

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
общей физики
/ Турищев С.Ю. /
13.06.2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.20 Электричество и магнетизм

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 03.03.02 Физика
2. Профиль подготовки/специализация: Физика лазерных и спектральных технологий
3. Квалификация выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0801 кафедра общей физики
Составители программы:
Меремьянин Алексей Васильевич, доктор физико-математических наук
7. Рекомендована: Научно-методическим советом физического факультета,
протокол № 6 от 13.06.2024 г.
8. Учебный год: 2025/2026 Семестр(ы)/Триместр(ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- сформировать у студентов научную картину мира и дать им основные понятия о научном методе познания;
- дать представления об электрических и магнитных явлениях, свойствах и взаимосвязи электрических и магнитных полей, а также их взаимодействия с веществом на основе абстрактных моделей с использованием математического аппарата;
- изложить студентам основные понятия дисциплины, методы расчёта параметров электрических цепей.

Задачи дисциплины:

- развить навыки физического мышления;
- обучить основным понятиям дисциплины;
- сформировать у студентов навыки решения типовых задач по электричеству и магнетизму;
- научить студентов эффективно использовать основные представления об электрических и магнитных явлениях при изучении других физических дисциплин.

10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к дисциплинам базовой части цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 «Физика». Для освоения дисциплины «Электричество и магнетизм» необходимы знания, умения и компетенции в объёме курса Б1.0.19 «Механика», годового курса математического анализа Б1.0.12 и курса Б1.0.13 аналитической геометрии и линейной алгебры основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 «Физика»..

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен приобрести знания, умения, навыки общепрофессиональных и профессиональных компетенций, необходимых для обеспечения трудовых функций А/01.5 «Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований» и А/02.5 «Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок» профессионального стандарта 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».

Данная дисциплина является предшествующей для общепрофессиональных и профессиональных дисциплин, таких как «Астрофизика», «Оптоэлектроника», «Молекулярная спектроскопия», «Электродинамика», «Радиофизика и электроника», «Квантовая теория», «Оптическая спектроскопия твёрдого тела». Знания, полученные при освоении дисциплины «Электричество и магнетизм», необходимы при прохождении производственных практик и выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы по физике.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ОПК-1.4	Решает типовые задачи с учётом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	Студент должен: знать методы решения типовых физических задач анализа электромагнитных систем; уметь выбирать оптимальные способы решения задач электродинамики, оценивать адекватность найденного решения; владеть методами построения физической модели исследуемого явления.
		ОПК-1.5	Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Студент должен: знать основные положения электродинамики и её разделов, таких как: электростатика, магнитостатика, постоянный электрический ток, цепи постоянного тока, электромагнитная индукция, уравнения Максвелла, цепи переменного тока; уметь: применять законы электродинамики для анализа явлений природы и технических процессов, создавать элементарные модели электромагнитных систем и проводить соответствующие оценочные расчёты; владеть: методами построения простых математических моделей электромагнитных систем, методами качественного анализа электромагнитных систем
		ОПК-1.6	Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественно-научной информации	Студент должен: знать: основные принципы современных методов исследования электромагнитных явлений, их достоинства, недостатки и ограничения; уметь: осуществлять поиск научной информации, оценивать её достоверность; владеть: технологиями поиска научной информации
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и	ОПК-2.1	Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения	Студент должен: знать методы измерений электрических и магнитных величин, таких как: электрический заряд, электрический ток, напряжение, ёмкость, ЭДС, электрическое сопротивление, электрическая и магнитная индукция;

	представлять экспериментальные данные;		экспериментальные исследования и измерений	<p>уметь: проводить измерения указанных величин с помощью лабораторного оборудования;</p> <p>владеть: навыками проведения физического эксперимента, навыками работы с современным лабораторным оборудованием</p>
		ОПК-2.2	Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	<p>Студент должен:</p> <p>знать элементарную теорию измерений;</p> <p>уметь выявлять источники погрешностей измерений, выбирать оптимальные способы измерений;</p> <p>владеть методами оценки величин погрешностей измерений, методами наглядного представления результатов измерений</p>

12. Объем дисциплины в зачётных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) – 6/216

Форма промежуточной аттестации зачёт/экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
					3-ий семестр
Аудиторные занятия		162			152
в том числе:	лекции	54			54
	практические	36			36
	лабораторные	72			72
Самостоятельная работа		18			18
в том числе: курсовая работа (проект)		–			–
Форма промежуточной аттестации (экзамен – _ час.)		36			36
Итого:		216			216

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Электростатика	<p>1. Взаимодействие зарядов в вакууме.</p> <p>2. Теорема Гаусса. Напряжённость и потенциал электрического поля.</p> <p>3. Точечный электрический диполь.</p> <p>4. Проводники в постоянном электрическом поле. Электрическая ёмкость, конденсаторы.</p> <p>5. Диэлектрики в постоянном электрическом поле.</p> <p>6. Энергия взаимодействия зарядов. Энергетический метод определения сил в системе зарядов.</p>	Курс общей физики - Электричество и магнетизм
1.2	Постоянный электрический ток	<p>7. Плотность тока, уравнение непрерывности.</p> <p>8. Закон Ома. Переходные процессы в цепи с конденсатором. Закон Джоуля-Ленца.</p> <p>9. Цепи постоянного тока, правила Кирхгофа.</p> <p>10. Модель Друде электронов в металле. Электрические разряды в газах.</p>	
1.3	Магнитостатика	<p>11. Магнитное поле в вакууме. Сила Лоренца. Взаимодействие токов, закон Био-Савара.</p> <p>12. Интегральные теоремы магнитостатики.</p> <p>13. Сила Ампера. Элементарный контур с током в магнитном поле.</p> <p>14. Вещество в магнитном поле. Намагниченность.</p> <p>15. Диа-, пара- и ферромагнетики.</p> <p>16. Гальваномагнитные явления.</p>	
1.4	Энергия электромагнитного поля. Преобразование полей	<p>17. Энергия взаимодействия зарядов. Плотность энергии электрического и магнитного поля.</p> <p>18. Закон преобразования полей при переходе между инерциальными системами отсчёта.</p>	
1.5	Электромагнитная индукция	<p>19. Электромагнитная индукция, правило Ленца.</p> <p>20. Само- и взаимоиנדукция.</p> <p>21. Энергия контуров с токами. Сверхпроводимость</p>	
1.6	Уравнения Максвелла и следствия из них	<p>22. Ток смещения, система уравнений Максвелла.</p> <p>23. Плотность потока энергии. Вектор Пойнтинга.</p> <p>24. Электрические колебания.</p> <p>25. Вынужденные электрические колебания. Резонанс.</p> <p>26. Цепи переменного тока.</p> <p>27. Заключительная лекция.</p>	
2. Практические занятия			
2.1	Электростатика	1. Закон Кулона, принцип суперпозиции.	Курс общей физики -

		<p>2. Проводники в постоянном электрическом поле. Метод изображений.</p> <p>3. Диэлектрики в постоянном электрическом поле. Поляризованность и вектор электрической индукции.</p> <p>4. Электрическая ёмкость, конденсаторы.</p>	Электричество и магнетизм
2.2	Энергия электрического поля	5. Силы, действующие на заряды в электрическом поле. Энергия конденсатора.	
2.3	Постоянный электрический ток	<p>6. Плотность тока, уравнение непрерывности.</p> <p>7. Закон Ома, электрическое сопротивление.</p> <p>8. Закон Джоуля-Ленца.</p> <p>9. Цепи постоянного тока, ЭДС. Правила Кирхгофа.</p>	
2.4	Магнитостатика	<p>10. Расчёт магнитной индукции с помощью закона Био-Савара.</p> <p>11. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции и магнитное поле токов.</p> <p>12. Магнетики. Силы, действующие в магнитном поле.</p>	
2.5	Электромагнитная индукция и уравнения Максвелла	<p>13. Электромагнитная индукция.</p> <p>14. Индуктивность.</p>	
2.6	Электрические колебания	<p>15. Колебания в контуре с конденсатором и катушкой индуктивности.</p> <p>16. Затухающие колебания в контуре.</p>	
2.7	Переменный электрический ток	<p>17. Вынужденные электрические колебания, резонанс.</p> <p>18. Цепи переменного тока, реактивное сопротивление, коэффициент мощности.</p>	
3. Лабораторные занятия			
3.1.	Вводное занятие.	Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ по электричеству и магнетизму	Курс общей физики - Электричество и магнетизм
3.2	Лабораторная работа 1	Изучение электронного осциллографа	
3.3.	Лабораторная работа 2	Изучение электростатического поля	
3.4	Лабораторная работа 3	Исследование процесса заряда и разряда конденсатора	
3.5	Лабораторная работа 4	Определение удельного заряда электрона в вакуумном диоде	
3.6	Лабораторная работа 5	Определение удельного заряда электрона методом магнетрона	
3.7	Лабораторная работа 6	Изучение сегнетоэлектриков	
3.8	Лабораторная работа 7	Определение температурной зависимости сопротивления металлов	
3.9	Лабораторная работа 8	Определение температурной зависимости сопротивления полупроводников.	
3.10	Лабораторная работа 9	Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи постоянного магнита.	
3.11	Лабораторная работа 10.	Определение электродинамической постоянной.	

3.12	Лабораторная работа11	Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи тангенс гальванометра.	
3.13	Лабораторная работа12	Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков.	
3.14	Лабораторная работа13	Полупроводниковые выпрямители	
3.15	Лабораторная работа14	Изучение законов постоянного тока	
3.16	Лабораторная работа15	Определение работы выхода электронов из металла	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Электростатика	12	8	7	5	28
2	Постоянный электрический ток	8	6	30	5	47
3	Магнитостатика	12	6	15	5	32
4	Энергия электромагнитного поля. Преобразование полей	4	4	0	3	11
5	Электромагнитная индукция	6	4	0	5	13
6	Уравнения Максвелла и следствия из них	12	8	20	5	41
	Итого:	54	36	72	28	172

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Работа с конспектами лекций, чтение литературы по предмету; решение задач по курсу; выполнение и оформление лабораторных работ в течение семестра; постепенное освоение математических пакетов (например, *Math* и др.).

Самостоятельная работа студентов в течение семестра включает следующие формы работы и виды контроля:

- подготовка к практическим занятиям;

при подготовке к практическим занятиям необходимо проработать теоретические вопросы занятия с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно разобрать примеры решения задач, данных на лекциях, выполнить домашние задания по данной теме;

- подготовка к коллоквиуму по лекционному курсу;

при подготовке к коллоквиуму по лекционному курсу необходимо проработать теоретические вопросы данного модуля с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно изучить примеры, разобранные на лекциях, выполнить домашние задания по данному модулю;

Показателем успешной текущей работы студента является еженедельное выполнение заданий на практических занятиях. Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по курсу включает:

- конспект лекций;
- основную литературу;
- дополнительную литературу;

учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Сивухин, Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : [учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов] : [в 5 т.] / Д.В. Сивухин .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014-.Т. 3: Электричество .— Изд. 6-е, стер. — 2015 .— 654 с. : ил. — Указ.: с.646-654 .— ISBN 978-5-9221-1643-5.
2	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по техн. направлениям и специальностям] : [в 4 т.] / И.В. Савельев ; под общ. ред. В.И. Савельева .— Москва : КНОРУС, 2012- .— ISBN 978-5-406-02586-4. Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика .— 2-е изд., стер. — 2012 .— 570 с. : ил. — Предм. указ: с.565-570 .— ISBN 978-5-406-02589-5.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Калашников С.Г.</i> Электричество : [учебное пособие для студ физ. специальностей вузов] / С. Г. Калашников .— Изд. 6-е, стер. — М. : Физматлит, 2008 .— 624 с.
2	<i>Савельев И.В.</i> Курс общей физики: учеб. пособие для студ.вузов / И.В.Савельев - М. : Физматлит, 1998. - Кн. 2: Электричество и магнетизм. - 336 с.
3	<i>Матвеев А.Н.</i> Электричество и магнетизм: учеб. пособие для студентов вузов / А.Н.Матвеев. – СПб. : Лань, 2010. – 459 с.
4	<i>Иродов И.Е.</i> Электромагнетизм. Основные законы: учеб. пособие для студ. физ. специальностей вузов / И.Е.Иродов. – М. : БИНОМ Лаборатория знаний, 2012. – 319 с.
5	Сборник задач по общему курсу физики / под ред. И.А.Яковлева. – М. : Физматлит, 2006. – Кн. III. Электричество и магнетизм. – 232 с.
6	Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: для студ. техн. вузов / В.С.Волькенштейн. – СПб. : Лань, 1999. – 327 с.
7	Задачи по электричеству и магнетизму : для студ. 2 курса д/о и в/о физ. факультета / Воронеж. гос. ун-т, Каф. общ. физики; Сост.: Н. М. Алейников, А. Н. Алейников .— Воронеж, 2001 – Ч.1 и Ч.2. – 40 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
2	www.edu.vsu.ru – образовательный портал ВГУ

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Иродов И.Е. Задачи по общей физике / И.Е. Иродов. – М.: Лаборатория базовых знаний. 2009 г. 432 с.
2	Сборник задач по общему курсу физики / под ред. И.А.Яковлева. – М. : Физматлит, 2006. – Кн. III. Электричество и магнетизм. – 232 с.
3	Задачи по электричеству и магнетизму : для студ. 2 курса д/о и в/о физ. факультета / Воронеж. гос. ун-т, Каф. общ. физики; Сост.: Н. М. Алейников, А. Н. Алейников .— Воронеж, 2001 – Ч.1 и Ч.2. – 40 с.
4	Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму : практическое пособие : 010400, 013800, 014100 / Воронеж. гос. ун-т, Каф. общей физики, Физ. фак.; сост. Н.М. Алейников, А.Н. Алейников .— Воронеж, 2004 – 43 с.
5	Общий физический практикум для студентов естественных факультетов / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Физ. фак., Каф. общ. физики для естеств. фак. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1986. Вып.6: Изучение электрических и магнитных полей / сост. Г. Е. Пустовалов .— 1986 .— 78, [2] с. : ил .
6	Физический практикум. Электричество и оптика : учебное пособие для ун-тов / под ред. В.И. Ивероновой; сост.: А.Г. Белянкиным, Г.П. Мотулевич, Е.С. Четвериковой, И.А. Яковлевым .— 2-е изд., перераб. — М. : Наука : Физматлит, 1968 .— 815 с. : ил., табл.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Для реализации учебной дисциплины используются следующие информационные технологии: элементы программирования (для обработки результатов экспериментов в лабораторных работах), работа с электронными ресурсами на порталах www.edu.vsu.ru (лекции на образовательных платформах, выкладывание электронных вариантов задачников, учебных пособий на личных страницах преподавателей в образовательном портале), www.lib.vsu.ru (работа с электронной базой данных библиотеки ВГУ); использование в подготовке материалов лекций и в работе со студентами различных программных математических продуктов, таких как Maxima и др.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве.

Лабораторные работы по молекулярной физике проводятся в лаборатории кафедры общей физики №103 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Лабораторные проводятся в группе по подгруппам до 15 человек. Лаборатория оснащена необходимым количеством рабочих мест (28 столов, из них стол для преподавателя, стол для лаборанта, 4 стола без оборудования, 22 стола с оборудованием для выполнения лабораторных работ по курсам «Электричество и магнетизм», 45 стульев), компьютером для обработки результатов вычислений, комплектами для выполнения лабораторных работ:

- лабораторное оборудования для выполнения работ по определению удельного заряда электрона в вакуумном диоде и методом магнетрона, по изучению электронного осциллографа, по изучению электростатического поля, по исследованию процесса заряда и разряда конденсатора, по изучению сегнетоэлектриков, по определению температурной зависимости сопротивления металлов, по определению горизонтальной составляющей магнитного поля Земли различными методами, по исследованию петли гистерезиса ферромагнетиков, по определению электродинамической постоянной, по изучению

- законов переменного тока, по исследованию полупроводниковых выпрямителей и определению работы выхода; осциллограф С1-178.1 (4 шт.); электронный секундомер;
- лабораторный стенд «Электрические измерения и основы метрологии», модель ЭЛБ-110.004.04 (3 шт.);
 - осциллографы цифровые ADS-2031 (5 шт.);
 - цифровой счётчик U8533341-230 (4 шт.);
 - Компьютер HP ProDesk 400 G5 DM с монитором ЖК 22" BenQ BL2283 и колонками (1 шт.).

Аудитория для самостоятельной работы студентов кафедры общей физики №134 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Компьютеры DELL – 4 шт., Подключение к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Электростатика	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4,ОПК-1.5, ОПК-1.6,ОПК-2.1,ОПК-2.2	Практическое занятие 1-5. Контрольная работа 1. Отчет по лабораторной работе 1-6.
2	Постоянный электрический ток	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4,ОПК-1.5, ОПК-1.6,ОПК-2.1,ОПК-2.2	Практическое занятие 6-9. Отчет по лабораторной работе 7,8,14,15.
3	Магнитостатика	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4,ОПК-1.5, ОПК-1.6,ОПК-2.1,ОПК-2.2	Практическое занятие 10-11. Контрольная работа 2. Отчет по лабораторной работе 9, 12.
4	Энергия электромагнитного поля. Преобразование полей	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4,ОПК-1.5, ОПК-1.6,ОПК-2.1,ОПК-2.2	Практическое занятие 12. Отчет по лабораторной работе 15.
5	Электромагнитная индукция	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4,ОПК-1.5, ОПК-1.6,ОПК-2.1,ОПК-2.2	Практическое занятие 13-14. Отчет по лабораторной работе 10.
6	Уравнения Максвелла и следствия из них	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4,ОПК-1.5, ОПК-1.6,ОПК-2.1,ОПК-2.2	Практическое занятие 15-18, Отчет по лабораторной работе 10,13.
Текущая аттестация форма контроля — зачет				Перечень вопросов
Промежуточная форма контроля — экзамен				Комплект КИМ

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольные работы:

Тема: Электростатика. Постоянный электрический ток.

Вариант 1.

Задание 1. Найти силу F электростатического отталкивания между ядром атома натрия и бомбардирующим его протоном, считая, что протон подошёл к ядру атома натрия на расстояние $r = 6 \cdot 10^{-14}$ м. Заряд натрия в 11 раз больше заряда протона (заряд протона равен по модулю заряду электрона). Влиянием электронной оболочки атома натрия пренебречь.

Задание 2. Мыльный пузырь с зарядом $q = 222$ пКл находится в равновесии в поле плоского горизонтально расположенного конденсатора. Найти разность потенциалов U между пластинами конденсатора, если масса пузыря $m = 0,01$ г и расстояние между пластинами $d = 5$ см.

Задание 3. Тонкое полукольцо радиуса $R = 20$ см заряжено равномерно зарядом $q = 0,70$ нКл. Найти модуль напряженности электрического поля в центре кривизны этого полукольца.

Задание 4. Между пластинами плоского конденсатора помещено два слоя диэлектрика – слюдяная пластинка ($\epsilon_1 = 7$) толщиной $d_1 = 1$ мм и парафин ($\epsilon_2 = 2$) толщиной $d_2 = 0,5$ мм. Определите напряженность электростатических полей в слоях диэлектрика и электрическую индукцию, если разность потенциалов между пластинами конденсатора $U = 500$ В.

Вариант 2.

Задание 1. Найти силу F электростатического отталкивания между ядром атома натрия и бомбардирующим его протоном, считая, что протон подошел к ядру атома натрия на расстояние $r = 6 \cdot 10^{-14}$ м. Заряд натрия в 11 раз больше заряда протона (заряд протона равен по модулю заряду электрона). Влиянием электронной оболочки атома натрия пренебречь.

Задание 2. Мыльный пузырь с зарядом $q = 222$ пКл находится в равновесии в поле плоского горизонтально расположенного конденсатора. Найти разность потенциалов U между пластинами конденсатора, если масса пузыря $m = 0,01$ г и расстояние между пластинами $d = 5$ см.

Задание 3. Тонкое полукольцо радиуса $R = 20$ см заряжено равномерно зарядом $q = 0,70$ нКл. Найти модуль напряженности электрического поля в центре кривизны этого полукольца.

Задание 4. Между пластинами плоского конденсатора помещено два слоя диэлектрика – слюдяная пластинка ($\epsilon_1 = 7$) толщиной $d_1 = 1$ мм и парафин ($\epsilon_2 = 2$) толщиной $d_2 = 0,5$ мм. Определите напряженность электростатических полей в слоях диэлектрика и электрическую индукцию, если разность потенциалов между пластинами конденсатора $U = 500$ В.

Тема: Магнитное поле.

Вариант 1.

Задание 1. По круговому витку радиуса $R = 100$ мм из тонкого провода циркулирует ток $I = 1,00$ А. Найти магнитную индукцию: а) в центре витка; б) на оси витка в точке, отстоящей от его центра на $x = 100$ мм.

Задание 2. Определить индукцию магнитного поля в точке, если проводник с током I имеет вид, показанный на Рис. 1а. Радиус изогнутой части проводника равен R , прямолинейные участки проводника предполагаются очень длинными.

Задание 3. Квадратная проволочная рамка со стороной a и прямой проводник с постоянным током I лежат в одной плоскости (см. Рис. 1б). Индуктивность и сопротивление рамки равны L и R . Рамку повернули на 180 градусов вокруг оси OO' , отстоящей от проводника с током на расстоянии b . Найти количество электричества, протекшее в рамке.

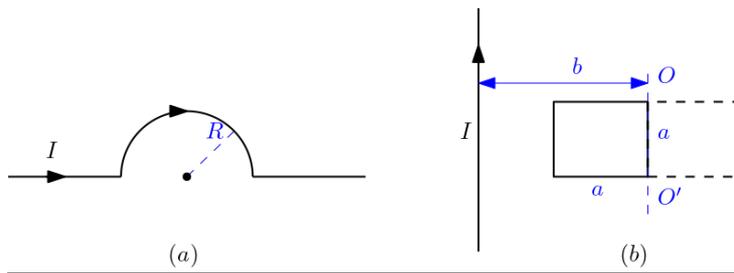
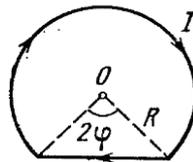


Рис 1.

Вариант 2.

Задание 1. Ток $I = 5,0$ А течёт по тонкому проводнику, изогнутому, как показано на рис. Радиус изогнутой части проводника $R = 120$ мм, угол $2\varphi = 90^\circ$. Найти индукцию магнитного поля в точке.

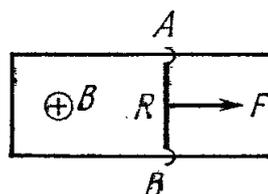


Задание 2. Определить индукцию магнитного поля в точке, если проводник с током I имеет вид, показанный на рис. Радиус изогнутой части проводника равен R , прямолинейные участки проводника предполагаются очень длинными.



Задание 3. По П-образному проводнику, расположенному в горизонтальной плоскости, может скользить без трения перемычка (рис.). Последняя имеет длину l , массу m и сопротивление R . Вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией, направленном вертикально. В момент $t = 0$ на перемычку начали действовать постоянной горизонтальной силой F , и перемычка начала перемещаться поступательно вправо. Найти зависимость от времени t скорости перемычки.

Индуктивность контура и сопротивление П-образного проводника пренебрежимо малы.



Коллоквиумы

Коллоквиум 1. Электростатика. Постоянный электрический ток. Постоянное магнитное поле. Электромагнитная индукция

Список вопросов

1. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции
2. Закон Кулона. Полевая трактовка закона Кулона
3. Поле диполя
4. Работа сил электрического поля. Потенциальный характер электрического поля
5. Связь между потенциалом и напряженностью электрического поля
6. Теорема Остроградского – Гаусса. Ее применение
7. Работа сил электрического поля
8. Постоянный ток. Дифференциальная форма законов Ома и Джоуля – Ленца
9. Строение ЭДС. Закон Ома для полной цепи
10. Закон взаимодействия токов. Полевая трактовка взаимодействия
11. Закон Био – Савара – Лапласа, его применение
12. Силы, действующие на токи в полях. Сила Лоренца. Обобщенное уравнение движения в полях

Критерии оценки:

Оценка «отлично»: даны полные, развёрнутые ответы на четыре вопроса коллоквиума. Ответы должны отличаться логической последовательностью, чёткостью, умением делать выводы. Ответ структурирован. Допускаются незначительные недочёты со стороны обучающегося, исправленные им в процессе ответа.

Оценка «хорошо»: дан полный аргументированный ответ на три вопроса коллоквиума, при ответе на один вопрос имеются существенные недочёты. Возможны некоторые упущения в ответах, однако в целом содержание вопроса раскрыто полно.

Оценка «удовлетворительно»: даны неполные ответы на вопросы коллоквиума, либо дан ответ лишь на два вопроса из четырёх. Слабо аргументированный ответ, свидетельствующий об элементарных знаниях по дисциплине.

Оценка «неудовлетворительно»: отмечено незнание и непонимание поставленных вопросов, слабые ответы на вопросы из предоставленных обучающемуся. Отсутствие аргументации при ответе.

Лабораторные работы

Перечень лабораторных работ

(12 лабораторных работ)

Лабораторная работа 1. Изучение электронного осциллографа.

Лабораторная работа 2. Изучение электростатического поля.

Лабораторная работа 3. Исследование процессов заряда и разряда конденсатора.

Лабораторная работа 4. Определение удельного заряда электрона в вакуумном диоде.

Лабораторная работа 5. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.

Лабораторная работа 6. Изучение сегнетоэлектриков.

Лабораторная работа 7. Определение температурной зависимости сопротивления металлов.

Лабораторная работа 8. Определение температурной зависимости сопротивления полупроводников.

Лабораторная работа 9. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи постоянного магнита.

Лабораторная работа 10. Определение электродинамической постоянной.

Лабораторная работа 11. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи тангенс гальванометра .

Лабораторная работа 12. Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков.

Лабораторная работа 13. Полупроводниковые выпрямители.

Лабораторная работа 14. Изучение законов постоянного тока.

Лабораторная работа 15. Определение работы выхода электрона из металла.

Комплект вопросов к работам лабораторного практикума.

Лабораторная работа № 1. Изучение электронного осциллографа.

1. Назначение осциллографа.
2. Основные части осциллографа, их назначение.
3. Устройство электроннолучевой трубки, чувствительность трубки.
4. Как производится фокусировка луча?
5. Как регулируется яркость изображения на экране?
6. Что такое синхронизация, почему она необходима?
7. Генератор развёртки. Его назначение. Объяснить необходимость пилообразной формы напряжения развёртки.
8. Сложение двух взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
9. Уметь построить изображение сигнала на экране по заданным преподавателем сигналам на "X" и "Y" пластинах.
10. Определение частоты сигнала методом Лиссажу.
11. Определение частоты сигнала методом круговой развёртки.

12. Определение сдвига фаз между током и напряжением в RC – цепочке.

Лабораторная работа № 2. Изучение электростатического поля.

1. Понятие об электростатическом поле, его свойствах.
2. Напряженность и потенциал, связь между ними.
3. Силовые линии поля и эквипотенциальные поверхности, их взаимное расположение.
4. Объяснить, почему в работе измеряется распределение потенциалов, а не с напряженностью.
5. Свойство потенциальности электростатических полей. Работа сил электростатического поля.
6. Как по экспериментально полученной картине поля вычислить значение напряженности в данной точке поля?

Лабораторная работа № 3. Исследование процессов заряда и разряда конденсатора.

1. Емкость, ее зависимость от свойств среды.
2. Емкость уединенного проводника, плоского конденсатора. Единицы емкости в системах СИ, СГС.
3. Какие токи можно считать квазистационарными?
4. Понятие о токах смещения.
5. Связь между током и напряжением на конденсаторе
6. Какова цель преобразования координат в полулогарифмические при построении зависимостей напряжения заряда и разряда от времени?

Лабораторная работа № 4. Определение удельного заряда электрона в вакуумном диоде.

1. Что такое работа выхода электронов из металла?
2. Причины отклонения термоэлектронного тока от закона Ома.
3. Уравнение Богуславского-Ленгмюра (вывод).
7. Определение удельного заряда электрона из закона термоэлектронной эмиссии

Лабораторная работа № 5. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.

1. Что такое удельный заряд электрона?
 2. Как движется заряженная частица в магнитном поле?
 3. Сила Лоренца, её определение.
 4. Что такое магнетрон, как он устроен?
 5. Как определяется критическое значение магнитной индукции для магнетрона?
- Оценить точность метода.

Лабораторная работа № 6. Изучение сегнетоэлектриков.

1. Какие из диэлектриков относятся к сегнетоэлектрикам.
2. Как можно объяснить природу сегнетоэлектрических явлений.
3. Как с помощью схемы Сойлера-Тауэра наблюдается петля диэлектрического гистерезиса.
4. Как производится калибровка осей осциллографа? Указать область применения сегнетоэлектриков.

Лабораторная работа № 7. Определение температурной зависимости сопротивления металлов.

1. Классификация веществ на металлы, полупроводники и диэлектрики. В чём условность такого деления?
2. Различия между металлами и полупроводниками, полупроводниками и диэлектриками.
3. Причина высокой электропроводности металлов.
4. Объяснить причину возрастания электрического сопротивления металлов с температурой.
5. Объяснить методику определения R_0 и α по графику $R = R(t)$.
6. Понятие о сверхпроводимости.

Лабораторная работа № 8. определение температурной зависимости сопротивления полупроводников.

1. Объяснить физический механизм проводимости в полупроводниках.
2. Влияние примесей на электропроводность полупроводников.
3. Объяснить причину уменьшения электрического сопротивления полупроводников с температурой.
4. Объяснить методику определения R_0 и B по графику зависимости логарифма сопротивления от температуры.

Лабораторная работа № 9. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи постоянного магнита.

1. Магнитное поле, его графическое изображение.
2. Поле постоянных магнитов.
3. Принцип суперпозиции магнитных полей и его применение в данной работе.
4. Элементы формальной теории магнетизма. Понятие магнитной массы. Закон Кулона для магнитных полей.
5. Единицы измерения в системах СИ и СГСМ.

Лабораторная работа № 10. Определение электродинамической постоянной.

Лабораторная работа № 11. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли при помощи тангенс гальванометра.

1. Элементы земного магнетизма. Магнитные и географические полюсы. Магнитное склонение. Магнитное наклонение.

2. Понятие магнитного поля. Основная характеристика магнитного поля – индукция. Линии индукции, их свойства.
3. Напряженность и индукция магнитного поля. Единицы измерения и .
4. Принцип суперпозиции полей. Закон Био-Савара-Лапласа. Его применение при расчете поля в центре кругового тока. На чем основан метод определения H_0 ?

Лабораторная работа № 12. Исследование петли гистерезиса ферромагнетиков.

1. Как классифицировать магнетики?
2. Как объясняется природа ферромагнетиков?
3. В чем заключается явление гистерезиса?
4. Что такое магнитная проницаемость вещества?
5. Какой смысл остаточной индукции и коэрцитивной силы?
6. Объяснить методику изучения гистерезиса с помощью осциллографа.
7. Объяснить ход основной кривой намагничения.
8. Как по форме петли гистерезиса определить свойства ферромагнетика и тепловые потери?
9. Как осуществляется калибровка осциллографа в единицах В и Н?

Лабораторная работа № 13. Полупроводниковые выпрямители.

1. Назначение выпрямителей.
2. Принцип работы полупроводниковых диодов, их достоинства.
3. Параметры полупроводниковых диодов.
4. Зависимость выпрямительных свойств диода от его вольт-амперной характеристики.
5. Основные схемы выпрямления, их достоинства и недостатки.
6. Объяснить принцип осциллографирования вольт-амперной характеристики диода.
7. Каким образом достигается сглаживание пульсаций выпрямленного тока

Лабораторная работа № 14 Изучение законов постоянного тока

Лабораторная работа № 13 Изучение трёхэлектродной лампы

1. Устройство, принцип работы и назначение триода
2. Явление электронной эмиссии. Работа выхода и энергия Ферми
3. Основные параметры трёхэлектродной лампы Лабораторная работа № 15
Определение работы выхода
4. Как возникает термоэлектронная эмиссия?
5. Что называется работой выхода?
6. От чего зависит работа выхода?
7. Чем объясняется появление тока насыщения?

Критерии оценки- сдача лабораторных работ

«Зачтено»: лабораторная работа выполнена. К ней оформлен отчёт. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.

«Незачтено»: лабораторная работа не выполнена, либо при выполнении работы не оформлен отчёт. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

Перечень вопросов к текущей аттестации (зачёт):

1. Электромагнитные взаимодействия. Электростатика.
2. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.
3. Постоянный электрический ток.
4. Стационарные магнитные поля. Гиромагнитные эффекты.
5. Электромагнитная индукция.
6. Уравнения Максвелла. Основные свойства электромагнитного поля.
7. Переменный ток. Электропроводность.
8. Контактные явления. Термоэлектронная эмиссия.
9. Электрический ток в газах.

Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (зачёт)

«Зачтено»: сдано не менее 90% лабораторных работ по курсу. Оформлены отчёты по работам. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.

«Незачтено»: сдано менее 90% лабораторных работ по курсу. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

Список вопросов для контрольно-измерительных материалов
к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Закон Кулона. Полевая трактовка.
2. Ток смещения. Уравнения Максвелла, их свойства.
3. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.
4. Векторы \mathbf{H} и \mathbf{B} , граничные условия.
5. Поле диполя. Силы, действующие на диполь в электрическом поле.
6. Диамагнетики, парамагнетики.
7. Теорема Гаусса. Её применение.
8. Коэффициенты само- и взаимной индукции.
9. Работа сил электрического поля. Потенциальный характер электростатического поля.
10. Электромагнитная индукция, её ЭДС.
11. Потенциал, его нормировка. Потенциал точечного заряда.
12. Вектор Пойнтинга. Поток энергии электромагнитного поля при протекании тока в прямом проводнике.
13. Связь между потенциалом и напряженностью электрического поля.
14. Закон Био-Савара-Лапласа, его применение.
15. Энергия взаимодействия точечных зарядов.
16. Колебательный контур.
17. Проводники в электростатическом поле.
18. Вынужденные электрические колебания. Резонанс.
19. Ёмкость уединённого проводника. Конденсаторы.
20. Энергия магнитного поля.
21. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия электрического поля.
22. Активное и реактивное сопротивления. Мощность в цепи переменного тока.
23. Поляризация диэлектриков. Граничные условия.
24. Постоянный ток. Локальная форма законов Ома и Джоуля-Ленца.
25. ЭДС. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа.
26. Поток вектора магнитной индукции. Теорема о циркуляции.
27. Электрические токи в газах.
28. Сила Лоренца. Закон взаимодействия токов.
29. Поток вектора магнитной индукции. Теорема о циркуляции.
30. Вектор намагниченности. Магнитная восприимчивость.
31. Ферромагнетики.

Пример контрольно-измерительных материалов
к промежуточной аттестации (экзамен)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей физики

_____ (Турищев С.Ю.)

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Дисциплина Электричество и магнетизм Форма обучения очная

Вид контроля экзамен Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №

1. Закон Кулона. Полевая трактовка.
2. Ток смещения. Уравнения Максвелла, их свойства.

Составитель _____ Меремьянин А.В.

подпись

расшифровка подписи

Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Критерии оценки (экзамен по теоретическому курсу «Электричество и магнетизм»):

Оценка *«отлично»*: уровень сформированности компетенций – высокий (углубленный). Полное соответствие ответа студента на предлагаемый вопрос четырём вышеуказанным показателям и осваиваемым компетенциям. Компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень.

Оценка *«хорошо»*: уровень сформированности компетенций – повышенный (продвинутый). Ответ студента выявляет недостаточное владение необходимыми теоретическими и практическими навыками. Компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме, что выражается в отдельных неточностях (несущественных ошибках) при ответе. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой, чем при высоком (углубленном) уровне сформированности компетенций. Однако допущенные ошибки исправляются самим студентом после дополнительных вопросов преподавателя.

Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень.

Оценка *«удовлетворительно»*: ответ студента отличается непоследовательностью, неумением делать выводы, слабым освоением теоретических и практических навыков. Компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично, что выражается в допусках неточностях и существенных ошибках при ответе, нарушении логики изложения, неумении аргументировать и обосновывать суждения и профессиональную позицию. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу.

Оценка *«неудовлетворительно»*: компетенции не сформированы, что выражается в разрозненных, бессистемных, отрывочных знаниях, допускаемых грубых профессиональных ошибках, неумении выделять главное и второстепенное, связывать теорию с практикой, устанавливать межпредметные связи, формулировать выводы по ответу, отсутствии собственной профессиональной позиции.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Электричество и магнетизм» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

Фонд оценочных средств сформированности компетенций

Код и наименование компетенции: ОПК-1.4

Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.20 Электричество и магнетизм (3 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Записать выражение для вектора напряжённости электрического поля через потенциал поля.
Ответ: $\mathbf{E} = -\text{grad } \varphi$.
2. Записать выражение для энергии точечного заряда в электрическом поле.
Ответ: $q\varphi$.
3. В постоянном электрическом поле поверхность проводника
Ответ: **а)** является эквипотенциальной, б) не является эквипотенциальной.
4. В постоянном электрическом поле на поверхность проводника действует сила, направленная
Ответ: **а)** по нормали к поверхности наружу, б) по нормали внутрь проводника, в) сила не действует.
5. Какой формулой определяется ёмкость конденсатора?
Ответ: **а)** q/U , б) qU , в) U/q .
6. Запишите формулу ёмкости плоского конденсатора.
Ответ: $\varepsilon\varepsilon_0 S/h$.
7. Чем определяется электрическое поле системы с нулевым полным зарядом?
Ответ: **а)** вектором электрического дипольного момента системы, б) у электронейтральной системы отсутствует электрическое поле.
8. Запишите Ома в дифференциальной форме и для участка проводника.
Ответ: $\mathbf{j} = \mathbf{E}/\rho$, $I = U/R$.
9. Запишите выражение для электростатической теоремы Гаусса.
Ответ: $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = q/\varepsilon_0$, где q — суммарный заряд внутри поверхности.
10. Чему равен поток вектора поляризованности через замкнутую поверхность?
Ответ: **а)** суммарному связанному заряду с обратным знаком, б) суммарному заряду, в) нулю.
11. Запишите выражение, определяющее вектор электрической индукции.
Ответ: $\mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}$, где \mathbf{P} — вектор поляризованности среды.
12. Запишите формулу, выражающую закон Био-Савара для тонкого провода.
Ответ: $d\mathbf{B} = \frac{4\pi}{\mu_0} \frac{I[d\mathbf{l}, \mathbf{r}]}{r^3}$.
13. Единицей измерения плотности электрического тока в СИ является:
Ответ: **а)** Ампер; **б)** $\text{А}/\text{м}^2$; в) $\text{А}/\text{м}$.
14. Единицей измерения магнитного потока в СИ является:
Ответ: **а)** $\text{А}/\text{м}$; **б)** Вебер, Вб; в) $\text{В}/\text{м}$; г) Генри, Гн.
15. Единицей измерения поляризованности в СИ является:
Ответ: **а)** $\text{В}/\text{м}$; **б)** $\text{А}/\text{м}$; **в)** $\text{Кл}/\text{м}^2$;

2) расчетные задачи:

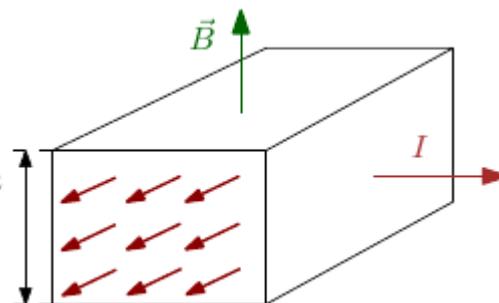
1. Два одинаковых небольших металлических шарика с зарядами q_1 и q_2 находясь на расстоянии $l = 200$ м друг от друга, притягиваются с силой $F_0 = 36$ мН. После того, как шарики привели в соприкосновение и опять развели на то же расстояние l , они стали отталкиваться с силой $F = 64$ мН. Найти q_1 и q_2 .

Ответ: $q_{1,2} = l\sqrt{4\pi\epsilon_0 F}(1 \pm \sqrt{1 - F_0/F}) = +1,20$ и $-0,133$ мкКл или те же значения с противоположными знаками.

2. Зазор между обкладками плоского конденсатора заполнен диэлектриком, проницаемость которого меняется в перпендикулярном обкладкам направлении – растёт линейно от ϵ_1 до ϵ_2 . Площадь каждой обкладки S , расстояние между ними d . Найти ёмкость конденсатора.

Ответ: $C = \epsilon_0(\epsilon_2 - \epsilon_1)S/d \ln(\epsilon_2/\epsilon_1)$.

3. В электромагнитном насосе для перекачки расплавленного металла участок трубы с металлом находится в однородном магнитном поле с индукцией B (см. рисунок). Через этот участок трубы в перпендикулярном вектору B и оси трубы направлении пропускают равномерно распределённый ток I . Найти избыточное давление, создаваемое насосом при $B = 0,10$ Тл, $I = 100$ А и $a = 2,0$ см.

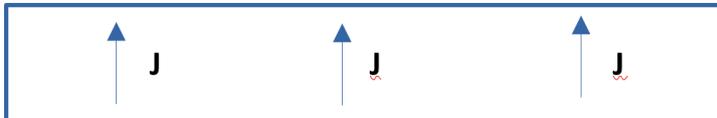


Ответ: $\Delta p = IB/a = 0,5$ кПа.

4. Имеется бесконечная пластина из однородного ферромагнетика с намагниченностью J . Найти векторы B и H внутри и вне пластины, если вектор J направлен перпендикулярно поверхности пластины.

Решение

Изобразим пластину и направление вектора намагниченности:



По условию, токи проводимости отсутствуют. Внутри пластины $J = \text{const}$, откуда $\text{rot } J = 0$. Плотность тока намагничивания j внутри пластины равна нулю, поскольку $j = \text{rot } J = 0$. Токи намагничивания могут течь только по боковой поверхности пластины, которая бесконечно удалена. Если мысленно выбрать замкнутый контур на верхней или нижней поверхности пластины, циркуляция вектора намагниченности по такому контуру будет равна нулю,

$$\oint_L J \cdot dl = 0,$$

поскольку во всех точках контура $J \perp dl$. Так как токов проводимости нет, а токи намагничивания бесконечно удалены, индукция магнитного поля всюду равна нулю, $B = 0$. Вектор намагниченности выражается через векторы напряжённости и индукции магнитного поля по формуле

$$J = B/\mu_0 - H.$$

Внутри пластины $B = 0$, и следовательно, $J = -H$. Вне пластины $J = 0$, откуда получаем $B = \mu_0 H = 0$.

Ответ: $B = 0$ всюду, вне пластины $H = 0$, внутри $H = -J$.

5. Конденсатор зарядили до напряжения 220 В, а затем разрядили через резистор. При разряде на резисторе выделилось 0,5 Дж теплоты. Найти ёмкость конденсатора.

Ответ: 20,7 мкФ.

6. Найти сопротивление проволоки из нихрома, если её длина равна 3 м, а площадь поперечного сечения 0,1 мм². Удельное сопротивление нихрома принять равным $1,4 \cdot 10^{-3}$ Ом·м.

Ответ: 42 Ом.

7. Напряжение на клеммах батареи при разомкнутой цепи равно 14 В, а при замкнутой цепи — 10 В при токе в цепи 25 А. Найти внутреннее сопротивление батареи.
Ответ: 0,16 Ом.
8. Положительный точечный заряд 50 мкКл находится на плоскости xOy в точке с радиусом-вектором $\mathbf{r}_0 = 2\mathbf{i} + 3\mathbf{j}$, где \mathbf{i} и \mathbf{j} - орты осей x и y . Найти напряжённость электрического поля и её модуль в точке с радиусом-вектором $\mathbf{r} = 8\mathbf{i} - 5\mathbf{j}$. Здесь \mathbf{r}_0 и \mathbf{r} даны в метрах.

Решение

Воспользуемся формулой для напряжённости поля точечного заряда

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{|r - r_0|^3} (r - r_0).$$

Найдём координаты разности векторов: $r - r_0 = 6\mathbf{i} - 8\mathbf{j}$. Модуль этого вектора равен $|r - r_0| = \sqrt{36 + 64} = 10$. Подставим численные значения:

$$E = 9 \cdot 10^9 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3} (6\mathbf{i} - 8\mathbf{j}) = 450(6\mathbf{i} - 8\mathbf{j}) \text{ В/м.}$$

Ответ: $E = (2,7\mathbf{i} - 3,6\mathbf{j})$ кВ/м, $E = 4,5$ кВ/м.

9. Определить напряжённость электрического поля, потенциал которого зависит от координат x , y по закону $\varphi = a(x^2 - y^2)$;
Ответ: $E = -2a(x\mathbf{i} - y\mathbf{j})$.
10. Определить напряжённость электрического поля, потенциал которого зависит от координат x , y по закону: $\varphi = axy$.
Ответ: $E = -a(y\mathbf{i} + x\mathbf{j})$.
11. Найти потенциал электрического поля $E = a(y\mathbf{i} + x\mathbf{j})$, a — некоторая постоянная, \mathbf{i} , \mathbf{j} — орты осей x, y , соответственно.
Ответ: $\varphi(x, y) = -axy$.
12. Точечный заряд $q = 50$ мкКл находится на расстоянии $l = 2,5$ см от проводящей плоскости. Найти силу взаимодействия заряда и плоскости.
Ответ: заряд притягивается к плоскости, $F = 9$ нН.
13. Найти ёмкость плоского конденсатора, площадь обкладок которого равна 50 см^2 , расстояние между ними равно 2 мм. Пространство между обкладками заполняет однородный диэлектрик проницаемостью 3,3.
Ответ: $C = 73$ пФ.
14. Напряжение на обкладках конденсатора ёмкостью 2 мкФ равно 120 В. Чему равен заряд на обкладках конденсатора?
Ответ: $q = 240$ мкКл.
15. По длинному тонкому прямому проводу протекает ток 3 А. Найти модуль вектора магнитной индукции на расстоянии 10 см от провода.
Ответ: $B = 6$ мкТл.
16. Три резистора сопротивлениями 10, 12 и 15 Ом соединены параллельно. Чему равно сопротивление участка цепи?
Ответ: 4 Ом.
17. По круглому проводу радиуса 0,25 мм протекает ток 2 А. Чему равна плотность тока?
Ответ: $1,02 \cdot 10^7 \text{ А/м}^2$.
18. По контуру протекает постоянный ток 10 А. Чему равна магнитная энергия контура с током, если его индуктивность равна 0,2 Гн?
Ответ: 10 Дж.

**Код и наименование компетенции:
ОПК-1.5**

Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.20 Электричество и магнетизм (3 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Запишите формулу для вектора плотности потока энергии электромагнитного поля.
Ответ: $\Pi = [\mathbf{E}, \mathbf{H}]$.
2. Запишите формулу для периода свободных электрических колебаний.
3. **Ответ:** $T = 2\pi\sqrt{LC}$.
4. Какой формулой определяется реактивное сопротивление в цепи переменного тока?
5. **Ответ:** **а)** $X = \omega L - 1/\omega C$, **б)** $X = \omega C - 1/\omega L$, **в)** $R = U/I$.
6. Чем определяется мощность, выделяемая в цепи переменного тока?
Ответ: **а)** только амплитудами тока и напряжения, **б)** амплитудами тока и напряжения и разностью фаз между ними, **в)** амплитудой тока и сопротивлением цепи.
7. Записать выражение для энергии точечного заряда в электрическом поле.
Ответ: $q\varphi$.
8. В постоянном электрическом поле поверхность проводника
Ответ: **а)** является эквипотенциальной, **б)** не является эквипотенциальной.
9. В постоянном электрическом поле на поверхность проводника действует сила, направленная
Ответ: **а)** по нормали к поверхности наружу, **б)** по нормали внутрь проводника, **в)** сила не действует.
10. Какой формулой определяется ёмкость конденсатора?
Ответ: **а)** q/U , **б)** qU , **в)** U/q .
11. Запишите формулу ёмкости плоского конденсатора.
Ответ: $\varepsilon\varepsilon_0 S/h$.
12. Укажите единицу измерения электрического потенциала в СИ.
Ответ: **а)** Вольт, **б)** Ампер, **в)** В/м.
13. Чему равна электродинамическая постоянная?
Ответ: **а)** скорости света, **б)** ε_0 , **в)** $\varepsilon_0 \mu_0$.
14. Укажите единицу измерения магнитного потока в СИ.
Ответ: **а)** Вебер, **б)** Гаусс, **в)** Стокс, **г)** Эрстед.
15. Укажите единицу измерения напряжённости электрического поля в СИ.
Ответ: **а)** В/м, **б)** В/Кл, **в)** Кл/м.

2) расчетные задачи:

1. Кольцо радиуса R из тонкой проволоки имеет заряд q . Найти модуль напряжённости электрического поля на оси кольца на расстоянии l от центра.
Ответ: $E = ql/[4\pi\varepsilon_0(R^2 + l^2)^{3/2}]$.
2. Потенциал электрического поля имеет вид $\varphi = \alpha(xy - z^2)$, где α – постоянная. Найти проекцию напряжённости электрического поля в точке $M(2, 1, -3)$ на направление вектора $\mathbf{a} = \mathbf{e}_x + 3\mathbf{e}_z$.
Ответ: $E_{\mathbf{a}} = -\alpha(y - 6z)/\sqrt{10} = -6,0\alpha$.

3. Точечный заряд $q = 100$ мкКл находится на расстоянии $l = 1,5$ см от проводящей плоскости. Какую работу надо совершить против электрических сил, чтобы медленно удалить этот заряд на очень большое расстояние от плоскости? (Указание. Расчёт вести используя выражение для работы

$dA = F dx$).

Ответ: $A = q^2 / (16\pi\epsilon_0 l)$ Дж.

4. Конденсатор зарядили до напряжения 220 В, а затем разрядили через резистор. При разряде на резисторе выделилось 0,5 Дж теплоты. Найти ёмкость конденсатора.

Ответ: 20,7 мкФ.

5. Найти сопротивление проволоки из нихрома, если её длина равна 3 м, а площадь поперечного сечения 0,1 мм². Удельное сопротивление нихрома принять равным $1,4 \cdot 10^{-3}$ Ом·м.

Ответ: 42 Ом.

6. Напряжение на клеммах батареи при разомкнутой цепи равно 14 В, а при замкнутой цепи — 10 В при токе в цепи 25 А. Найти внутреннее сопротивление батареи.

Ответ: 0,16 Ом.

7. Точечный заряд $q=50$ мкКл находится на расстоянии $l=2,5$ см от проводящей плоскости. Найти силу взаимодействия заряда и плоскости.

Решение

Воспользуемся методом изображений. Взаимодействие заряда q с проводящей плоскостью такое же, как взаимодействие двух зарядов: q и $-q$, находящихся на расстоянии $2l$ друг от друга:

$$F = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{(2l)^2}.$$

Здесь знак минус означает притяжение. Подставим численные значения:

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot 25 \cdot 10^{-10} / 25 \cdot 10^{-4} = 9 \text{ кН}$$

Ответ: заряд притягивается к плоскости, $F=9$ кН.

8. Найти ёмкость плоского конденсатора, площадь обкладок которого равна 50 см², расстояние между ними равно 2 мм. Пространство между обкладками заполняет однородный диэлектрик проницаемостью 3,3.

Ответ: $C=73$ пФ.

9. Напряжение на обкладках конденсатора ёмкостью 2 мкФ равно 120 В. Чему равен заряд на обкладках конденсатора?

Ответ: $q=240$ мкКл.

10. По длинному тонкому прямому проводу протекает ток 3А. Найти модуль вектора магнитной индукции на расстоянии 10 см от провода.

Ответ: $B=6$ мкТл.

11. Частота свободных колебаний в контуре равна 30 кГц. Найти индуктивность контура, если его ёмкость равна 2 нФ.

Ответ: 14 мГн.

12. Найти тепловую мощность, выделяемую в единице объёма медного проводника при протекании тока плотностью 120 кА/м². Удельное сопротивление меди равно 16 нОм·м.

Ответ: 230 Дж/м³.

13. Оценить величину магнитной энергии, заключённую в объёме прямого соленоида длиной 8 см радиуса 10 мм с числом витков 100, при протекании тока 7 А.

Ответ: $W=1,2$ мДж.

14. Два резистора сопротивлениями $R_1=15$ Ом и $R_2=30$ Ом включены в цепь параллельно. Определить тепловую мощность, выделяемую на первом резисторе, при протекании тока $I=3$ А через данный участок цепи.

Ответ: $dQ/dt=I^2 R_2^2 R_1 / (R_1+R_2)^2=60$ Вт.

15. Конденсатор ёмкостью 5 мкФ разряжается через сопротивление 5,5 МОм. За какое время напряжение на конденсаторе уменьшится в два раза от своего начального значения?

Ответ: за 19 с.

Код и наименование компетенции:

ОПК-1.6

Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественно-научной информации

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.20 Электричество и магнетизм (3 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Чему равна циркуляция вектора магнитной индукции для стационарных токов?
Ответ: а) алгебраической сумме токов, пронизывающих контур, б) нулю.
2. Чему равна циркуляция вектора намагничённости \mathbf{J} ?
Ответ: а) алгебраической сумме токов намагничения, б) нулю, в) алгебраической сумме токов.
3. Чему равна ЭДС в контуре при изменении магнитного потока Φ через этот контур?
Ответ: а) $-d\Phi/dt$, б) нулю, в) Φ/c .
4. Чему равна магнитная энергия соленоида с индуктивностью L при протекании тока I ?
Ответ: а) $LI^2/2$, б) $LI/2$, в) $I/2L$.
5. Записать выражение для энергии точечного заряда в электрическом поле.
Ответ: а) $q\varphi$.
6. В постоянном электрическом поле поверхность проводника
Ответ: а) является эквипотенциальной, б) не является эквипотенциальной.
7. В постоянном электрическом поле на поверхность проводника действует сила, направленная
Ответ: а) по нормали к поверхности наружу, б) по нормали внутрь проводника, в) сила не действует.
8. Какой формулой определяется ёмкость конденсатора?
Ответ: а) q/U , б) qU , в) U/q .
9. Запишите формулу ёмкости плоского конденсатора.
Ответ: а) $\varepsilon\varepsilon_0 S/h$.
10. Плотность электрического тока в проводнике пропорциональна:
Ответ: а) квадрату вектора напряжённости электрического поля; б) вектору напряжённости магнитного поля; в) вектору напряжённости электрического поля.
11. Сопротивление металла с увеличением температуры:
Ответ: а) не изменяется; б) уменьшается; в) увеличивается.
12. Сопротивление полупроводника с увеличением температуры:
Ответ: а) не изменяется; б) уменьшается; в) увеличивается.
13. Укажите единицу измерения электрического потенциала в СИ.
Ответ: а) Вольт, б) Ампер, в) В/м.
14. Укажите единицу измерения напряжённости электрического поля в СИ.
Ответ: а) В/м, б) В/Кл, в) Кл/м.
15. Произведение RC имеет размерность
Ответ: а) времени, б) силы тока, в) индуктивности.

2) расчетные задачи:

1. Конденсатор зарядили до напряжения 220 В, а затем разрядили через резистор. При разряде на резисторе выделилось 0,5 Дж теплоты. Найти ёмкость конденсатора.
Ответ: 20,7 мкФ.
2. Найти сопротивление проволоки из нихрома, если её длина равна 3 м, а площадь поперечного сечения 0,1 мм². Удельное сопротивление нихрома принять равным $1,4 \cdot 10^{-3}$ Ом·м.
Ответ: 42 Ом.
3. Напряжение на клеммах батареи при разомкнутой цепи равно 14 В, а при замкнутой цепи — 10 В при токе в цепи 25 А. Найти внутреннее сопротивление батареи.
Ответ: 0,16 Ом.
4. Длинный равномерно заряженный по поверхности цилиндр радиуса $a = 1,0$ см движется со скоростью $v = 10$ м/с вдоль своей оси. Напряжённость электрического поля непосредственно у поверхности цилиндра $E = 0,9$ кВ/см. Найти ток, обусловленный механическим переносом заряда.

Решение

Сила тока равна отношению заряда dq , перенесённого за время dt через сечение стержня, $I = dq/dt$. Вблизи поверхности заряженного проводника напряжённость электрического поля равна

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0},$$

где σ — поверхностная плотность заряда. За время dt через поверхность S_0 , перпендикулярную стержню, переносится заряд $dq = \sigma ds = \sigma \cdot 2\pi a dl$, где ds — площадь боковой поверхности стержня, пролетающей через поверхность S_0 за время dt . Заметим, что $dl = v dt$, откуда $dq = 2\pi \epsilon_0 a E v dt$.

Ответ: $I = 2\pi \epsilon_0 a E v = 0,5$ мкА.

5. Конденсатор, заполненный диэлектриком с проницаемостью $\epsilon = 2,1$, теряет за время $\tau = 3,0$ мин половину сообщённого ему заряда. Считая, что утечка заряда происходит только через диэлектрическую прокладку, найти её удельное сопротивление.
Ответ: $\rho = \tau / \epsilon \epsilon_0 \ln 2 = 1,4 \cdot 10^{13}$ Ом·м.
6. Сколько теплоты выделилось в спирали сопротивлением $R = 75$ Ом при прохождении через нее количества электричества $q = 100$ Кл, если ток в спирали линейно убывал до нуля в течение $\Delta t = 50$ с.
Ответ: $Q = 4q^2 R / 3\Delta t = 20$ кДж.
7. По круговому витку радиуса $R = 100$ мм из тонкого провода циркулирует ток $I = 1,00$ А. Найти магнитную индукцию в центре витка.
Ответ: $B = \mu_0 I / 2R = 6,3$ мкТл.
8. В момент $t = 0$ из одной пластины плоского конденсатора вылетел электрон с пренебрежимо малой скоростью. Между пластинами приложено ускоряющее напряжение $U = \epsilon t$, где $\epsilon = 100$ В/с. Расстояние между пластинами $l = 5,0$ см. С какой скоростью электрон подлетит к противоположной пластине?
Ответ: $v = (9\epsilon l e / 2m)^{3/2} = 16$ км/с.
9. Точечный заряд $q = 50$ мкКл находится на расстоянии $l = 2,5$ см от проводящей плоскости. Найти силу взаимодействия заряда и плоскости.
Ответ: заряд притягивается к плоскости, $F = 36$ нН.
10. Найти ёмкость плоского конденсатора, площадь обкладок которого равна 50 см², расстояние между ними равно 2 мм. Пространство между обкладками заполняет однородный диэлектрик проницаемостью $3,3$.
Ответ: $C = 73$ пФ.
11. Напряжение на обкладках конденсатора ёмкостью 2 мкФ равно 120 В. Чему равен заряд на обкладках конденсатора?
Ответ: $q = 240$ мкКл.
12. По длинному тонкому прямому проводу протекает ток 3 А. Найти модуль вектора магнитной индукции на расстоянии 10 см от провода.
Ответ: $B = 6$ мкТл.

13. Частота свободных колебаний в контуре равна 30 кГц. Найти индуктивность контура, если его ёмкость равна 2 нФ.
Ответ: 14 мГн.
14. Найти плотность тока в проводнике, если напряжённость электрического поля равна 1 В/см, а удельное сопротивление $\rho=25$ нОм·/м².
Ответ: $j=4 \cdot 10^9$ А/м².
15. Найти объёмную плотность энергии электрического поля в изотропном диэлектрике с проницаемостью $\epsilon=3,4$, если напряжённость электрического поля равна 200 В/м.
Ответ: $w=6 \cdot 10^{-7}$ Дж/м³.

Код и наименование компетенции:

ОПК-2.1

Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.20 Электричество и магнетизм (3 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Что устанавливает правило Ленца?
Ответ: а) направление индукционного тока в замкнутой цепи, б) количество теплоты, выделяемой в электрической цепи, в) направление магнитного поля.
2. Для чего используют эффект Холла?
Ответ: а) для создания датчиков угловых перемещений, б) для создания датчиков давлений, в) для выработки электроэнергии.
3. К какому классу явлений относится эффект Пельтье?
Ответ: а) к термоэлектрическим явлениям, б) к гальваномагнитным явлениям, в) к электрооптическим явлениям.
4. Что демонстрирует эффект Мейсснера?
Ответ: а) сверхпроводимость, б) сверхтекучесть, в) закон сохранения импульса, г) первое начало термодинамики.
5. Чему равна циркуляция вектора магнитной индукции для стационарных токов?
Ответ: а) алгебраической сумме токов, пронизывающих контур, б) нулю.
6. Чему равна циркуляция вектора намагниченности \mathbf{J} ?
Ответ: а) алгебраической сумме токов намагничивания, б) нулю, в) алгебраической сумме токов.
7. Чему равна ЭДС в контуре при изменении магнитного потока Φ через этот контур?
Ответ: а) $-d\Phi/dt$, б) нулю, в) Φ/c .
8. Чему равна магнитная энергия соленоида с индуктивностью L при протекании тока I ?
Ответ: а) $LI^2/2$, б) $LI/2$, в) $I/2L$.
9. Что такое вольт-амперная характеристика?
Ответ: а) зависимость напряжения от тока; **б)** зависимость тока от напряжения; в) мощность, выделяемая на сопротивлении.
10. Какой вид имеет вольт-амперная характеристика вакуумного диода?
Ответ: а) $I \sim U$; **б)** $I \sim U^{3/2}$; в) $I \sim 1/U$.
11. При увеличении электрической ёмкости контура частота колебаний в нём?
Ответ: а) увеличивается; **б)** уменьшается; в) не изменяется.
12. ЭДС электромагнитной индукции пропорциональна:
Ответ: а) величине магнитного потока; **б)** скорости изменения магнитного потока; в) силе тока в контуре.
13. Плотность электрического тока в проводнике пропорциональна:
Ответ: а) квадрату вектора напряжённости электрического поля; б) вектору напряжённости магнитного поля; **в)** вектору напряжённости электрического поля.

14. Сопротивление металла с увеличением температуры:
Ответ: а) не изменяется; б) уменьшается; в) увеличивается.
15. Сопротивление полупроводника с увеличением температуры:
Ответ: а) не изменяется; б) уменьшается; в) увеличивается.

2) расчетные задачи:

- Конденсатор зарядили до напряжения 220 В, а затем разрядили через резистор. При разряде на резисторе выделилось 0,5 Дж теплоты. Найти ёмкость конденсатора.
Ответ: 20,7 мкФ.
- Точечный заряд $q=50$ мкКл находится на расстоянии $l=2,5$ см от проводящей плоскости. Найти силу взаимодействия заряда и плоскости.
Ответ: заряд притягивается к плоскости, $F=36$ нН.
- Найти ёмкость плоского конденсатора, площадь обкладок которого равна 50 см², расстояние между ними равно 2 мм. Пространство между обкладками заполняет однородный диэлектрик проницаемостью 3,3.
Ответ: $C=73$ пФ.
- Напряжение на обкладках конденсатора ёмкостью 2 мкФ равно 120 В. Чему равен заряд на обкладках конденсатора?
Ответ: $q=240$ мкКл.
- По длинному тонкому прямому проводу протекает ток 3А. Найти модуль вектора магнитной индукции на расстоянии 10 см от провода.
Ответ: $B=6$ мкТл.
- Найти сопротивление проволоки из нихрома, если её длина равна 3 м, а площадь поперечного сечения $0,1$ мм². Удельное сопротивление нихрома принять равным $1,4 \cdot 10^{-3}$ Ом·м.
Ответ: 42 Ом.
- Напряжение на клеммах батареи при разомкнутой цепи равно 14 В, а при замкнутой цепи — 10 В при токе в цепи 25 А. Найти внутреннее сопротивление батареи.
Ответ: 0,16 Ом.
- Магнитный поток через неподвижный контур с сопротивлением R изменяется в течение времени t по закону $\Phi = at(t - t_0)$. Найти количество теплоты, выделенной в контуре за это время. Магнитным полем индукционного тока пренебречь.
Ответ: $Q = a^2 t^3 / 3R$.
- При какой напряжённости электрического поля в вакууме плотность энергии этого поля будет такой же, как у магнитного поля с индукцией $= 1,0$ Тл?
Ответ: $E = B / \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} = 3 \cdot 10^8$ В/м.
- Колебательный контур имеет ёмкость $C = 10$ мкФ, индуктивность $L = 25$ мГн и активное сопротивление $R = 1,0$ Ом. Через сколько колебаний амплитуда тока в этом контуре уменьшится в e раз?
Ответ: $n = \sqrt{4L/CR^2 - 1} / 2\pi = 16$.
- Частота свободных колебаний в контуре равна 30 кГц. Найти индуктивность контура, если его ёмкость равна 2 нФ.
Ответ: 14 мГн.
- Сколько теплоты выделилось в спирали с сопротивлением $R=75$ Ом при прохождении через неё количества электричества $q=100$ Кл, если ток в спирали был постоянным на протяжении 25 с?
Ответ: $Q = 1,2$ кДж.
- Сколько теплоты выделилось в спирали сопротивлением $R = 75$ Ом при прохождении через неё количества электричества $q = 100$ Кл, если ток в спирали линейно убывал до нуля в течение $\Delta t = 50$ с.

Решение

По закону Джоуля-Ленца за бесконечно малое время dt в спирали выделяется тепло $dQ = I^2 R dt$. Ток с течением времени убывал по линейному закону, который

можно записать в виде $I(t) = I_0(1 - t/\Delta t)$, где $I_0 = I(0)$ есть ток в начальный момент времени. Полное тепло получаем интегрированием по времени:

$$Q = \int I^2 R dt = RI_0^2 \int (1 - t/\Delta t)^2 dt = \frac{RI_0^2 \Delta t}{3}.$$

Постоянную I_0 найдём из уравнения $dq = Idt$, которое является определением силы тока,

$$q = \int I dt = I_0 \int (1 - t/\Delta t) dt = \frac{I_0 \Delta t}{2}.$$

Отсюда получаем $I_0 = 2q/\Delta t$. Ответ получается после подстановки I_0 в формулу для Q .

Ответ: $Q = 4q^2 R/3 \Delta t = 20$ кДж.

14. Найти магнитную индукцию в прямом соленоиде длиной 20 см с числом витков 250 при протекании тока 51 мА.

Ответ: $B=80$ мкТл.

15. Найти тепловую мощность, выделяемую в единице объёма медного проводника при протекании тока плотностью 120 кА/м². Удельное сопротивление меди равно 16 нОм·м.

Ответ: 230 Дж/м³.

16. Оценить величину магнитной энергии, заключённой в объёме прямого соленоида длиной 8 см радиуса 10 мм с числом витков 100, при протекании тока 65 мА.

Ответ: $W= 10^{-7}$ Дж.

Код и наименование компетенции:

ОПК-2.2

Обработывает и представляет полученные экспериментальные данные для
получения обоснованных выводов

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.20 Электричество и магнетизм (3 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Укажите единицу измерения электрического потенциала в СИ.
Ответ: а) Вольт, б) Ампер, в) В/м.
2. Чему равна электродинамическая постоянная?
Ответ: а) скорости света, б) ϵ_0 , в) $\epsilon_0 \mu_0$.
3. Укажите единицу измерения магнитного потока в СИ.
Ответ: а) Вебер, б) Гаусс, в) Стокс, г) Эрстед.
4. Укажите единицу измерения напряжённости электрического поля в СИ.
Ответ: а) В/м, б) В/Кл, в) Кл/м.
5. Произведение RC имеет размерность
Ответ: а) времени, б) силы тока, в) индуктивности.
6. Произведение $q\phi$ имеет размерность
Ответ: а) энергии, б) силы тока, в) сопротивления.
7. Укажите единицу измерения поляризованности в СИ.
Ответ: а) Кл/м², б) Кл/м, в) В/м.
8. Чему равна ЭДС в контуре при изменении магнитного потока Φ через этот контур?
Ответ: а) $-d\Phi/dt$, б) нулю, в) Φ/c .
9. Чему равна магнитная энергия соленоида с индуктивностью L при протекании тока I ?
Ответ: а) $LI^2/2$, б) $LI/2$, в) $I/2L$.
10. Что такое вольт-амперная характеристика?
Ответ: а) зависимость напряжения от тока; **б)** зависимость тока от напряжения; в) мощность, выделяемая на сопротивлении.
11. Какой вид имеет вольт-амперная характеристика вакуумного диода?
Ответ: а) $I \sim U$; **б)** $I \sim U^{3/2}$; в) $I \sim 1/U$.
12. Для чего используется диодный мост?
Ответ: а) для наблюдения электрических колебаний; **б)** для выпрямления переменного тока; в) для определения вольт-амперных характеристик.
13. Линии вектора магнитной индукции магнитного поля Земли вблизи поверхности направлены:
Ответ: а) вдоль поверхности; б) перпендикулярно поверхности; **в)** под углом к поверхности.
14. При каком соединении двух конденсаторов ёмкость цепи увеличивается?
Ответ: а) при параллельном; б) при последовательном.
15. Ток в цепи меняется по гармоническому закону. Как изменяется амплитуда ЭДС самоиндукции при увеличении частоты тока в два раза?
Ответ: а) амплитуда не меняется; **б)** амплитуда увеличивается в два раза; в) амплитуда уменьшается в два раза; г) амплитуда увеличивается в четыре раза.

2) расчетные задачи:

1. Конденсатор зарядили до напряжения 220 В, а затем разрядили через резистор. При разряде на резисторе выделилось 0,5 Дж теплоты. Найти ёмкость конденсатора.
Ответ: 20,7 мкФ.
2. Точечный заряд $q=50$ мкКл находится на расстоянии $l=2,5$ см от проводящей плоскости. Найти силу взаимодействия заряда и плоскости.
Ответ: заряд притягивается к плоскости с силой 36 кН.
3. Найти ёмкость плоского конденсатора, площадь обкладок которого равна 50 см², расстояние между ними равно 2 мм. Пространство между обкладками заполняет однородный диэлектрик проницаемостью 3,3.
Ответ: $C=73$ пФ.
4. Напряжение на обкладках конденсатора ёмкостью 2 мкФ равно 120 В. Чему равен заряд на обкладках конденсатора?
Ответ: $q=240$ мкКл.
5. По длинному тонкому прямому проводу протекает ток 3 А. Найти модуль вектора магнитной индукции на расстоянии 10 см от провода.
Ответ: $B=6$ мкТл.
6. Найти сопротивление проволоки из нихрома, если её длина равна 3 м, а площадь поперечного сечения $0,1$ мм². Удельное сопротивление нихрома принять равным $1,4 \cdot 10^{-3}$ Ом·м.
Ответ: 42 Ом.
7. Напряжение на клеммах батареи при разомкнутой цепи равно 14 В, а при замкнутой цепи: 10 В при токе в цепи 25 А. Найти внутреннее сопротивление батареи.
Ответ: 0,16 Ом.
8. Частота свободных колебаний в контуре равна 30 кГц. Найти индуктивность контура, если его ёмкость равна 2 нФ.
Ответ: 14 мГн.
9. Кусок тонкой металлической фольги в виде квадрата со стороной 10 см заряжен положительно зарядом 8 мкКл. Чему равна напряжённость электрического поля вблизи фольги вдали от её краёв?
Ответ: $E=4,5 \cdot 10^7$ В/м.
10. Сколько теплоты выделилось в спирали с сопротивлением $R=75$ Ом при прохождении через неё количества электричества $q=100$ Кл, если ток в спирали был постоянным на протяжении 25 с?
Ответ: $Q=1,2$ кДж.
11. Найти магнитную индукцию в прямом соленоиде длиной 20 см с числом витков 250 при протекании тока 51 мА.
Ответ: $B=80$ мкТл.
12. Найти тепловую мощность, выделяемую в единице объёма медного проводника при протекании тока плотностью 120 кА/м². Удельное сопротивление меди равно 16 нОм·м.
Ответ: 230 Дж/м³.
13. Оценить величину магнитной энергии, заключённую в объёме прямого соленоида длиной 8 см радиуса 10 мм с числом витков 100, при протекании тока 7 А.
Ответ: $W=1,2$ мДж.
14. Два резистора сопротивлениями $R_1=15$ Ом и $R_2=30$ Ом включены в цепь параллельно. Определить тепловую мощность, выделяемую на первом резисторе, при протекании тока $I=3$ А через данный участок цепи.
Ответ: $dQ/dt=I^2 R_2^2 R_1/(R_1+R_2)^2=60$ Вт.
15. Конденсатор ёмкостью 5 мкФ разряжается через сопротивление 5,5 МОм. За какое время напряжение на конденсаторе уменьшится в два раза от своего начального значения?
Ответ: за 19 с.