МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра микроэлектроники и общей физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Электричество и магнетизм»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «25» апреля 2022 года, протокол № 6

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями преподавания дисциплины «Электричество и магнетизм» являются:
- изучение истории и важнейших физических открытий, связанных с электрическими и магнитными явлениями, обобщением опытных фактов и формулировкой на их основе принципов теории электромагнетизма, приводящей к системе уравнений Максвелла;
- формирование умений и навыков использования теоретических знаний для решения практических задач как в области электрических и магнитных явлений, так и на междисциплинарных границах данного курса с другими разделами физики.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к обязательной части Блока 1 и является частью модуля «Общая физика».

Для освоения данной дисциплины студенты должны владеть математическим аппаратом вектором и тензорного анализа, умением вычислять основные производные и интегралы. Дисциплина «Электричество и магнетизм» использует знания, полученные при изучении дисциплин «Механика», «Молекулярная физика», «Математический анализ», «Векторный и тензорный анализ».

Дисциплина «Электричество и магнетизм» создает предпосылки для более глубокого освоения последующих дисциплин: «Оптика», «Атомная физика», «Электродинамики».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности	**ИД_ОПК-1.1** Осуществляет постановку задачи, выбирает способ ее решения	**Знать**: – понятие элементарного заряда, модели точечного и непрерывного распределения заряда, понятие электростатического поля и метод его описания, – принцип суперпозиции полей; – теорему Гаусса; теорему о циркуляции вектора напряженности электростатического поля; – описание электростатического поля при наличии проводников и диэлектриков; – законы постоянного тока; – основные положения классической теории электропроводности, ее достижения и противоречия; – способы создания стационарного магнитного поля, методы его описания; – теорему о циркуляции вектора напряженности магнитного поля; – природу диа-, пара- и ферромагнетизма;

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
		– уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах; граничные условия для векторов поля; – фундаментальные физические законы электромагнетизма, их экспериментальное подтверждение и границы применимости; – принципы работы простейших цепей; – методы анализа электрических цепей; – системы единиц измерения физических величин, физические константы и их размерность. **Уметь:** – применять законы электромагнетизма для расчета стационарных электрических и магнитных полей; – использовать метод зеркальных изображения для расчета электростатических полей при наличии проводников; – измерять и вычислять емкости заряженных проводников, конденсаторов, соединений конденсаторов; – измерять и вычислять сопротивления, величины токов, напряжения, ЭДС, мощности; – использовать метод векторных диаграмм и комплексных амплитуд для расчета цепей квазистационарного переменного тока; – анализировать характеристики цепей по схемам или результатам экспериментов; – решать задачи анализа цепей.
	ИД-ОПК-1.2 Применяет математический аппарат, физические законы и теории для решения прикладных и теоретических задач, в том числе педагогической деятельности	**Владеть:** – навыками решения типовых задач курса «Электричество и магнетизм», приближенной оценки порядка физических величин; – навыками самостоятельной работы с источниками информации; – экспериментального и расчётного получения информации о временных и частотных характеристиках линейных цепей.

4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)* Формы ЭО и ДОТ *(при наличии)*
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Электростатическое поле в вакууме	3	7	8				4	Задания для самостоятельной работы
2	Электростатическое поле при наличии проводников	3	4	4		1		4	Задания для самостоятельной работы
3	Электростатическое поле при наличии диэлектриков	3	4	6		1		4	Задания для самостоятельной работы
4	Постоянный электрический ток	3	7	7		1		4	Задания для самостоятельной работы. Контрольная работа № 1
5	Электропроводность твердых тел. Токи в вакууме, газах и электролитах	3	5	2		1			Задания для самостоятельной работы
6	Постоянное магнитное поле в вакууме	3	4	6		1		4	Задания для самостоятельной работы
7	Постоянное магнитное поле в магнетиках	3	6	2		1		4	Задания для самостоятельной работы
8	Электромагнитная индукция	3	4	7		1		4	Задания для самостоятельной работы
9	Квазистационарные электрические цепи	3	6	7		1		4	Задания для самостоятельной работы. Контрольная работа № 2
10	Электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла. Электромагнитные волны	3	4	2		2			
	в том числе с ЭО и ДОТ					*1*		*2*	*Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины ЭУК в LMS Moodle*
							0,5	33,5	Экзамен
	ИТОГО		**51**	**51**		**10**	**0,5**	**65,5**	
	в том числе с ЭО и ДОТ					*1*		*2*	

Содержание разделов дисциплины

1. Электростатическое поле в вакууме.

Краткий исторический обзор представлений о природе электричества и магнетизма. Электромагнитное поле как материальный носитель электромагнитного взаимодействия. Электрические заряды и их свойства: элементарный заряд и его инвариантность; два вида зарядов; закон сохранения и дискретность заряда. Модели точечного и непрерывного распределения зарядов. Закон Кулона. Экспериментальная проверка закона Кулона. Электростатическое поле. Полевая трактовка закона Кулона.

Вектор напряженности электростатического поля, принцип суперпозиции полей. Силовые линии электростатического поля. Напряженность поля точечного заряда.

Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса и ее применение к расчету полей некоторых заряженных симметричных тел. Дифференциальная форма теоремы Гаусса.

Работа сил поля при перемещении зарядов. Циркуляция вектора напряженности. Потенциальный характер электростатического поля. Электрический потенциал и его нормировка. Эквипотенциальные поверхности.

Связь потенциала с напряженностью электростатического поля. Потенциал поля, создаваемого точечным зарядом, системой точечных зарядов, диполем, непрерывным распределением зарядов. Описание электрического поля с использованием потенциала. Диполь в однородном и неоднородном поле.

2. Электростатическое поле при наличии проводников.

Распределение зарядов на поверхности проводника. Эквипотенциальность проводника. Напряженность поля вблизи поверхности проводника. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Стекание зарядов с острия.

Проводники во внешнем электрическом поле. Наведенные заряды. Электризация через влияние. Электростатическая защита. Учет поля наведенных зарядов. Метод зеркальных изображений.

Потенциал проводника. Емкость уединенного проводника. Система проводников. Конденсаторы и их емкость. Соединения конденсаторов.

Энергия взаимодействия системы неподвижных точечных зарядов. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов. Собственная энергия. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электростатического поля.

3. Электростатическое поле при наличии диэлектриков.

Свободные и связанные заряды. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Вектор поляризации. Напряженность электрического поля в диэлектриках. Диэлектрическая проницаемость. Вектор электрического смещения. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков.

Электрическое поле на границе двух диэлектриков, граничные условия для векторов напряженности и электрического смещения

4. Постоянный электрический ток.

Движение зарядов в электрическом поле. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Электрическое поле внутри и вне проводника при наличии постоянного тока. Условия существования постоянного тока. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводников. Зависимость сопротивления проводников от температуры. Понятие о сверхпроводимости. Закон Ома в дифференциальной форме.

Изменение потенциала вдоль проводника с током. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, и для замкнутой цепи.

Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца. Дифференциальная форма закона Джоуля-Ленца.

Линейные цепи. Правила Кирхгофа и их применение для расчета разветвленных электрических цепей.

5. Электропроводность твердых тел. Токи в вакууме, газах и электролитах.

Классификация твердых тел (проводники, диэлектрики, полупроводники). Природа электрического тока в металлах. Опыты Рикке, Мандельштама, Папалекси, Толмена и Стюарта.

Элементы классической теории электропроводности металлов. Трудности классической теории электропроводности металлов.

Понятие о зонной теории твердых тел. Энергетические зоны металлов,

полупроводников и диэлектриков. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.

P-n-переход, вольт-амперная характеристи-ка p-n-перехода. Выпрямляющее действие p-n-перехода. Полупроводниковый диод.

Электрический ток в вакууме. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия. Ток в вакууме. Электронные лампы.

Электрический ток в газах. Процессы ионизации и рекомбинации. Несамостоятельный и самостоятельный разряды и их виды. Вольт-амперная характеристика газового разряда. Понятие о плазме.

Проводимость электролитов. Электролитическая диссоциация. Закон Ома для электролитов. Законы Фарадея.

6. Постоянное магнитное поле в вакууме.

Магнитное поле постоянного тока. Магнитный момент контура с током. Постоянное магнитное поле в вакууме. Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого, кругового и соленоидального токов. Циркуляция вектора магнитной индукции в стационарном случае. Закон полного тока. Вихревой характер магнитного поля.

Силы в магнитном поле. Сила Ампера. Взаимодействие токов. Действие магнитного поля на замкнутый контур с током. Момент сил, действующих на контур с током.

Действие электрического и магнитного полей на движущийся заряд. Сила Лоренца. Определение удельного заряда электрона.

7. Постоянное магнитное поле в магнетиках.

Магнетики. Описание магнитного поля в магнетиках. Намагниченность. Вектор напряженности магнитного поля. Связь намагниченности с напряженностью магнитного поля. Магнитная проницаемость. Граничные условия для векторов индукции и напряженности магнитного поля.

Диамагнетики. Механизм намагничивания. Гиромагнитное отношение. Природа диамагнетизма, ларморова прецессия. Диамагнитная восприимчивость. Независимость диамагнитной восприимчивости от температуры.

Парамагнетики. Механизм намагничивания. Гиромагнитное отношение Зависимость парамагнитной восприимчивости от температуры. Закон Кюри-Вейса.

Ферромагнетики. Гиромагнитное отношение. Опыт Эйнштейна-де Хааза. Кривая намагниченности и петля гистерезиса. Домены. Границы между доменами. Механизмы перемагничивания. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Точка Кюри. Постоянные магниты.

8. Электромагнитная индукция.

Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле. Опыты Фарадея. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея и правило Ленца. ЭДС индукции. Вихревые токи.

Самоиндукция и взаимоиндукция. ЭДС самоиндукции. Экстратоки замыкания и размыкания. Индуктивность. Энергия магнитного поля токов. Энергия и плотность энергии магнитного поля.

9. Квазистационарные электрические цепи.

Получение переменной ЭДС. Квазистационарные токи. Цепи квазистационарного переменного тока. Цепи, содержащие: источник переменных сторонних ЭДС, сопротивление и емкость; источник переменных сторонних ЭДС, сопротивление и индуктивность; источник сторонних ЭДС, сопротивление, емкость и индуктивность. Метод векторных диаграмм и комплексных амплитуд. Импеданс**.**

Работа и мощность в цепи переменного тока. Действующие и средние значения переменного тока. Активная и реактивная мощность.

Резонансы в цепи переменного тока.

Основные сведения о трехфазном токе. Преимущество применения трехфазного тока в технике и передаче электромагнитной энергии на расстояние.

Основные сведения о скин-эффекте.

10. Электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла. Электромагнитные волны.

Токи смещения. Вихревое электрическое поле. Опыты Эйхенвальда и Роуланда. Электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Физический смысл отдельных уравнений системы.

Относительность электрического и магнитного полей. Инвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой как выражение справедливости принципа относительности для электромагнитных явлений.

Следствия из уравнений Максвелла. Волновое уравнение. Плоские электромагнитные волны в однородном пространстве, их свойства. Скорость распространения волны. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Умова-Пойтинга.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

Консультация – занятие, посвящённое консультациям по организации самостоятельной работы, ответам на вопросы студентов или разбору трудных тем.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Электричество и магнетизм (лекции и практические занятия) (РФ-21БО, ЭН-21БО, Ф-21БО)» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;

- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTex;
- Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. 3. Электричество : учебное пособие : Для вузов. / Сивухин Д. В. - 5-е изд. , стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 656 с. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106733.html
2. Иродов И. Е. Задачи по общей физике: Учеб. пособие для вузов. / И. Е. Иродов - 6-е изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2004. - 416с.

б) дополнительная литература

1. Савельев И. В. Курс общей физики: В 5 кн. Учеб. пособие для вузов.. Кн.2, Электричество и магнетизм. / И. В. Савельев - М.: Астрель, АСТ, 2004. - 336с..
2. Задачи по электростатике: метод. указания. / сост. И. А. Кузнецова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2009. - 27 с. Электронный вариант: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20090731.pdf.
3. Фриш, С. Э., Тиморева, А. В. Курс общей физики : учебник для вузов / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. В 3 т. Т.2 : Электрические и электромагнитные явления. - 10 изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2006.-518 с.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов : в 5 т.. Т. 3, Электричество. / Д. В. Сивухин; М-во образования РФ - 4-е изд., стереотип. - М.: Физматлит : МФТИ, 2004. - 654

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Авторы:

зав. каф. микроэлектроники и общей физики,

д.ф.-м.н. Кузнецова И.А.

ст. препод. каф. МОФ, к.ф.-м.н. Романов Д.Н.

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Электричество и магнетизм»

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, используемые в процессе текущего контроля успеваемости

Задания для самостоятельной работы

(*данные задания выполняются студентом самостоятельно и преподавателем в обязательном порядке проверяются, проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД_ОПК-1.1)*

Задания по теме № 1 «Электростатическое поле в вакууме»:

1. Электростатика: повторение школьного материала по электричеству (закон Кулона, вектор напряженности, принцип суперпозиции полей). Определить положение точки, в которой напряженность равна нулю вблизи двух неодинаковых зарядов q1 и q2 , находящихся на расстоянии x. Рассмотреть случаи: а) одноименных зарядов (в аудитории); б) разноименных зарядов (д/з). Пример 1. [О2] Задачи 3.1, 3.2, 3.4, 3.13, 3.14 [Д2]
2. Повторить материал из векторного и тензорного анализа: поток вектора, градиент, дивергенция, ротор, теоремы Остроградского-Гаусса и Стокса. Пример 2, 1.15, 1.16, 1.17, 1.21 [О2]. Задачи 3.22, 3.23, 3.24, 3.25, 3.26, 3.32, 3.34 (а), 3.38, 3.35, 3.49 [Д2]

Задания по теме № 2 «Электростатическое поле при наличии проводников»:

1. Задачи 3.62, 3.63, 3.104, 3.112, 3.115, 3.116, 3.118 [Д2]; задача двух концентрических сфер, радиусы которых известны, также известен заряд одной сферы: 1) заряжена внутренняя, внешняя заземляется; 2) заряжена внешняя, внутренняя заземляется. Каково отношение зарядов на сферах, и в каком случае система является сферическим конденсатором? Пример 1, стр. 17 [О2].
2. Метод изображений: пример 1. стр. 12 [О2], задачи 3.64, 3.53, 3.56, 3.58, 3.61, 3.65.

Задания по теме № 3 «Электростатическое поле при наличии диэлектриков:

1. Диэлектрики в электрическом поле: пример 2, стр.13 [О2], 3.76, 3.78 (б), 3.86.
2. Задачи с конденсатором:3.106, 3.133,3.144, 3.202, 3.203.

Задания по теме № 4 «Постоянный электрический ток»:

1. Постоянный эл. ток: пример 1 стр. 24 [О2], 3.144, 3.151 (б), 3.153, 3.156, 3.170, 3.179, 3.180, 3.183.
2. Работа и мощность в эл. цепи. Источники тока и напряжения (ЭДС). Вычисление полной, полезной мощностей, КПД источника, сравнение режимов работы: задачи 3.187, 3.188, 3.189,3.191(б), 3.192, 3.193, 3.195, 3.208.

Задания по теме № 5 «Электропроводность твердых тел. Токи в вакууме, газах и электролитах»:

1. Задачи 3.208, 3.209, 3.214, 3.218 [Д2]. Теоретический материал на самостоятельное изучение: токи в газах, виды газового разряда [1].

Задания по теме № 6 «Постоянное магнитное поле в вакууме »:

1. Расчет магнитных полей, созданных участками прямолинейных и круговых токов в вакууме: 3.221, 3.222, 3.224, 3.225, 3.226(б), 3.229(а,в), 3.231(б) [Д2]. Расчет магнитной индукции соленоидального тока 3.241 [Д2]. 2. Силы в магнитном поле: 3.252, 3.254, 3.255(б), 3.256, 3.259(б) [Д2].
2. Силы в магнитном поле: 3.252, 3.254, 3.255(б), 3.256, 3.259(б)

Задания по теме № 7 «Постоянное магнитное поле в магнетиках»:

1. Задачи 3.262, 3.263, 3.269, 3.389, 3.392, 3.394 [Д2].

Задания по теме № 8 «Электромагнитная индукция»:

1. Привести примеры на правило Ленца. Задачи 3.303, 3.312, 3.323, 3.324, 3.330, 3.335 (найти зависимость от времени токов) [Д2].

Задания по теме № 9 «Квазистационарные электрические цепи»:

1. Периодические токи. Метод векторных диаграмм. 4.110, 4.112, 4.114, 4.132, 4.141, 4.143(б), 4.144, 4.156, 4.159, 4.162 [Д2].

Контрольная работа № 1

(проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД_ОПК_1.1, ИД_ОПК_1.2)

Примеры заданий:

1) Найти напряженность электрического поля в центре сферы радиуса R, если поверхностная плотность заряда зависит от полярного угла θ как $\sigma = \sigma_0 \cos\theta$ ($\sigma_0 = const$, $\sigma_0 > 0$).

2) Пространство между двумя длинными коаксиальными цилиндрами, радиусы которых R_1 и R_2, ($R_1 < R_2$, диэлектрическая проницаемость ε) заряжено с объемной плотностью λ, где . Найти напряженность электрического поля и потенциал поля .

3) Определить заряд, протекающий через ключ K при его замыкании в схеме, представленной на рис.1. Внутренним сопротивлением источника ЭДС пренебречь.

4) В схеме (рис.2) $\varepsilon_1 = 1{,}5$ В, $\varepsilon_2 = 2{,}0$ В, $\varepsilon_3 = 2{,}5$ В, $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 30$ Ом. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Найти: 1) ток через сопротивление R_1 ; 2) разность потенциалов $\varphi_a - \varphi_b$.

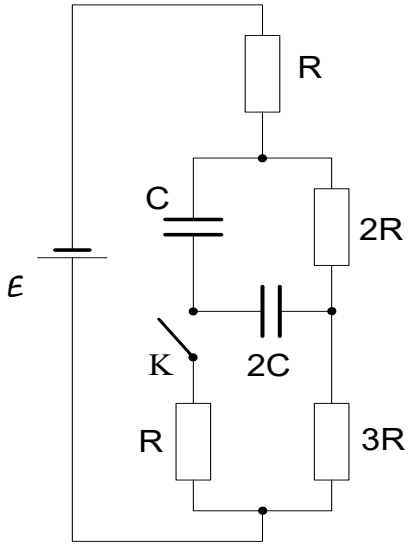


Рис.1

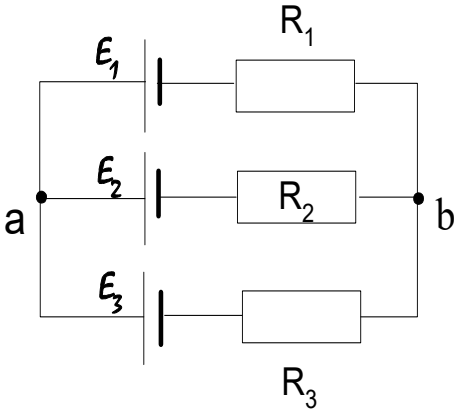


Рис.2

Правила выставления оценки по результатам контрольной работы № 1:

Оценка по результатам контрольной работы № 1 считается в баллах по следующему принципу: правильно выполненное

- задание № 1 – 1 балл;
- задание № 2 – 2 балла,
- задание № 3 – 1 балл;
- задание № 4 – 1 балл.

Каждое из заданий может быть оценено половиной заявленных по нему баллов, в случае, когда при его выполнении правильно применены расчётные формулы, но имеются ошибки в расчетах.

Полностью неправильно выполненное задание – 0 баллов.

Максимальное количество баллов по итогам контрольной работы № 1 – 5 баллов,

5 баллам соответствует оценке «отлично», 4 баллам – оценке «хорошо», 3 баллам – оценке «удовлетворительно», 2 и менее баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

Контрольная работа № 2

(проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД_ОПК_1.1, ИД_ОПК_1.2)

Примеры заданий:

1. Два длинных прямых взаимно перпендикулярных провода отстоят друг от друга на расстояниеα. В каждом проводе течет ток I. Найти максимальное значение силы Ампера на единицу длины провода в этой системе.

2. Между полюсами электромагнита находится катушка, ось которой совпадает с направлением магнитного поля. Площадь поперечного сечения катушки $S=3мм^2$, число витков $N=60$. При повороте катушки на 180° вокруг ее диаметра через подключенный к ней баллистический гальванометр протекает заряд $q=4,5$ *мкКл*. Найти модуль индукции магнитного поля между полюсами, если сопротивление электрической цепи $R=40$ *Ом*.

3. К источнику синусоидального напряжения с частотой ω подключили параллельно конденсатор емкости C и катушку с активным сопротивлением R и индуктивностью L. Найти полное сопротивление этого участка цепи для переменного напряжения с частотой ω.

4. Построить векторную диаграмму электрической цепи с источником синусоидального напряжения частотой ω, содержащей конденсатор емкости C и катушку с активным сопротивлением R и индуктивностью L (по заданию преподавателя).

Правила выставления оценки по результатам контрольной работы № 1:

Оценка по результатам контрольной работы № 2 считается в баллах по следующему принципу: правильно выполненное

- задание № 1 – 1 балл;
- задание № 2 – 2 балла,
- задание № 3 – 1 балл;
- задание № 4 – 1 балл.

Каждое из заданий может быть оценено половиной заявленных по нему баллов, в случае, когда при его выполнении правильно применены расчётные формулы, но имеются ошибки в расчетах.

Полностью неправильно выполненное задание – 0 баллов.

Максимальное количество баллов по итогам контрольной работы № 1 – 5 баллов,

5 баллам соответствует оценке «отлично», 4 баллам – оценке «хорошо», 3 баллам – оценке «удовлетворительно», 2 и менее баллов – оценке «неудовлетворительно» (умения на данном этапе освоения дисциплины не сформированы).

Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины перед экзаменом (тест проводится в ЭУК «Электричество и магнетизм (лекции и практические занятия) (РФ-21БО, ЭН-21БО, Ф-21БО)» в LMS Moodle)

(проверка сформированности ОПК-1, индикаторы ИД_ОПК_1.1)

В тесте 25 вопроса, за правильный ответ на каждый вопрос дается 1 балл. На прохождение теста дается время 15 минут.

Количество набранных баллов от 21 до 24 соответствует оценке «отлично».

Количество набранных баллов от 18 до 21 соответствует оценке «хорошо».

Количество набранных баллов от 15 до 18 соответствует оценке «Удовлетворительно».

Количество баллов меньше 15 соответствует оценке «Неудовлетворительно».

Примерные вопросы теста

Вопрос 1. Модуль силы взаимодействия двух точечных зарядов q_1 и q_2, находящихся на расстоянии r в вакууме равен

1) $F = \frac{1}{4\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$;

2) $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^3}$;

3) $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon}\frac{q_1 q_2}{r^2}$;

4) $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$;

5) $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$.

Вопрос 2. Определение вектора напряжённости электрического поля и вектор напряжённости электрического поля точечного заряда в вакууме выглядят следующим образом

1) $E = \frac{\vec{F}}{q'}$, $E = \frac{q\vec{r}}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$;

2) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q'}$, $\vec{E} = \frac{q\vec{r}}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$;

3) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q'}$, $\vec{E} = \frac{q\vec{r}}{4\pi r^3}$;

4) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q'}$, $\vec{E} = \frac{q\vec{r}}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$;

5) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q'}$, $\vec{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$.

Вопрос 3. Потенциал электрического поля точечного заряда в вакууме равен

1) $\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}$;

2) $\vec{\varphi} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$;

3) $\varphi = \frac{1}{4\pi}\frac{q}{r}$;

4) $\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q\vec{r}}{r}$;

5) $\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$.

Вопрос 4. Разность потенциалов (по определению) равна

1) $\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 [\vec{E} \times d\vec{l}]$;

2) $\varphi_1 - \varphi_2 = \int_2^1 \vec{E} d\vec{l}$;

3) $\overrightarrow{\varphi_1} - \overrightarrow{\varphi_2} = \int_1^2 \vec{E} d\vec{l}$;

4) $\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 \vec{E} d\vec{l}$;

5) $\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 E dl$.

Вопрос 5. Вектор электрического смещения (по определению) равен

1) $\vec{D} = \vec{E} + \varepsilon_0 \vec{P}$;

2) $D = \varepsilon_0 E + P$;

3) $\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} - \vec{P}$;

4) $\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \varepsilon_0 \vec{P}$;

5) $\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$.

Вопрос 6. Связь вектора напряжённости с вектором электрического смещения в изотропном диэлектрике, который не является электретом, в случае слабого внешнего электрического поля выглядит следующим образом

1) $\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E} + \varepsilon_0 \vec{P}$;

2) $D = \varepsilon_0 \varepsilon E$;

3) $\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E}$;

4) $\vec{D} = \vec{E}$;

5) $\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E}$.

Вопрос 7. Ёмкость конденсатора по определению равна

1) $C = \frac{q}{U}$;

2) $C = qU$;

3) $C = \frac{U}{q}$;

4) $\vec{C} = \frac{q}{U}$;

5) $C = \varepsilon_0 \frac{q}{U}$.

Вопрос 8. Определение силы тока

1) $I = -\frac{dq}{dt}$;

2) $I = \frac{q}{t}$;

3) $I = \frac{dq}{dt}$;

4) $\vec{I} = \frac{d\vec{q}}{dt}$;

5) $I = \frac{dq}{dS}$.

Вопрос 9. Закон Ома для неоднородного участка цепи выглядит следующим образом

1) $RI = \varphi_1 - \varphi_2 \pm E$;

φ_1 – потенциал узла, из которого ток I выходит,

φ_2 – потенциал узла, в который ток I входит,

ЭДС E берётся со знаком полюс, если при обходе по участку цепи от первого узла ко второму сначала встречаем отрицательный полюс источника, а потом положительный. В обратном случае ЭДС берётся со знаком минус.
2) $RI = \varphi_2 - \varphi_1 \pm E$;
φ_1 – потенциал узла, из которого ток I выходит,
φ_2 – потенциал узла, в который ток I входит,
ЭДС E берётся со знаком полюс, если при обходе по участку цепи от первого узла ко второму сначала встречаем отрицательный полюс источника, а потом положительный. В обратном случае ЭДС берётся со знаком минус.
3) $RI = \varphi_1 - \varphi_2 \pm E$;
φ_1 – потенциал узла, из которого ток I выходит,
φ_2 – потенциал узла, в который ток I входит,
ЭДС E берётся со знаком минус, если при обходе по участку цепи от первого узла ко второму сначала встречаем отрицательный полюс источника, а потом положительный. В обратном случае ЭДС берётся со знаком плюс.

Вопрос 10. Сопротивление однородного линейного проводника равно
1) $R = \rho \frac{l}{S}$;
2) $R = S \frac{l}{\rho}$;
3) $R = \rho \frac{1}{S}$;
4) $R = \frac{l}{S}$;
5) $R = \rho \frac{S}{l}$.

Вопрос 11. ЭДС по определению равна
1) $E = qA_{\text{ст}}$;
2) $E = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$;
3) $E = \frac{A_{\text{эл}}}{q}$;
4) $\vec{E} = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$;
5) $E = A_{\text{ст}}$.

Вопрос 12. Закон Ома в дифференциальной форме выглядит следующим образом
1) $\vec{j} = \frac{\sigma}{\vec{E}}$;
2) $\vec{j} = \sigma \vec{E}$;
3) $j = \sigma E$;
4) $\vec{j} = \vec{E}$;
5) $\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\sigma}$.

Вопрос 13. Правила Кирхгофа звучат следующим образом следующим образом
1) Первое правило Кирхгофа гласит, что алгебраическая сумма токов ветвей, принадлежащих одному контуру цепи, равна:

$$\sum_j (\pm I_j) = 0.$$

Второе правило Кирхгофа гласит, что алгебраическая сумма напряжений на резистивных элементах в ветвях, сходящихся в некотором узле, равна алгебраической сумме ЭДС, входящих в эти ветви:

$$\sum_j (\pm I_j R_j) = \sum_k (\pm E_k).$$

2) Первое правило Кирхгофа гласит, что алгебраическая сумма токов ветвей, сходящихся в каждом узле любой цепи, равна:

$$\sum_j (\pm I_j) = 0.$$

Второе правило Кирхгофа гласит, что алгебраическая сумма напряжений на резистивных элементах замкнутого контура равна нулю:

$$\sum_j (\pm I_j R_j) = 0.$$

3) Первое правило Кирхгофа гласит, что алгебраическая сумма токов ветвей, сходящихся в каждом узле любой цепи, равна:

$$\sum_j (\pm I_j) = 0.$$

Второе правило Кирхгофа гласит, что алгебраическая сумма напряжений на резистивных элементах замкнутого контура равна алгебраической сумме ЭДС, входящих в этот контур:

$$\sum_j (\pm I_j R_j) = \sum_k (\pm E_k).$$

<u>Вопрос 14. Закон Джоуля-Ленца для однородного участка цепи выглядит следующим образом</u>

1) $\dot{Q} = RI^3$;
2) $\dot{Q} = RI^2$;
3) $\dot{Q} = UI^2$;
4) $\dot{Q} = \vec{U}\vec{I}$;
5) $\dot{Q} = \frac{I^2}{R}$.

<u>Вопрос 15. Определение модуля вектора магнитной индукции с помощью момента сил, действующего на пробный ток, выглядит следующим образом</u>

1) $B = \frac{M_{max}}{p_m}$;
2) $B = M_{max} p_m$;
3) $\vec{B} = \frac{\overrightarrow{M_{max}}}{p_m}$;
4) $B = \frac{p_m}{M_{max}}$;
5) $B = \frac{M_{min}}{p_m}$.

<u>Вопрос 16. Закон Био-Савара-Лапласа для тока в контуре выглядит следующим образом</u>

1) $d\vec{B} = \frac{I\left[\vec{dl} \times \left(\vec{r} - \vec{r'}\right)\right]}{\left|\vec{r} - \vec{r'}\right|^3}$;

2) $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\left[\overrightarrow{dl}\times\left(\vec{r}-\overrightarrow{r'}\right)\right]}{\left|\vec{r}-\overrightarrow{r'}\right|^2}$;

3) $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\overrightarrow{dl}\left(\vec{r}-\overrightarrow{r'}\right)}{\left|\vec{r}-\overrightarrow{r'}\right|^3}$;

4) $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\left[\overrightarrow{dl}\times\left(\vec{r}-\overrightarrow{r'}\right)\right]}{\left|\vec{r}-\overrightarrow{r'}\right|^3}$.

Вопрос 17. Закон Ампера имеет вид

1) $d\overrightarrow{F_A} = I\overrightarrow{dl}\vec{B}$;

2) $d\overrightarrow{F_A} = I\left[\overrightarrow{dl}\times\vec{B}\right]$;

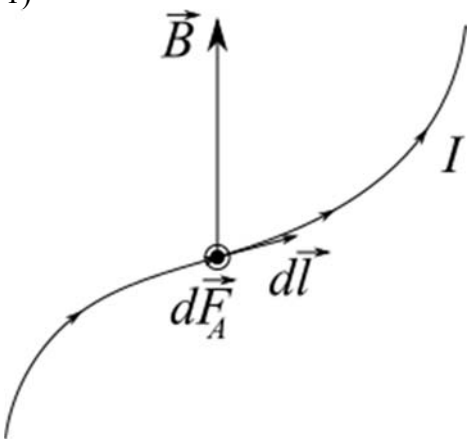
3) $d\overrightarrow{F_A} = I\left[\vec{B}\times\overrightarrow{dl}\right]$;

4) $d\overrightarrow{F_A} = IBdl$;

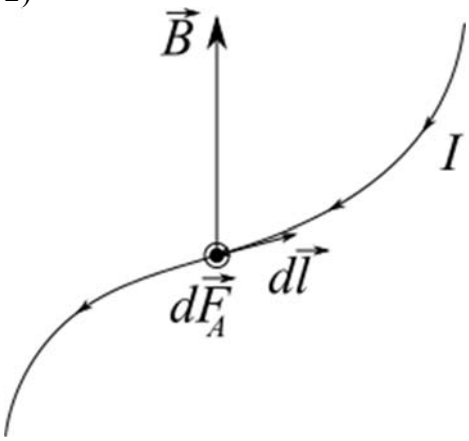
5) $dF_A = I\left[\overrightarrow{dl}\times\vec{B}\right]$.

Вопрос 18. Выберите правильное направление силы Ампера

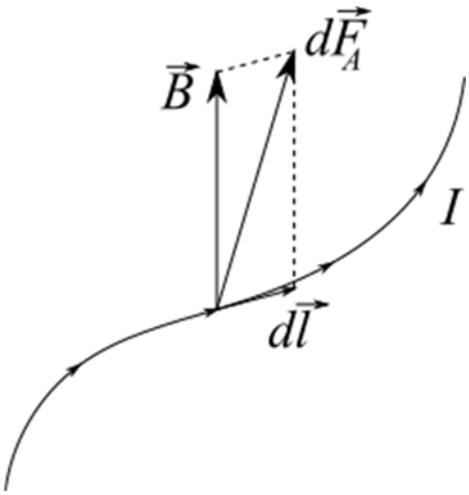
1)



2)



3)

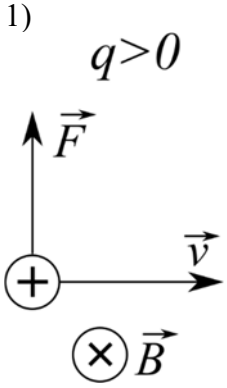


Вопрос 19. Магнитная часть силы Лоренца равна

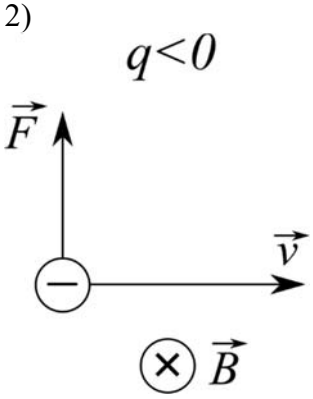
1) $\vec{F} = q\vec{v}\vec{B}$;
2) $\vec{F} = [\vec{v} \times \vec{B}]$;
3) $\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$;
4) $F = q[\vec{v} \times \vec{B}]$;
5) $\vec{F} = q[\vec{B} \times \vec{v}]$.

Вопрос 20. Выберите правильное направление силы Лоренца

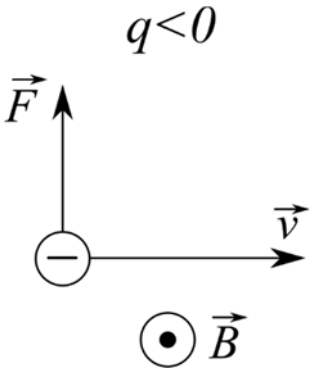
1)



2)



3)



Вопрос 21. Закон электромагнитной индукции Фарадея выглядит следующим образом

1) $\frac{d\Phi}{dt} = 0$;

2) $\vec{E_i} = -\frac{\overrightarrow{d\Phi}}{dt}$;

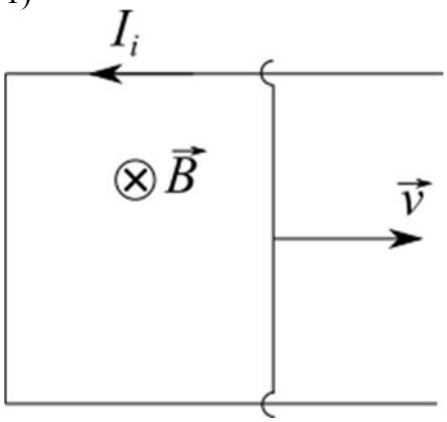
3) $E_i = -\frac{\Phi}{t}$;

4) $E_i = \frac{d\Phi}{dt}$;

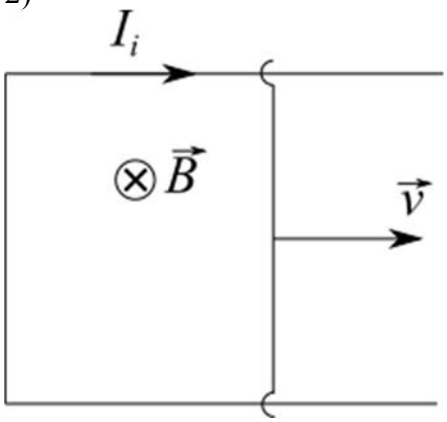
5) $E_i = -\frac{d\Phi}{dt}$.

Вопрос 22. Выберите правильное направление индукционного тока в правиле Ленца

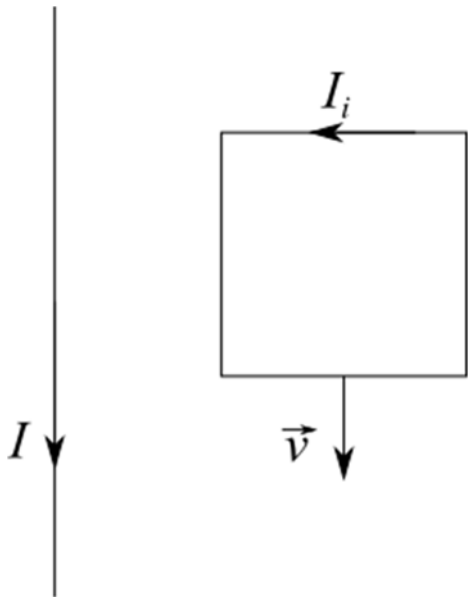
1)



2)



3)



Вопрос 23. Уравнения Максвелла в интегральном виде записываются следующим образом

1)

$$\oint DdS = q,$$

$$\oint \vec{B}d\vec{S} = 0,$$

$$\oint \vec{E}d\vec{l} = \frac{d}{dt}\int \vec{B}\,d\vec{S},$$

$$\oint Hdl = \int \vec{j}d\vec{S} + \frac{d}{dt}\int \vec{D}\,d\vec{S}.$$

2)

$$\oint \vec{D}d\vec{S} = q,$$

$$\oint \vec{B}d\vec{S} = 0,$$

$$\oint \vec{E}d\vec{l} = -\frac{d}{dt}\int \vec{B}\,d\vec{S},$$

$$\oint \vec{H}d\vec{l} = \int \vec{j}d\vec{S} + \frac{d}{dt}\int \vec{D}\,d\vec{S}.$$

3)

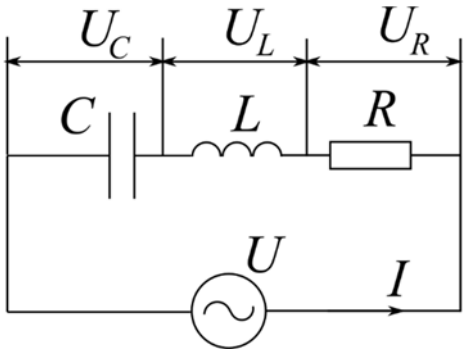
$$\oint \vec{D}d\vec{S} = 0,$$

$$\oint \vec{B}d\vec{S} = q,$$

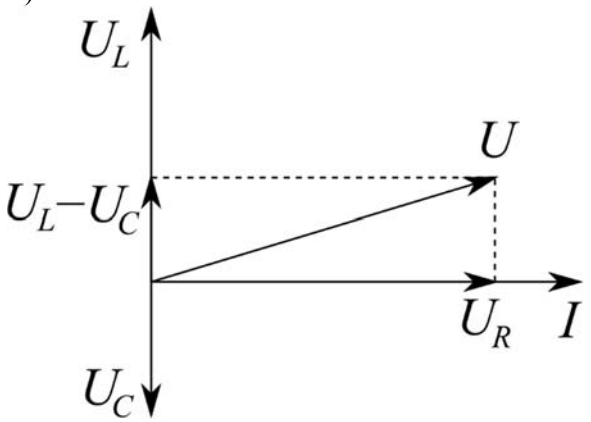
$$\oint \vec{E}d\vec{l} = -\frac{d}{dt}\int \vec{B}\,d\vec{S},$$

$$\oint \vec{H}d\vec{l} = \int \vec{j}d\vec{S}.$$

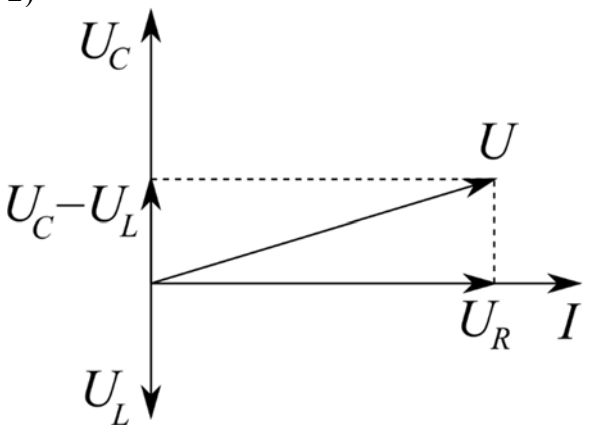
Вопрос 24. Выберите правильно построенную векторную диаграмму для схемы ($X_L > X_C$)



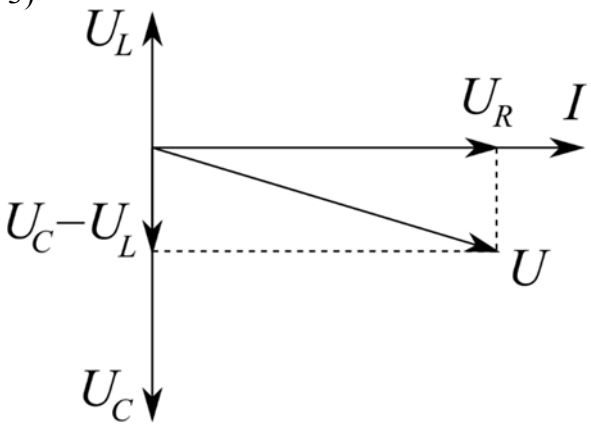
1)



2)



3)



Правильные ответы

Вопрос №	Вариант ответа		**Вопрос №**	Вариант ответа
1	5		**13**	3

Вопрос №	Вариант ответа		Вопрос №	Вариант ответа
2	2		**14**	2
3	5		**15**	1
4	4		**16**	4
5	5		**17**	2
6	5		**18**	1
7	1		**19**	3
8	3		**20**	1
9	1		**21**	5
10	1		**22**	1
11	2		**23**	2
12	2		**24**	1

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации
(проверка сформированности ОПК-1, индикатор ИД_ОПК_1.1)

Список вопросов к экзамену

1. Электромагнитные взаимодействия в природе. Электрические заряды и их свойства: элементарный заряд и его инвариантность; два вида зарядов; закон сохранения и дискретность заряда. Модели точечного и непрерывного распределения зарядов.
2. Закон Кулона. Экспериментальная проверка закона Кулона. Полевая трактовка закона Кулона.
3. Электростатическое поле. Вектор напряженности электростатического поля , принцип суперпозиции полей. Силовые линии электростатического поля. Напряженность поля точечного заряда, системы точечных зарядов, непрерывного распределения зарядов.
4. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для вектора напряженности электростатического поля . Дифференциальная форма теоремы Гаусса.
5. Применение теоремы Гаусса к расчету электрических полей в вакууме, создаваемых однородно заряженными телами различной конфигурации (бесконечная плоскость, параллельные разноименно заряженные плоскости).
6. Применение теоремы Гаусса к расчету электрических полей в вакууме, создаваемых однородно заряженными телами различной конфигурации (сферическая оболочка и шар, бесконечно длинный цилиндр).
7. Работа сил поля при перемещении зарядов. Циркуляция вектора напряженности. Потенциальный характер электростатического поля. Разность потенциалов. Электрический потенциал и его нормировка. Эквипотенциальные поверхности.
8. Связь потенциала с напряженностью электростатического поля. Потенциал поля, создаваемого точечным зарядом, системой точечных зарядов, диполем, непрерывным распределением зарядов. Описание электрического поля с использованием потенциала (эквипотенциальные поверхности)
9. Электростатическое поле внутри заряженного проводника. Эквипотенциальность проводника. Напряженность поля вблизи поверхности проводника. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Стекание зарядов с острия. Металлический экран.
10. Потенциал проводника. Емкость уединенного проводника. Система проводников. Конденсаторы и их емкость. Емкость плоского конденсатора. Соединения конденсаторов.

11. Энергия взаимодействия системы неподвижных точечных зарядов. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов. Собственная энергия заряженного тела.
12. Энергия уединенного заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электростатического поля
13. Электрический диполь. Дипольный момент. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Поляризационные или связанные заряды. Вектор поляризованности .
14. Теорема Гаусса для вектора поляризованности . Граничные условия для вектора поляризованности.
15. Вектор электрического смещения . Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Связь между векторами напряженности и электрического смещения . Диэлектрическая проницаемость.
16. Электрическое поле на границе двух диэлектриков, граничные условия для векторов напряженности и электрического смещения .
17. Электрический ток. Сила тока. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Условия существования постоянного тока.
18. Закон Ома для однородного участка цепи. Закон Ома в дифференциальной форме. Электрическое поле внутри и вне проводника при наличии постоянного тока.
19. Сопротивление проводников. Сопротивление при параллельном и последовательном соединении проводников. Зависимость сопротивления проводников от температуры. Понятие о сверхпроводимости.
20. Изменение потенциала вдоль проводника с током. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, и для замкнутой цепи.
21. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца для однородного и неоднородного участков цепи. Дифференциальная форма закона Джоуля-Ленца.
22. Разветвленные линейные цепи. Правила Кирхгофа и их применение для расчета разветвленных электрических цепей.
23. Экспериментальное определение заряда электрона (опыт Милликена).
24. Классификация твердых тел (проводники, диэлектрики, полупроводники). Природа электрического тока в металлах. Опыты Рикке, Мандельштама, Папалекси, Толмена и Стюарта.
25. Элементы классической теории электропроводности металлов. Объяснение законов Ома, Джоуля-Ленца, Видемана-Франца. Трудности классической теории электропроводности металлов.
26. Понятие о зонной теории твердых тел. Энергетические зоны металлов, полупроводников и диэлектриков. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.
27. P-n-переход, вольтамперная характеристика p-n-перехода. Механизм выпрямления тока.
28. Электрический ток в электролитах. Проводимость электролитов. Электролитическая диссоциация. Закон Ома для электролитов. Законы Фарадея.
29. Электрический ток в газах. Процессы ионизации и рекомбинации. Виды газового разряда. Несамостоятельный разряд. Вольтамперная характеристика несамостоятельного газового разряда. Самостоятельный разряд. Понятие о газоразрядной плазме. Тлеющий разряд.
30. Магнитное поле постоянного тока. Магнитный момент контура с током. Постоянное магнитное поле в вакууме. Вектор магнитной индукции . Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого тока.
31. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле кругового тока.
32. Теорема Гаусса для вектора магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции в стационарном случае.

33. Силы, действующие на ток в магнитном поле. Закон Ампера. Взаимодействие двух параллельных бесконечно длинных прямых проводников с током.
34. Магнитное поле движущегося заряда. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.
35. Действие магнитного поля на замкнутый контур с током. Момент сил, действующих на контур с током. Работа при перемещении контура с током в магнитном поле.
36. Магнетики. Описание магнитного поля в магнетиках. Вектор намагниченности . Вектор напряженности магнитного поля . Теорема о циркуляции вектора .
37. Связь вектора намагниченности с вектором напряженностью магнитного поля . Магнитная проницаемость. Магнитное поле в однородном магнетике.
38. Граничные условия для векторов индукции и напряженности магнитного поля .
39. Диамагнетики. Механизм намагничивания. Гиромагнитное отношение. Природа диамагнетизма, ларморова прецессия. Диамагнитная восприимчивость. Независимость диамагнитной восприимчивости от температуры.
40. Парамагнетики. Механизм намагничивания. Гиромагнитное отношение Зависимость парамагнитной восприимчивости от температуры. Закон Кюри-Вейса.
41. Ферромагнетики. Гиромагнитное отношение. Опыт Эйнштейна-де Хааза. Кривая намагниченности и петля гистерезиса. Домены. Границы между доменами. Механизм намагничивания. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Точка Кюри.
42. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея и правило Ленца. ЭДС индукции. Вихревое электрическое поле. Дифференциальная форма закона Фарадея.
43. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции. Индуктивность. Токи при замыкании и размыкании цепи, содержащей катушку индуктивности.
44. Энергия магнитного поля. Плотность энергии магнитного поля.
45. Цепи квазистационарного переменного тока. Цепи, содержащие: источник переменных сторонних ЭДС, сопротивление, емкость и индуктивность. Векторная диаграмма. Закон Ома для переменных токов.
46. Цепи квазистационарного переменного тока, содержащие: источник переменных сторонних ЭДС, сопротивление, емкость и индуктивность. Метод комплексных амплитуд. Импеданс. Резонанс напряжений.
47. Разветвление переменных токов. Резонанс токов.
48. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока. Действующие значения переменного тока.
49. Электрический колебательный контур. Собственные колебания, формула Томсона. Затухающие колебания. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс.
50. Относительность электрического и магнитного полей. Инвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой как выражение справедливости принципа относительности для электромагнитных явлений.
51. Токи смещения. Вихревое электрическое поле. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Физический смысл отдельных уравнений системы.
52. Волновое уравнение. Плоские электромагнитные волны в однородном пространстве. Скорость распространения волны. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойтинга.

3. Правила выставления оценки

В экзаменационные билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее 1часа.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Оценка «Отлично» выставляется студенту, который воспроизводит основные теоремы и законы электромагнетизма и их интерпретирует, выполняет в полном объеме математические выкладки и воспроизводит физические и математические рассуждения в процессе их вывода, точно использует терминологию общей физики, стилистически грамотное, логически правильное излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы, выполняет постановку задачи, рассчитывает скалярных и векторных характеристик электромагнитного поля, ориентируется в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, участвует в активной самостоятельной работе на практических занятиях, ответил на вопрос экзамена 4-5 из 5 баллов, сдал контрольные работы № 1 и 2 на оценку «отлично» или «хорошо» или выполнил задания из данных контрольных работ на экзамене правильно на 80%.

Оценка «Хорошо» выставляется студенту, который воспроизводит основные законы и соотношений электричества и магнетизма, выполняет основные части математических выкладок и воспроизводит базовые физические и математические рассуждения в процессе их вывода, стилистически грамотное, логически правильное излагает ответы на вопросы, умеет делать выводы; владеет инструментарием дисциплины, умеет его использовать в решении задач, ответил на вопрос экзамена 4-5 из 5 баллов, сдал контрольные работы № 1 и 2 на оценку «отлично» или «хорошо» или выполнил задания из данных контрольных работ на экзамене правильно на 60%.

Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который воспроизводит основные законы и соотношения электричества и магнетизма, графическое описание статических полей с использованием принципа суперпозиции, формулирует методы расчета электростатических полей при наличии проводников и диэлектриков, основные законы постоянного тока для расчета линейных цепей постоянного тока, описывает методы расчета магнитных полей при наличии магнетиков, воспроизводит основные уравнения электромагнетизма и границы их применимости, применяет методы расчета электростатических полей в вакууме, а также при наличии проводников и диэлектриков для заряженных тел простейшей конфигурации с постоянной плотностью заряда, сдал контрольные работы № 1 и 2 на оценку «отлично» или «хорошо» или выполнил задания из данных контрольных работ на экзамене правильно на 40%.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы, ответил на вопрос экзамена хуже 2-х из 5 баллов, не сдал контрольные работы № 1 и 2 на оценку «отлично» или «хорошо» или не выполнил задания из данных контрольных работ на экзамене правильно на 40%.. Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины
«Электричество и магнетизм»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине являются лекции с использованием демонстрационного эксперимента. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным физическим задачам и отработка навыков работы с математическим аппаратом.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить основные законы электромагнетизма. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

В электростатике необходимо основное внимание уделить усвоению принципа суперпозиции полей, начиная с полей, созданных точечными зарядами и обобщая данный принцип на модели непрерывного распределения зарядов.

При изучении и применении теоремы Гаусса необходимо отметить, что число задач, решаемых с ее применением, весьма ограничено случаями специальной симметрии. Однако, в этих случаях применение теоремы Гаусса позволяет получить несравненно более простые решения (разобрать лекционные примеры).

Поскольку у студентов традиционно возникают трудности в решении задач на темы проводники в электрическом поле, электроемкость, конденсаторы, целесообразно в данных темах первоначально рассмотреть задачи школьного уровня, двигаясь по пути постепенного усложнения.

В разделе постоянный электрический ток целесообразно обратить внимание на роль ЭДС в цепи. В задачах на применение правил Кирхгоффа усвоение материала эффективнее при индивидуальной работе студентов под руководством преподавателя. В разделе постоянное магнитное поле необходимо повторить свойства векторного произведения и отработать принцип суперпозиции.

В разделе электромагнитная индукция особое внимание необходимо уделить применению правила Ленца, рассмотрев различные примеры.

В теме переменные токи целесообразно для наглядности решения задач (где это возможно) строить векторную диаграмму. При аналитическом решении рекомендуется использовать метод комплексных амплитуд.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы и проведения расчетов, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде двух контрольных работ в 3-ом семестре и самостоятельных работ (в аудитории) в обоих семестрах изучения дисциплины. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Электричество и магнетизм» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.