора и внешние сопротивления.

10. По квадратной рамке со стороной 0,2 м течет ток 4 А. Определить напряженность и индукцию магнитного поля в центре рамки.

11. Пройдя ускоряющую разность потенциалов 3,52 кВ, электрон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Индукция поля 0,01 Тл, радиус траектории — 2 см. Определить удельный заряд электрона.

12. Электрон с энергией 300 эВ движется перпендикулярно линиям индукции магнитного поля напряженностью 465 А/м. Определить силу Лоренца, скорость и радиус траектории электрона.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

### Модуль 1. Электричество

1. Какие фундаментальные свойства присущи электрическому заряду? Сформулируйте закон сохранения заряда.
2. В каких единицах измеряется электрический заряд? Чему Равен элементарный заряд?
3. Какому закону подчиняется сила взаимодействия точечных зарядов? Какие утверждения содержит закон Кулона?
4. Получите численное значение и единицу электрической постоянной  $\epsilon_0$ .
5. Как рассчитывается сила взаимодействия точечного заряда и зарядов, распределенных на телах конечных размеров?
6. Можно ли воспользоваться законом Кулона при расчете силы взаимодействия двух заряженных тел сферической формы?
7. Что является источником электрического поля? Как обнаруживается и исследуется электрическое поле?
8. Дайте определение напряженности электрического поля. В каких единицах измеряется напряженность?
9. Напишите формулу для напряженности  $E$  точечного заряда  $q$ . Изобразите график зависимости  $E(r)$ , где  $r$  – расстояние от точечного заряда до точки поля, в которой определяется напряженность.
10. Каково содержание принципа суперпозиции электрических полей?
11. Как рассчитать напряженность поля заданного распределения точечных электрических зарядов?
12. Сформулируйте и запишите теорему Остроградского – Гаусса.
13. Получите выражение для напряженности  $E$  однородно заряженной бесконечной плоскости с поверхностной плотностью заряда  $\sigma$ .
14. Получите выражение для напряженности  $E$  однородно заряженной сферы, цилиндра.
15. Напишите теорему Остроградского-Гаусса в дифференциальной форме.
16. Дайте определение потенциала. Напишите выражение для потенциала: а) точечного заряда; б) системы точечных зарядов.
17. Как выражается работа по перемещению заряда в электростатическом поле: а) через напряженность поля; б) через разность потенциалов?
18. Покажите, что в общем случае потенциал и напряженность электростатического поля связаны соотношением  $\vec{E} = -\nabla\varphi$ .
19. Что называется силовой линией электростатического поля?
20. Что называется эквипотенциальной поверхностью? Покажите, что линии напряженности ортогональны эквипотенциальным поверхностям.
21. Чему равна потенциальная энергия системы точечных зарядов?
22. Докажите, что в электростатическом поле циркуляция вектора напряженности по произвольному замкнутому контуру равна нулю.
23. Напишите условие потенциальности электростатического поля в дифференциальной форме.
24. Какова напряженность поля внутри проводника, находящегося в электростатическом поле напряженностью  $E$ ?
25. Почему при внесении незаряженного проводника в электрическое поле последнее искажается?
26. В чем суть электростатической защиты?

27. Докажите, что напряженность электростатического поля вблизи проводника перпендикулярна к его поверхности и равна  $E = \sigma/\varepsilon_0$ .
28. Что называется электроемкостью уединенного проводника? От чего она зависит?
29. В каких единицах измеряется электроемкость?
30. Что представляет собой конденсатор?
31. Напишите выражения для электроемкости плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов.
32. Как изменится емкость плоского конденсатора, если между его пластинами поместить: а) слой металла, заполняющего половину пространства между пластинами; б) той же толщины слой диэлектрика?
33. Для чего применяются соединения конденсаторов в батарее? Чему равняется электроемкость параллельно, последовательно соединенных конденсаторов?
34. Напишите выражения для энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора.
35. Получите выражение для емкости плоского конденсатора.
36. Получите выражение для емкости уединенного металлического шара, помещенного в безграничный однородный диэлектрик.
37. Получите выражение для емкости сферического конденсатора, цилиндрического конденсатора.
38. Что является носителем энергии – заряды или поле? Напишите выражения для энергии притяжения пластин плоского конденсатора.
39. Получите выражение для силы притяжения пластин плоского конденсатора.
40. Что называют электрическим моментом диполя? Когда диполь можно считать точечным?
41. Получите выражение для напряженности поля  $E$ , создаваемой диполем
42. Получите соотношение для потенциала диполя. Чему равен механический момент пары сил, действующих на диполь, помещенный в электрическое поле? К чему приводит действие этого момента?
43. Запишите соотношение для силы, действующей на диполь в неоднородном электрическом поле. Когда диполь движется по градиенту поля, а когда против?
44. Напишите выражение для потенциальной энергии диполя в поле.
45. Что называется вектором поляризованности? В каких единицах измеряется поляризованность?
46. В чем заключается физический смысл вектора поляризованности?
47. Опишите процесс поляризации изотропных диэлектриков. Что называется диэлектрической восприимчивостью диэлектрика?
48. Зачем вводится вектор электрического смещения  $D$ ? Каков физический смысл относительной диэлектрической проницаемости? Как она связана с диэлектрической восприимчивостью?
49. Напишите соотношения между нормальными и тангенциальными составляющими (по отношению к поверхности раздела двух диэлектриков) векторов  $\vec{D}$  и  $\vec{E}$ .
50. Почему закон преломления линий электрического смещения на границе раздела двух диэлектриков:  $\operatorname{tg}\alpha/\operatorname{tg}\beta = \varepsilon_1/\varepsilon_2$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  - углы между нормалью к поверхности раздела диэлектриков и линиями электрического смещения. Считать, что сторонних зарядов на поверхности раздела нет.

## Модуль 2. Электромагнетизм

1. Что такое вектор магнитной индукции? Как он направлен?
2. Перечислите источники магнитного поля. Можно ли неподвижный в некоторой системе отсчета заряд возбуждать в этой же системе отсчета магнитное поле?
3. Каким образом учитывается характер движения носителей тока в проводнике при выводе закона Био-Савара-Лапласа?

4. Для чего нужен принцип суперпозиции при выводе закона Био-Савара-Лапласа?
5. Нарисуйте. Как направлены векторы, входящие в формулу для магнитного поля движущегося заряда и в закон Био-Савара-Лапласа.
6. Можно ли применить закон Био-Савара-Лапласа для расчета магнитного поля бесконечной прямолинейной проводящей ленты с током, который равномерно распределен по конечной ширине этой ленты? Как это сделать?
7. Чему равна величина индукции магнитного поля в точке, лежащей на продолжении прямолинейного отрезка проводника с током и удаленной от конца проводника на произвольное расстояние?
8. Запишите формулу для величины магнитного поля  $dB$  от элемента тока  $Idl$  в центре кругового тока.
9. Как рассчитать величину магнитной индукции проводника с током  $I$  в форме полукруга на его оси?
10. Дайте определение циркуляции векторного поля  $\vec{B}$  по замкнутому контуру  $L$ .
11. Найдите циркуляцию вектора магнитной индукции вдоль силовой линии бесконечно длинного прямолинейного провода, по которому течет ток  $I$ .
12. Запишите теорему о циркуляции вектора  $\vec{B}$  в дифференциальной и интегральной формах.
13. Когда циркуляция вектора  $\vec{B}$  по замкнутому контуру равна нулю?
14. Является ли магнитное поле потенциальным?
15. Нарисуйте силовые линии вектора магнитной индукции соленоида конечной длины.
16. Как доказать, что поле бесконечно длинного соленоида вне соленоида равно нулю?
17. Найдите циркуляцию вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  по окружности, лежащей в плоскости тороида, центр которой совпадает с центром тороида. Число витков тороида равно  $N$ , ток  $I$ . Чему равна эта циркуляция в случае, когда окружность находится внутри соленоида и когда она вне его?
18. Сформулируйте закон Ампера. Показать, как направлены векторы, входящие в выражение для силы Ампера.
19. Как объяснить действие силы Ампера на проводник с током в магнитном поле, исходя из электронной теории, рассмотрев движение отдельного электрона в этом поле?
20. В каком случае поток вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  через элементарную площадку  $dS$  положителен, а в каком отрицателен?
21. Сформулировать теорему Гаусса. Записать её в интегральной и дифференциальной формах. Выражением какого фундаментального свойства магнитного поля она является?
22. Какое векторное поле называют соленоидальным (вихревым)? Записать условие соленоидальности как в интегральной, так и в дифференциальной формах.
23. Какое поле (электрическое или магнитное) является потенциальным? Какое из этих полей соленоидально? Дивергенция от вектора какого поля равна нулю? Для какого поля ротор от вектора этого поля равен нулю?
24. В каком положении замкнутого контура с током силы, действующие на него, лишь растягивают этот контур? Устойчиво ли это положение?
25. В каком положении рамки с током в магнитном поле относительно вектора магнитной индукции механический момент, действующий на рамку с током, максимален и минимален?
26. Почему в магнитном поле над проводником стоком совершается работа?
27. Зависит ли работа сил поля над конечным отрезком проводника с током от способа перемещения этого проводника из начального в конечное положение?
28. Можно ли однозначно ввести потенциальную энергию для отрезка проводника с током в магнитном поле точно также, как для замкнутого контура с током?
29. Контур с током находится в магнитном поле. В каком случае его потенциальная энергия положительна, когда направление тока в контуре составляет правовинтовую систему с направлением вектора магнитной индукции или левовинтовую систему?

30. Контур с током свободно ориентируется в однородном магнитном поле, принимая устойчивое положение. Какова его потенциальная энергия в этом положении? Как направлен магнитный момент этого контура относительно вектора магнитной индукции? Как направлен ток в контуре относительно вектора магнитной индукции?

31. Как направлен вектор результирующей силы, действующей на виток с током в неоднородном магнитном поле аксиальной симметрии, если ось витка совпадает с осью этой симметрии?

32. Что такое микро- и макротоки? Какова природа молекулярного тока?

33. Написать гиромангнитное отношение для орбитальных магнитного и механического моментов электрона и гиромангнитное отношение для собственных спинового магнитного момента электрона и его механического момента.

34. Что такое магнетон Бора?

35. Пояснить природу токов в правых частях теоремы о циркуляции для векторов магнитной индукции и намагничивания.

36. Написать закон преломления для силовых линий магнитной индукции. Где наблюдается сгущение этих линий: в области с большей или меньшей относительной магнитной проницаемостью?

37. Объяснить процесс намагничивания парамагнетиков. Как изменяется намагниченность парамагнетика с ростом температуры?

38. Объяснить, в чём заключается явление диамагнетизма?

39. Написать уравнение движения электронной орбиты в магнитном поле. С какой частотой вращается плоскость этой орбиты вокруг направления магнитного поля?

40. Почему у атомов диамагнетика во внешнем магнитном поле индуцируется магнитный момент? Как он направлен?

41. Объяснить диамагнетизм с точки зрения явления электромагнитной индукции.

42. Какие вещества называются ферромагнетиками? Нарисовать петлю гистерезиса и объяснить, что такое основная кривая намагничивания, частный цикл, максимальная петля намагничивания?

43. Что такое остаточная намагниченность, коэрцитивная сила?

44. Что такое домены? Объяснить процесс намагничивания ферромагнетиков.

45. Как ведут себя ферромагнетики с ростом температуры?

46. Сформулируйте сущность явления самоиндукции и дайте физическое объяснение явлению.

47. Как будет выглядеть выражение для ЭДС самоиндукции при наличии ферромагнетика?

48. Каков физический смысл коэффициента самоиндукции?

49. Выражение  $\Phi_c = IL$  справедливо для переменного или для постоянного тока?

50. Зависит ли индуктивность контура или катушки от силы тока для случаев: а) диамагнитной среды; б) парамагнитной среды; в) ферромагнитной среды; г) вакуума?

51. Какой соленоид можно считать длинным?

52. Какой тороид можно считать тонким?

53. Чему равна индукция магнитного поля внутри и снаружи бесконечно длинного соленоида и замкнутого тороида?

54. Как объяснить наличие реактивного сопротивления контура или катушки переменному току?

55. Назовите одно или несколько применений явления самоиндукции.

56. Что такое взаимная индукция и как определить ЭДС взаимной индукции?

57. Изобразите примеры схем с помощью которых реализуются токи включения и выключения цепи с индуктивностью?

58. Как физически объяснить постепенное нарастание и спад тока при включении и выключении соответственно источника постоянной ЭДС в цепи с индуктивностью.

59. Как найти энергию прямого проводника с током?



60. Изменяется ли энергия магнитного поля постоянного полоскового магнита: а) при введении его в замкнутый контур или катушку; б) при замыкании или размыкании контура, или катушки с введенным магнитом?
61. Что такое апериодический процесс?
62. Каковы условия протекания апериодического процесса в механических колебательных системах и в колебательном контуре?
63. Объясните какие физические процессы определяют механизм работы колебательного контура?
64. Каков физический смысл добротности механической колебательной системы?
65. Запишите условие исчезновения резонанса при увеличении затухания.
66. В чём суть метода векторных диаграмм сложения колебаний?
67. Что такое когерентные колебания?
68. Что такое фигуры Лиссажу? Как и какие параметры складываемых колебаний можно по ним определить?
69. Что такое биения?
70. Каков физический смысл знака в уравнении волны перед  $kx$ ?
71. Каков физический смысл фазовой скорости?
72. При каких условиях образуются стоячие волны, что такое узлы и пучности стоячих волн?
73. Что такое поперечные и продольные волны? Приведите примеры.
74. Могут ли быть упругие волны поперечными, а электромагнитные волны продольными?
75. Имеется ли разница в происхождении световых волн и радиоволн?
76. Какие из перечисленных величин изменяются при переходе от электромагнитной волны в другую среду: частота, период, длина волны, волновое число?
77. Каков физический смысл плотности потока энергии?
78. Могут ли рассматриваться отдельно электрическая и магнитная составляющие электромагнитной волны?
79. Продолжится ли процесс распространения электромагнитной волны, если выключить её источник?

### Вопросы к коллоквиуму

1. Закон Кулона. Экспериментальная проверка закона Кулона.
2. Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь.
3. Теорема Гаусса для электростатического поля. Применения теоремы Гаусса.
4. Дифференциальная форма электростатической теоремы Гаусса.
5. Проводники в электрическом поле.
6. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Стеkanie зарядов с проводника. Металлический экран.
7. Электрическое поле в диэлектриках. Количественная характеристика поляризации диэлектриков. Вектор электрического смещения.
8. Теорема Гаусса для диэлектриков.
9. Условия на границе двух диэлектриков. Поле равномерно поляризованного шара.
10. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.
11. Потенциал электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности. Скалярный потенциал.
12. Емкость проводников. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов.
13. Электрический зонд. Электрическое поле Земли. Конденсаторы.
14. Емкость проводников и конденсаторов. Соединение конденсаторов.
15. Энергия системы зарядов. Энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора, электрического поля.
16. Свободная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля.

17. Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия диполя во внешнем поле.
  18. Постоянный электрический ток. Плотность тока.
  19. Закон Ома. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры.
  20. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца. Дифференциальная формула Джоуля-Ленца.
  21. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
  22. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Токи в сплошной среде.
  23. Электропроводность металлов. Природа носителей тока в металлах.
  24. Расщепление энергетического уровня и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников и изоляторов.
  25. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости от температуры.
  26. Подвижность электронов. Сверхпроводимость.
  27. Работа выхода электрона из металла. Ток насыщения. Уровень Ферми.
  28. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра.
  29. Электронные лампы и их применение.
  30. Контактная разность потенциалов. Внутренняя и внешняя контактная разность потенциалов.
  31. Термоэлектрический ток. Термоэлектродвижущая сила. Термопара.
  32. Эффект Пельтье, Зеебека. Термодинамика термоэлектрических явлений.
  33. Эффект Томсона. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.
  34. Электролиз и электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Законы электролиза Фарадея.
  35. Электрическая проводимость электролитов. Гальванические элементы и аккумуляторы.
  36. Ионизация и рекомбинация. Ионная лавина. Самостоятельный и несамостоятельный разряды газа.
  37. Тлеющий, искровой, коронный, дуговой газоразряды. Плазма.
- 
1. Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Закон взаимодействия элементов тока.
  2. Контур с током во внешнем однородном магнитном поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара-Лапласа.
  3. Магнитные поля прямого и кругового проводников с током. Магнитное поле на оси соленоида.
  4. Эффект Холла.
  5. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме.
  6. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме.
  7. Применение основных теорем к расчету магнитных полей.
  8. Магнетизм вещества. Спин электрона. Вектор намагничивания.
  9. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе.
  10. Напряженность магнитного поля на границе раздела двух магнетиков.
  11. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле.
  12. Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции.
  13. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
  14. Токи Фуко. Явление самоиндукции и взаимной индукции.
  15. Токи при замыкании и размыкании цепи.
  16. Энергия проводника с током. Энергия магнитного поля.
  17. Классификация магнетиков. Природа молекулярных токов.
  18. Ферромагнетизм. Основная кривая намагниченности. Гистерезис. Петля гистерезиса.
  19. Магнитная проницаемость ферромагнетиков. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры.

20. Природа ферромагнетиков и объяснение их свойств.
21. Объяснение парамагнетизма.
22. Объяснение диамагнетизма. Гиромагнитные явления.
23. Сверхпроводники и их магнитные свойства.
24. Движение в постоянных и однородных полях. Дрейф заряженной частицы в неоднородном магнитном поле. Определение удельного заряда частицы.
25. Вихревое электрическое поле. Вихревые токи. Трансформатор.
26. Векторные диаграммы простейших случаев работы трансформатора.
27. Вытеснение переменного тока (скин-эффект). Бетатрон.
28. Ток смещения. Уравнения Максвелла.
29. Электромагнитное поле в движущихся средах. Энергия и поток энергии.
30. Колебательный контур. Свободные колебания гармонического осциллятора.
31. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания.
32. Векторная диаграмма. Метод комплексных переменных.
33. Вынужденные колебания затухающего осциллятора. Добротность колебательного контура. Резонансная кривая.
34. Закон Ома для переменных токов.
35. Цепь с источником переменных сторонних ЭДС, сопротивлением, емкостью, индуктивностью.
36. Импеданс. Резонанс напряжений в цепи переменного тока.
37. Правила Кирхгофа для переменных токов. Резонанс токов.
38. Работа и мощность переменных токов.
39. Биения. Автоколебания.
40. Существование электромагнитных волн. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны.
41. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны. Стоячие волны.
42. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.

### Вопросы к экзамену ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

1. Закон Кулона. Принцип суперпозиции электрических полей. Электрический диполь.
2. Теорема Гаусса для электростатического поля. Дифференциальная форма электростатической теоремы Гаусса.
3. Проводники в электрическом поле.
4. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор электрического смещения.
5. Теорема Гаусса для диэлектриков.
6. Условия на границе двух диэлектриков.
7. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.
8. Потенциал электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности. Скалярный потенциал.
9. Емкость проводников. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов.
10. Конденсаторы. Емкость проводников и конденсаторов. Соединение конденсаторов.
11. Энергия системы зарядов. Энергии заряженного проводника, заряженного конденсатора, электрического поля.
12. Свободная энергия. Объемная плотность энергии электрического поля. Энергия поля поверхностных зарядов. Энергия диполя во внешнем поле.
13. Постоянный электрический ток. Плотность тока.
14. Закон Ома. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления проводника от температуры.

15. Работа и мощность тока.
16. Закон Джоуля – Ленца. Дифференциальная формула Джоуля-Ленца.
17. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
18. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
19. Электропроводность металлов. Природа носителей тока в металлах.
20. Расщепление энергетического уровня и образование зон. Энергетические зоны металлов, полупроводников и изоляторов.
21. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
22. Зависимость проводимости от температуры. Подвижность электронов. Сверхпроводимость.
23. Работа выхода электрона из металла. Ток насыщения. Уровень Ферми.
24. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра. Электронные лампы и их применение.
25. Контактная разность потенциалов. Внутренняя и внешняя контактная разность потенциалов.
26. Термоэлектрический ток. Термоэлектродвижущая сила. Термопара.
27. Эффект Пельтье, Зеебека. Термодинамика термоэлектрических явлений.
28. Эффект Томсона. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.
29. Электролиз и электролитическая диссоциация. Законы электролиза Фарадея. Электрическая проводимость электролитов.
30. Ионизация и рекомбинация. Ионная лавина. Самостоятельный и несамостоятельный разряды газа.
31. Тлеющий, искровой, коронный, дуговой газы. Плазма.
32. Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Закон взаимодействия элементов тока.
33. Контур с током во внешнем однородном магнитном поле. Магнитный момент. Закон Био-Савара-Лапласа.
34. Магнитные поля прямого и кругового проводников с током. Магнитное поле на оси соленоида.
35. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме.
36. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме.
37. Магнетизм вещества. Спин электрона. Вектор намагничивания.
38. Теорема о циркуляции магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля на границе раздела двух магнетиков.
39. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле.
40. Явление электромагнитной индукции. Причины возникновения ЭДС индукции.
41. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
42. Токи Фуко. Явление самоиндукции и взаимной индукции.
43. Токи при замыкании и размыкании цепи. Энергия проводника с током. Энергия магнитного поля.
44. Классификация магнетиков. Природа молекулярных токов.
45. Ферромагнетизм. Основная кривая намагниченности. Гистерезис.
46. Магнитная проницаемость ферромагнетиков. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры.
47. Объяснение парамагнетизма.
48. Объяснение диамагнетизма. Гиромагнитные явления.
49. Сверхпроводники и их магнитные свойства.
50. Движение в постоянных и однородных полях. Дрейф заряженной частицы в неоднородном магнитном поле.
51. Вихревое электрическое поле. Вихревые токи. Трансформатор.
52. Векторные диаграммы простейших случаев работы трансформатора.
53. Вытеснение переменного тока (скин-эффект). Бетатрон.
54. Ток смещения. Уравнения Максвелла.

55. Электромагнитное поле в движущихся средах. Энергия и поток энергии.
56. Колебательный контур. Свободные колебания гармонического осциллятора.
57. Гармонические колебания. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания.
58. Векторная диаграмма. Метод комплексных переменных.
59. Вынужденные колебания затухающего осциллятора. Добротность колебательного контура. Резонансная кривая.
60. Закон Ома для переменных токов.
61. Цепь с источником переменных сторонних ЭДС, сопротивлением, емкостью, индуктивностью.
62. Импеданс. Резонанс напряжений в цепи переменного тока.
63. Правила Кирхгофа для переменных токов. Резонанс токов.
64. Работа и мощность переменных токов. Биения. Автоколебания.
65. Существование электромагнитных волн. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны.
66. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны. Стоячие волны.
67. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.

### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Изучение электроизмерительных приборов.
2. Изучение электрических свойств сегнетоэлектриков.
3. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла.
4. Изучение явления взаимной индукции.
5. Определение работы выхода электронов из металла.
6. Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов.
7. Изучение процессов зарядки и разрядки конденсатора.
8. Изучение электрических процессов в простых линейных цепях при действии гармонической электродвижущей силы.
9. Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре.
10. Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре.
11. Изучение электрических колебаний в связанных контурах

### Шкала оценивания, показатели и критерии оценивания образовательных результатов обучающегося

Шкала оценивания	Показатели и критерии оценивания
5, «отлично»	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
4, «хорошо»	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.

3, «удовлетво- рительно»	Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
2, «неудовле- творительно»	Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

1. А. Н. Матвеев. Электричество и магнетизм. Издательство «Лань», 2010.
2. С.Г. Калашников «Электричество». Издательство «ФИЗМАТЛИТ», М., 2008.
3. А. Б. Муравьев. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум. Часть 3. 2004.
4. Д.В. Сивухин. Общий курс физики «Электричество». Издательство «Наука», М., 2004, т. 3.
5. С.П. Стрелков и др. Сборник задач по общему курсу физики. Издательство «Наука», М., 2010.
6. Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. Курс физики». Издательство «Высшая школа», М., 2001.
7. И.В. Савельев Курс общей физики «Электричество и магнетизм». Издательство «Наука», М., 2001.
8. Б. В. Бондарев. Н.П. Калашников Курс общей физики Издательство «Юрайт», 2012

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

**Интернет-ресурсы**

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
2. <http://mat.net.ua/mat/index-fizika.htm>
3. [http://ph4s.ru/books\\_phys.html](http://ph4s.ru/books_phys.html)

**Электронные ресурсы ИнГГУ**

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	Электронная библиотека EastView	<a href="http://www.dlib.eastview.com">http://www.dlib.eastview.com</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
2.	Справочно-правовая система «Консультант- плюс»	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть

			ИнГГУ
3.	База данных «Полпред»	<a href="http://www.polpred.com">http://www.polpred.com</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
4.	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://www.window.edu.ru">http://www.window.edu.ru</a>	Свободный доступ по сети Интернет.
5.	Информационная система «Экономика. Социология. Менеджмент»	<a href="http://www.ecsosman.ru">http://www.ecsosman.ru</a>	Свободный доступ по сети Интернет.
6.	Сайт Высшей аттестационной комиссии	<a href="http://www.vak.ed.gov.ru">http://www.vak.ed.gov.ru</a>	Свободный доступ по сети Интернет.
7.	В помощь аспирантам	<a href="http://www.dis.finansy.ru">http://www.dis.finansy.ru</a>	Свободный доступ по сети Интернет.
8.	Elsevier	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> ; <a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
9.	Консультант студента	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	Доступ по индивидуальным скретч-картам.
10.	«Электронная библиотечная система Университетская библиотека ONLINE»	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ

## 9. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5. Справочно-правовая система “Консультант”
  - 1.6. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

<b>Название ресурса</b>	<b>Ссылка/доступ</b>
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>



Рабочая программа дисциплины «Электричество и магнетизм» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от « 07 » августа 2020 г. № 891.

Программу составила: к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» М. А. Нальгиева

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»

Протокол № 8 от « 11 » марта 2025 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета

Протокол № 7 от « 13 » марта 2025 года

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой

