

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по образованию

« 13 » _____



и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

и

Гуприс

г.

Регистрационный № УД-4469уч.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальностей:

1-31 04 08 Компьютерная физика

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 08 -2018, утвержденном постановлением Министерства образования Республики Беларусь №124 от 22.12.2018, типовой учебной программы № ТД-G.539/тип. от 07.09.2015, учебного плана №G31-220/уч. от 13.07.2018

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.Н. Медведь - доцент кафедры общей физики физического факультета Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

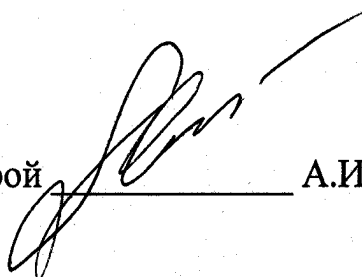
С.В. Шпаковский - начальник отделения «Т» НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «ИНТЕГРАЛ» — управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ», кандидат физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей физики
(протокол № 8 от 4 апреля 2019г.)

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 4 от 22.04.2019 г.)

Заведующий кафедрой



А.И.Слободянюк

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Электричество и магнетизм» представляет собой органичную часть классического курса физики и посвящена изучению электромагнитных взаимодействий и их доминирующего влияния на основные физические (и химические) свойства микро- и макросистем.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование основных представлений об электромагнитных свойствах микро- и макроскопических систем и создание необходимого фундамента для усвоения последующих разделов общей (оптики, атомной и ядерной физики) и теоретической (электродинамики, квантовой механики) физики.

Задачи учебной дисциплины:

- ✓ изучить основные физические явления в области электрических и магнитных взаимодействий, их взаимосвязь и законы, управляющие этими явлениями;
- ✓ научиться применять полученные знания для объяснения реальных явлений и эффектов и решения конкретных модельных задач;
- ✓ овладеть базовыми методами и навыками практической работы в областях, связанных с явлениями электромагнетизма.

Учебная дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к модулю «Электричество и магнетизм» государственного компонента.

Изложение дисциплины строится по индуктивному принципу на основе экспериментальных данных с учетом исторической последовательности развития представлений о взаимодействии заряженных тел и создаваемых ими полей.

Связи с другими дисциплинами:

При изложении материала дисциплины широко используется аппарат дисциплин высшей математики. Поэтому используемый математический аппарат согласован с программами дисциплин кафедры высшей математики и математической физики: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», а также с программой дисциплины «Электродинамика» (кафедра теоретической физики).

В усилении проблемно-исследовательской, практико-ориентированной направленности профессиональной подготовки студентов-физиков, активизации их самостоятельной работы по разрешению ситуаций, имитирующих профессиональные проблемы в будущей научной и производственной деятельности, главная роль отводится лабораторному практикуму и практическим занятиям.

Изложение учебного материала основано на определенных знаниях и представлениях, сформированных в процессе обучения в базовой школе.

При преподавании дисциплины рекомендуется применять активные методы обучения, основу которых составляют технологии проблемного и контекстного обучения, реализуемые на лекционных и практических занятиях, а также рейтинговая система оценки знаний. При чтении лекционного курса рекомендуется применять также мультимедийные средства обучения.

Эффективность работы студента и изучения программы дисциплины в целом проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль знаний рекомендуется проводить в форме коллоквиумов, контрольных работ и отчёта по лабораторным работам.

Освоение учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» должно обеспечить формирование следующих базовых профессиональных компетенций:

БПК – 8. Владеть основными понятиями и базовыми законами электромагнетизма, навыками расчетов и практической работы с электрическими цепями и устройствами.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные законы электромагнитных взаимодействий;
- законы постоянного и переменного тока;
- уравнения Максвелла;
- свойства диэлектриков и магнетиков.

уметь:

- рассчитывать электрические и магнитные поля в вакууме и веществе;
- выполнять расчет цепей квазистационарных переменных токов;
- использовать законы электромагнетизма при решении задач.

владеть:

- методами экспериментальных исследований электрических и магнитных свойств веществ;
- методами экспериментальных исследований электрических цепей;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по электричеству и магнетизму.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 3 семестре. Форма получения высшего образования — очная, дневная. Всего на изучение учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» отведено: – 342 часа, в том числе 172 аудиторных часа, из них: лекции – 50 часов, практические занятия – 50 часов, управляемая самостоятельная работа – 10 часов, лабораторные занятия – 62 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – экзамен в 3-м семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение. Электромагнитные взаимодействия в природе. Электрический заряд и его свойства. Кварковая модель строения нейтрона и протона

2. Электростатическое поле в вакууме. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Полевая трактовка закона Кулона. Принцип суперпозиции. Линии и поток вектора напряженности. Теорема Остроградского-Гаусса. Дифференциальная форма теоремы Остроградского-Гаусса.

Работа сил электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Разность потенциалов, потенциал. Потенциал поля точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывного распределения зарядов. Принцип суперпозиции для потенциала.

Связь напряженности и разности потенциалов, потенциала. Эквипотенциальные поверхности и их свойства.

Основная задача электростатики. Поле электрического диполя.

3. Электростатическое поле при наличии проводников. Особенности описания полей в материальных средах.

Поле заряженного проводника произвольной формы. Распределение зарядов по поверхности проводника. «Стекание» заряда с проводника.

Проводники в электростатическом поле. Электростатическая защита. Заземление. Генератор Ван-де-Граафа. Понятие о методе изображений.

Емкость уединенного проводника и системы проводников. Конденсаторы и их соединение.

4. Электростатическое поле при наличии диэлектриков. Классификация диэлектриков. Диполь как модель при описании диэлектриков. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Поляризованность диэлектриков (вектор поляризации) и связанные заряды.

Описание электростатического поля в диэлектриках, вектор электрического смещения. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость. Температурная зависимость восприимчивости полярных и неполярных диэлектриков.

Граничные условия, преломление линий векторов напряженности и смещения на границе раздела диэлектриков

Основные сведения о сегнетоэлектриках. Доменная структура. Гистерезис. Пьезоэлектрики и их практическое использование. Пироэлектрики.

5. Энергия электростатического поля.

Энергия взаимодействия дискретных зарядов. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов. Собственная энергия. Энергия заряженного проводника, конденсатора.

Энергия электрического поля. Плотность энергии. Силы, действующие в электрическом поле на: дискретно и непрерывно распределенные заряды, проводники, диэлектрики.

6. Электрический ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности. Законы постоянного тока. Условия существования электрического тока. Э.Д.С. Падение напряжения. Закон Ома для замкнутой цепи. Электрическое поле постоянного тока.

Работа и мощность в цепи постоянного тока.

Линейные цепи. Правила Кирхгофа. Методы расчета цепей постоянного тока.

Квазистационарные токи. Условия квазистационарности.

7. Стационарное магнитное поле в вакууме. Закон взаимодействия элементов тока (закон Лапласа – Био - Савара – Ампера). Полевая трактовка закона взаимодействия элементов тока, вектор магнитной индукции. Теорема Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила Лоренца. Линии вектора магнитной индукции, магнитный поток. Теорема о полном потоке. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля. Контур с током в магнитном поле, магнитный момент.

Магнитный поток. Теорема о полном потоке.

Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент. Работа по перемещению контура с током.

8. Магнитное поле в веществе. Классическая теория намагничивания, вектор намагничивания. Объемные и поверхностные токи намагничивания, связь с вектором намагничивания. Описание магнитного поля в магнетиках, напряженность магнитного поля.

Классификация магнетиков, магнитная восприимчивость и проницаемость. Источники линий напряженности.

Граничные условия для векторов индукции и напряженности, преломление линий. Магнитная экранировка. Измерение магнитной проницаемости, индукции, напряженности.

9. Электромагнитная индукция. Явление и закон электромагнитной индукции, его вывод из закона сохранения энергии. Природа сторонних сил при явлении электромагнитной индукции, дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции.

Явление самоиндукции, индуктивность. Взаимная индукция контуров с током, взаимная индуктивность.

Энергия магнитного поля контура и соленоида с током. Объемная плотность энергии магнитного поля.

10. Электромагнитные колебания. Колебательный контур, собственные незатухающие электромагнитные колебания. Период собственных колебаний. Превращение энергии в колебательном контуре.

Свободные электромагнитные колебания в контуре с активным сопротивлением.

Вынужденные электромагнитные колебания. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление в цепи переменного тока. Последовательная цепь переменного тока с различной нагрузкой, импеданс.

Энергия и мощность в цепи переменного тока.

Разветвленная цепь переменного тока, метод проводимостей. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

Трехфазный ток и его применение в технике и передаче электроэнергии на расстояние.

11. Магнетики. Магнитомеханические явления. Опыт Штерна и Герлаха.

Диамagnetизм, ларморрова прецессия.

Парамагнетики, закон Кюри.

Особенности намагничивания ферромагнетиков, гистерезис. Домены. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Понятие о антиферромагнетизме, ферримагнетизме

12. Уравнения Максвелла и основные свойства электромагнитных волн. Обобщения Максвелла: вихревое электрическое поле и токи смещения. Полная система уравнений Максвелла. Теория Максвелла и границы ее применимости.

Электромагнитные волны и их свойства. Закон сохранения энергии электромагнитного поля, поток энергии. Излучение электромагнитных волн.

Экспериментальное подтверждение теории Максвелла: опыты Герца и Лебедева.

13. Электрический ток в реальных средах. Природа носителей заряда в металлах. Классическая теория проводимости (Друде-Лоренца) и ее затруднения.

Понятие о зонной теории проводимости. Энергетические зоны металлов, полупроводников, изоляторов. Собственная проводимость полупроводников. Примесная (электронная и дырочная) проводимость.

Работа выхода электрона с поверхности металла. Контактные явления в металлах. Контактная разность потенциалов.

Контакт полупроводников с различным типом проводимости. Р-п переход и его свойства. Полупроводниковые диод и транзистор. Понятия о микроэлектронных элементах и системах.

Термоэлектродвижущая сила, эффект Пельтье и эффект Томсона.

Механизм электропроводности электролитов. Зависимость электропроводности электролитов от температуры.

Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Электровакуумные приборы.

Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный разряды. Основные типы газового разряда.

Плазменное состояние вещества. Виды плазмы. Условия получения и существования плазмы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Аудиторный контроль УСР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	1				
2	Электростатическое поле в вакууме	6	10			
3	Электростатическое поле при наличии проводников	3	4		1	Письменные тесты по пп.2-3
4	Электростатическое поле при наличии диэлектриков	5	4			
5	Энергия электростатического поля	2	4		2 1	Контрольная по пп.2-5, Коллоквиум по пп.2-5
6	Электрический ток	5	6	18		
7	Стационарное магнитное поле в вакууме	5	8	4	1	Письменные тесты по пп.6-7
8	Магнитное поле в веществе	5	4	4	2	Контрольная по пп.6-8
9	Электромагнитная индукция	4	6	4		
10	Электромагнитные колебания.	3	2	12	1	Коллоквиум по пп.6-10
11	Магнетики	2		4		
12	Уравнения Максвелла и основные свойства электромагнитных волн	5			2	Контрольная по пп.9-12
13	Электрический ток в реальных средах	4	2	16		
	ИТОГО	50	50	62	10	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Калашников, С.Г.* Курс общей физики (в 3-х томах) Электричество. Волны. Оптика / С.Г.Калашников, издательство Лань Спб, 2019, 500 стр.
2. *Сивухин, Д.В.* Общий курс физики. Электричество / Д.В.Сивухин. 4-е изд., стереот. М.: Физматлит; 2018, 656 стр.
3. *Иродов, И.Е.* Законы электромагнетизма / И.Е.Иродов, изд. Лаборатория знаний, 2019 , 320 стр.
4. *Иродов, И.Е.* Задачи по общей физике / И.Е.Иродов. Санкт-Петербург: изд.Лань, 2019, 420 стр.
5. *Кембровский, Г.С.* Физический практикум / Г.С.Кембровский. Мн.: Университет, 1986. 352 стр.

Перечень дополнительной литературы

1. *Савельев, И.В.* Курс общей физики, т.2 / И.В.Савельев. М.: Астрель, 2009, 352 стр.
2. *Матвеев, А.Н.* Электричество и магнетизм / А.Н.Матвеев. Издательство Лань, 2010, 462 стр.

Перечень рекомендованных средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

1. Отчёты по лабораторным работам.
При выставлении оценки за лабораторную работу учитывается самостоятельное и полное выполнение работы, знание основных положений теории изучаемого явления, знание формул для расчета погрешностей измеряемых физических величин, аргументированный и развёрнутый вывод в лабораторной работе, включающий сравнение теоретических и экспериментальных данных, анализ применимости сделанных приближений.
2. Коллоквиумы.
При выставлении оценки за выполненную работу учитывается полнота и раскрытие темы каждого вопроса, последовательность и корректность изложения определений, формул и законов.
3. Контрольные работы.
При выставлении оценки за контрольную работу учитывается логичность и корректность выбранного метода решения каждой задачи, обоснованное использование формул и законов, математически правильно полученный ответ.

4. Тесты.

Так как тестовые задания предназначены для контроля усвоения основных изучаемых законов, формул, определений, а также выполняются на протяжении 10-15 минут, то, в большинстве случаев, выполнение теста оценивается баллами за каждое выполненное действие. В конце семестра баллы переводятся в итоговую оценку.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Регулярное выполнение многовариантных тестовых заданий, предназначенных для контроля усвоения изученного программного материала.

I. Примерный перечень заданий для письменных тестов

Задания на уровне узнавания

Темы №2, №3 учебно-методической карты дисциплины

1. Определение направления и модуля вектора напряженности в заданной точке поля точечного заряда.
2. Определение величины потенциала заданной точки поля точечного заряда.
3. Изображение электростатического поля линиями вектора напряженности и эквипотенциальными поверхностями.
4. По выражениям для напряженности и потенциала определять однородное или неоднородное поле.
5. Выбирать форму замкнутой поверхности при использовании теоремы Остроградского – Гаусса.
6. Изображать линии напряженности поля и эквипотенциальные поверхности при наличии проводников и диэлектриков.
7. Рассчитывать емкость и характеристики поля плоского конденсатора

Темы №6, №7 учебно-методической карты дисциплины

8. Рассчитывать сопротивление тонких проводников.
9. Применение закона Ома для участка цепи.
10. Применение закона Джоуля-Ленца для участка цепи.

Темы №9, №11 учебно-методической карты дисциплины

11. Изображение поля проводника с током линиями магнитной индукции.
12. Определение направления индукционного тока.
13. Расчет характеристик идеального колебательного контура.
14. Отличия характеристик диа-, пара- и ферромагнетиков.
15. Модель гармонической электромагнитной волны.
16. Классическая модель проводимости проводников.
17. Проводимость электролитов.

Задания на уровне воспроизведения

Темы №2, №3 учебно-методической карты дисциплины

1. Расчет модуля и направления силы, действующей на заряд в точке поля с известным вектором напряженности.
2. Расчет потенциала точки поля системы точечных зарядов.
3. Получение методом суперпозиции выражения для потенциала поля при непрерывном распределении заряда (с линейной, поверхностной или объемной плотностью).
4. Рассчитывать модуль вектора напряженности по теореме Остроградского – Гаусса.
5. Определять направление и величину вектора напряженности поля. Создаваемого заряженными проводниками.
6. Рассчитывать изменения энергии при соединении конденсаторов.

Темы №6, №7 учебно-методической карты дисциплины

7. Рассчитывать сопротивление участков цепи со смешанным соединением сопротивлений.
8. Расчет цепей постоянного тока с источником ЭДС.
9. Метод суперпозиции при изображении магнитного поля.
10. Применение теоремы о циркуляции вектора магнитной индукции в вакууме.

Темы №9, №11 учебно-методической карты дисциплины

11. ЭДС индукции в движущихся проводниках.
12. Цепи переменного тока.
13. Зависимость свойств ферромагнетиков от температуры.
14. Соотношение величин напряженностей электрического и магнитного поля электромагнитной волны.
15. Собственная проводимость полупроводников.
16. Самостоятельный и несамостоятельный разряд в газах.

Задания на уровне применения полученных знаний

Темы №2, №3 учебно-методической карты дисциплины

1. Определение направления и модуля вектора результирующей напряженности в заданной точке поля системы точечных зарядов.
2. Нахождение методом суперпозиции величины и направления вектора напряженности поля при непрерывном распределении заряда (с линейной, поверхностной или объемной плотностью).
3. Находить разность потенциалов используя выражение для вектора напряженности.
4. По заданному распределению зарядов определять характеристики поля в диэлектриках.

5. Рассчитывать емкость и энергию цилиндрических и сферических конденсаторов

Темы №6, №7 учебно-методической карты дисциплины

6. Определять сопротивление однородных и неоднородных объемных проводников.
7. Расчет цепей квазистационарного тока.
8. Использование теоремы Био-Савара-Лапласа для расчета магнитной индукции.
9. Применение теоремы о циркуляции вектора напряженности в магнетиках.
10. Расчет индукционного тока в проводнике, находящемся в переменном магнитном поле.

Темы №9, №11 учебно-методической карты дисциплины

11. Определение токов, напряжений при резонансе напряжений и токов.
12. Гистерезис ферромагнетиков.
13. Поток энергии электромагнитной волны.
14. Примесная проводимость полупроводников.
15. Р-п переход и его свойства
16. Ток в вакууме.
17. Плазменное состояние вещества

II. Письменное изложение во время проведения коллоквиумов пройденного теоретического материала с корректными формулировками законов, выводами формул, примерами использования изложенных законов.

III. Корректное использование методов решения расчетных задач по изученным темам в ходе аудиторных занятий и при выполнении контрольных работ.

Рекомендуемые темы коллоквиумов

1. Электрическое поле в вакууме и веществе
2. Стационарное магнитное поле, нестационарные электрические и магнитные поля

Рекомендуемые темы практических занятий

1. Закон Кулона, напряженность поля точечных зарядов.
2. Метод суперпозиции при расчете напряженности электрического поля.
3. Метод суперпозиции при расчете напряженности электрического поля
4. Теорема Остроградского-Гаусса
5. Теорема о циркуляции, потенциал, разность потенциалов

6. Связь напряженности и разности потенциалов
7. Поле диполя, поле системы зарядов
8. Проводники в электрическом поле. Метод изображений.
9. Поле индуцированных зарядов.
10. Электростатическое поле в диэлектриках.
11. Емкость проводников и конденсаторов
12. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия электрического поля
13. Контрольная работа №1 по пунктам 2-5 учебно-методической карты дисциплины.
14. Законы постоянного тока, расчет сопротивления
15. Э.Д.С. Электрическое поле постоянного тока.
16. Правила Кирхгофа. Квазистационарные токи.
17. Теорема Био-Савара-Лапласа.
18. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции
19. Сила Ампера. Контур с током в магнитном поле.
20. Магнитное поле в веществе.
21. Контрольная работа № 2 по пунктам 6-8 учебно-методической карты дисциплины.
22. Электромагнитная индукция, сила Лоренца.
23. Самоиндукция. Индуктивность. Взаимная индукция.
24. Энергия магнитного поля
25. Электромагнитные колебания
26. Движение частиц в электрическом и магнитном полях.
27. Ток в реальных средах
28. Контрольная работа №3 по пунктам 9-12 учебно- методической карты дисциплины.

Рекомендуемые темы контрольных работ.

1. Электростатическое поле в вакууме и веществе, взаимная емкость, энергия электростатического поля
2. Стационарный ток, стационарное магнитное поле. Энергия магнитного поля.
3. Электромагнитная индукция, индуктивность. Электромагнитные колебания.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

1. При организации выполнения студентами лабораторных работ используется **эвристический подход**, который предполагает:

- осознание студентами практического проявления изучаемых физических явлений и законов;
- демонстрацию физических устройств, позволяющих измерять необходимые характеристики;
- творческую самореализацию обучающихся в ходе самостоятельного выполнения лабораторной работы;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно выполнить необходимые измерения, оценить их погрешности, рассчитать заданные величины.

2. При организации работы студентов на практических занятиях используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения конкретных задач по изучаемой теме;
- приобретение навыков выбора эффективного метода решения для различных задач;
- ориентацию на реализацию групповых обсуждений и организацию совместной деятельности для решения наиболее трудных задач.

3. В ходе образовательного процесса студентам предлагается выполнение дополнительных заданий и, таким образом **используется метод проектного обучения**, который предполагает:

- способ организации самостоятельной учебной деятельности студентов, развивающий актуальные для учебной и профессиональной деятельности навыки планирования, самоорганизации, поиска новой информации;
- приобретение навыков для решения исследовательских и творческих задач.

4. При организации образовательного процесса при обсуждении учебного материала **используются методы и приемы развития критического мышления**, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с новой теоретической и практической информацией, позволяющие наиболее эффективно ее усваивать в процессе обсуждения на лекциях и практических занятиях.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Организация самостоятельной работы обучающихся необходима для:

- систематизации, углубления, расширения и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- формирования навыков у обучающихся по использованию учебной литературы;

- развития ответственного и организованного отношения к учебной деятельности, познавательных способностей, творческого и заинтересованного отношения к освоению новых знаний;
- формирование навыков самостоятельного мышления, самосовершенствования и самореализации.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине «Электричество и магнетизм» проводится на аудиторных занятиях под руководством преподавателя в соответствии с разработанными им заданиями.

Основными видами аудиторной самостоятельной работы являются написание коллоквиумов по изученной теории курса, контрольные работы по решению задач по программным разделам курса, выполнение тестовых заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется в соответствии с учебной программой по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Основными видами внеаудиторной работы является изучение рекомендуемой основной и дополнительной учебной литературы, выполнение домашних заданий по решению задач, указанных преподавателем.

Согласно учебной программе некоторые вопросы курса изучаются студентами самостоятельно по рекомендованной учебной литературе, а для проверки выполнения включаются в задания коллоквиумов или в экзаменационные билеты.

Ответы на вопросы, возникающие у обучающихся при выполнении внеаудиторной самостоятельной работы, обучающиеся могут получить на консультациях, проводимых преподавателями согласно установленному расписанию.

Рекомендуемые темы тестовых заданий

1. Закон Кулона, суперпозиция сил.
2. Напряженность поля, суперпозиция полей.
3. Потенциал поля, суперпозиция потенциалов.
4. Теорема Остроградского-Гаусса
5. Проводники в электростатическом поле
6. Диэлектрики в электростатическом поле
7. Граничные условия в электростатическом поле.
8. Соединение проводников.
9. Замкнутая электрическая цепь.
10. Правила Кирхгофа
11. Магнитное поле проводников с током.
12. Граничные условия в магнитном поле.
13. Электромагнитные колебания в идеальном контуре
14. Последовательная и параллельная цепь переменного тока.

Рекомендуемые темы лабораторных занятий

1. **Рекомендации по контролю** Измерение сопротивлений в цепи постоянного тока.
2. Компенсационный метод измерения ЭДС
3. Исследование гистерезиса ферромагнетиков с помощью осциллографа
4. Изучение резонансов напряжений и токов
5. Измерение мощности и сдвига фаз в цепях переменного тока
6. Проверка закона Ома для цепи переменного тока
7. Измерение сопротивления с помощью электростатического вольтметра
8. Измерение сопротивлений методом прямого отклонения
9. Изучение счетчика электрической энергии
10. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона
11. Изучение гальванометра магнитоэлектрической системы
12. Изучение полупроводниковых выпрямителей
13. Изучение зависимости электрического сопротивления металлов и полупроводников от температуры
14. Явление Холла

качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать контрольные работы, коллоквиумы и тесты по разделам дисциплины. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Текущий контроль в течение семестра проводится по трем видам учебной деятельности студентов:

- усвоение теоретических знаний (коллоквиумы, промежуточные тесты), среднюю оценку T_1 по этим контрольным мероприятиям выставляет лектор (максимальная оценка 10 баллов);
- работа на практических занятиях (контрольные работы, выполнение аудиторных и домашних заданий), среднюю оценку T_2 по этим контрольным);
- выполнение работ физпрактикума, отчеты по выполненным работам, среднюю оценку T_3 по этим контрольным мероприятиям выставля-

ет ведущий лабораторные занятия преподаватель (максимальная оценка 10 баллов).

Оценка по текущему контролю за семестр $T = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$

Оценка по текущей аттестации (оценка по итоговому контролю) **И** выставляется на экзамене на основании оценки по устному ответу **Э** и оценки по текущему контролю **Т** с коэффициентами **k_т** и **k_э**. По решению кафедры **k_т = k_э = 0,5**, поэтому оценка равна

$$И = k_э Э + k_т Т$$

Итоговая оценка **И** рассчитывается с использованием правил математического округления.

Все контрольные мероприятия проводятся по утвержденному графику и должны быть выполнены студентами на оценку ≥ 4 баллов, в противном случае студент обязан выполнить работу снова. В случае невыполнения контрольного мероприятия по уважительной причине, студент может выполнить работу в указанную преподавателем дату.

В случае получения неудовлетворительной оценки по текущему контролю обучающийся не допускается к текущей аттестации. В экзаменационной ведомости делается отметка «не допущен кафедрой».

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Введение. Электромагнитные взаимодействия в природе. Электрический заряд и его свойства.

2. Электростатическое поле в вакууме. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Полевая трактовка закона Кулона. Принцип суперпозиции.

Линии вектора напряженности, поток вектора напряженности.

Теорема Гаусса. Дифференциальная формулировка теоремы Гаусса.

Работа сил электростатического поля. Потенциальный характер электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Разность потенциалов, потенциал. Потенциал поля точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывного распределения зарядов. Принцип суперпозиции для потенциала.

Эквипотенциальные поверхности. Связь напряженности и потенциала.

Основная задача электростатики. Поле электрического диполя.

3. Электростатическое поле при наличии проводников. Поле заряженного проводника произвольной формы. Распределение зарядов по поверхности проводника. «Стекание» заряда с проводника. Проводники в электростатическом поле. Электростатическая защита. Заземление. Генератор Ван-де-Граафа.

Понятие о методе изображений.

Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.

4. Электростатическое поле при наличии диэлектриков. Классификация диэлектриков, диполь как модель при описании диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Количественная характеристика поляризации - поляризованность (вектор поляризации). Вектор поляризации и связанные заряды. Описание электростатического поля в диэлектриках, вектор электрического смещения. Теорема Гаусса для диэлектриков. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость.

Граничные условия, преломление линий векторов напряженности и смещения на границе раздела диэлектриков. Основные сведения о сегнетоэлектриках. Пьезоэлектрики и их практическое использование. Пьезоэлектрики.

5. Энергия электростатического поля. Энергия взаимодействия дискретных зарядов. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов. Собственная энергия.

Энергия заряженного проводника, конденсатора.

Объемная плотность энергии электрического поля. Энергия взаимодействия заряженных тел.

Энергия диполя в электрическом поле.

6. Электрический ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца. Условия существования постоянного

электрического тока. Электродвижущая сила (ЭДС). Падение напряжения. Электрическое поле внутри проводника с током и вблизи его поверхности. Линейные цепи. Правила Кирхгофа. Методы расчета цепей постоянного тока.

Квазистационарные токи. Условия квазистационарности.

7. Стационарное магнитное поле в вакууме. Закон взаимодействия элементов тока (закон Лапласа – Био – Савара – Ампера). Полевая трактовка закона взаимодействия элементов тока, вектор магнитной индукции. Сила Ампера. Сила Лоренца.

Теорема Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля.

Магнитный поток. Теорема о полном потоке. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент.

8. Магнитное поле в веществе. Классическая теория намагничивания, вектор намагничивания. Объемные и поверхностные токи намагничивания, связь с вектором намагничивания. Описание магнитного поля в магнетиках, напряженность магнитного поля.

Классификация магнетиков, магнитная восприимчивость и проницаемость. Источники линий напряженности. Граничные условия для векторов индукции и напряженности.

Измерение магнитной проницаемости, индукции, напряженности. Магнитная экранировка.

9. Электромагнитная индукция. Явление электромагнитной индукции.

Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Природа сторонних сил при явлении электромагнитной индукции, дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции.

Явление самоиндукции, индуктивность. Понятие о скин-эффекте. Взаимная индукция контуров с током, взаимная индуктивность. Принцип действия трансформатора.

Энергия магнитного поля контуров с током. Энергия магнитного поля соленоида с током. Объемная плотность энергии магнитного поля. Энергия магнитного поля.

10. Электромагнитные колебания. Колебательный контур, собственные незатухающие электромагнитные колебания. Период собственных колебаний. Превращение энергии в колебательном контуре.

Электромагнитные колебания в контуре с активным сопротивлением.

Вынужденные электромагнитные колебания. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление в цепи переменного тока. Последовательная цепь переменного тока с различной нагрузкой, импеданс. Энергия и мощность в цепи переменного тока.

Разветвленная цепь переменного тока, метод проводимостей. Резонанс напряжений. Резонанс токов.

Трехфазный ток и его применение в технике и передаче электроэнергии на расстояние.

11. Магнетики. Магнитомеханические явления. Экспериментальное подтверждение существования магнитных моментов атомов (опыт Штерна и Герлаха). Диамагнетизм, ларморова прецессия.

Парамагнетики, закон Кюри.

Особенности намагничивания ферромагнетиков. Гистерезис. Домены.

Механизмы перемагничивания. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры.

Понятие о антиферромагнетизме, ферримагнетизме.

12. Уравнения Максвелла и основные свойства электромагнитных волн. Обобщения Максвелла: вихревое электрическое поле и токи смещения. Полная система уравнений Максвелла. Теория Максвелла и границы ее применимости.

Электромагнитные волны и их свойства. Закон сохранения энергии электромагнитного поля, поток энергии. Излучение электромагнитных волн.

Экспериментальное подтверждение теории Максвелла: опыты Герца и Лебедева.

13. Электрический ток в реальных средах. Природа носителей заряда в металлах. Эффект Холла. Температурная зависимость электропроводности металлов. Сверхпроводимость. Классическая теория проводимости (Друде-Лоренца) и ее затруднения.

Понятие о зонной теории проводимости. Энергетические зоны металлов, полупроводников, изоляторов. Собственная проводимость полупроводников. Примесная (электронная и дырочная) проводимость.

Работа выхода электрона с поверхности металла. Контактные явления в металлах. Контактная разность потенциалов.

Контакт полупроводников с различным типом проводимости. Р-п переход и его свойства. Полупроводниковые диод и транзистор. Понятие о микроэлектронике.

Термоэлектродвижущая сила, эффект Пельтье и эффект Томсона.

Механизм электропроводности электролитов. Зависимость электропроводности электролитов от температуры.

Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона. Закон трех вторых. Электровакуумные приборы.

Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный разряды. Основные типы газового разряда.

Плазменное состояние вещества. Виды плазмы. Условия получения и существования плазмы.

Протокол согласования учебной программы УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине.	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Уравнения математической физики	Кафедра высшей математики и математической физики	Нет	Вносить изменения не требуется. Протокол № 8 от 4 апреля 2019 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на 2019/2020 учебный год**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общей физики
(протокол № от 20 г.)

Заведующий кафедрой

Общей физики

Кандидат ф.-м.н., доцент _____ А.И.Слободянюк

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического

факультета БГУ

к.ф.-м.н., доцент _____ М.С.Тиванов