



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ООП
«Электроника и наноэлектроника»


Крайнова Г. С.

« 15 » сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой физики
низкоразмерных структур


Саранин А. А.

« 15 » сентября 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Электричество и магнетизм»

Направление - 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции 54 (час.)

практические занятия 54 час.

лабораторные работы 54 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 18 /лаб. 18 час.

в том числе в электронной форме лек. 0 /пр. 0 /лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 162 час.

в том числе с использованием МАО 36 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрена

контрольные работы 3 семестр

зачет 3 семестр

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 12-13-235 .

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 15 » сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой Саранин А.А.

Составитель: д.ф.-м.н., профессор В.В. Зауткин

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 200 г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 200 г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in 11.03.04 Electronics and nanoelectronics

Course title: Electricity and Magnetism

Basic (variable) part of Block 1, 6 credits

Instructor: V.V. Zautkin, Doctor of Physics and Mathematics, Professor

At the beginning of the course a student should be able to *based on the initial* knowledge obtained in the course of studying such disciplines as "Mathematics" in the volume of one previous semester of training (derivative, differential of a function of one and many variables, integral, differential equations).

Learning outcomes:

GPC-2 - the ability to discover the scientific essence of the problems arising in the course of professional activities, to involve in their solution the corresponding physical-mathematical apparatus.

Course description:

The program of the course is aimed at the formation of scientific thinking among undergraduates, from a position capable of current knowledge to understand, interpret and evaluate the situation in the analysis of the problem and decide on the use of physical and chemical methods for the solution of specific problems. One of the innovations of this program is the emphasis on the need for a significant activation of self-study undergraduates in understanding and analysis methods, taking into account the study subjects performed undergraduates.

Main course literature:

1. Ivliev A.D. Physics - St. Petersburg: Lan, 2008. 72 p.
<http://e.lanbook.com/view/book/>
2. Valishev M.G., Povzner A.A. General Physics Course: Study Guide. 2nd edition., Erased. - SPb .: Lan publishing house, 2010. - 576 p.
<http://e.lanbook.com/books/38/>

3. Ivliev A.D. Physics: Study Guide. 2nd ed., Corr. - SPb .: Lan publishing house, 2009. - 672 p. <http://e.lanbook.com/books/163/>
4. Physics course: Textbook for universities: In 2 volumes. v. 2. 6th ed., Rev. and add. / Ed. V.N. Lozovsky. - SPb: Lan publishing house, 2009. - 608 p. <http://e.lanbook.com/books/239/>
5. Physics course: Textbook for universities: In 2 volumes. v. 1. 6th ed., Rev. and add. / Ed. V.N. Lozovsky. - SPb: Lan publishing house, 2009. - 608 p. <http://e.lanbook.com/books/236/>

Form of final control: *pass, exam.*

АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина «Электричество и магнетизм» разработана для студентов 2 курса направления подготовки бакалавров 11.03.04, Электроника и наноэлектроника в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (54 часа), лабораторные работы (54 часа), практические занятия (54 часа), самостоятельная работа студента (54 часа, в том числе 27 часов на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 1-м семестре.

Дисциплина «Электричество и магнетизм» логически и содержательно связана с другими изучаемыми дисциплинами: «Механика и молекулярная физика», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Теоретические основы электротехники», «Материалы электронной техники», «Наноэлектроника», «Специальные разделы электродинамики для фотоники».

Целями освоения учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» являются формирование у студентов ясных представлений об основных понятиях и законах физики, стиля физического мышления, современной научной картины мира. Курс «Электричество и магнетизм» должен прививать студентам высокую культуру моделирования всевозможных явлений и процессов (теоретические основы электротехники, электрические машины, электропривод, электрические измерения), знакомить с научными методами, а также подготовить общетеоретическую базу для прикладных и профилирующих дисциплин.

Задачами освоения являются:

- создание основ теоретической подготовки в области «Электричества и магнетизма», позволяющей ориентироваться в потоке научной и технической информации;

- изучение основных физических явлений, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классического электричества и магнетизма, а также методами физического исследования;

- формирование научного мышления;

- выработка начальных навыков проведения экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и оценки погрешности измерений;

- формирование профессионального отношения к проведению научно-исследовательских и прикладных работ, развитие творческой инициативы и самостоятельности мышления.

- овладение приёмами и методами решения конкретных задач из электричества и магнетизма;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2, способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знает	основные законы, теории, модели, гипотезы физики, аппарат математического анализа, теории вероятностей, математической статистики
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - проводить физический эксперимент с привлечением методов математической статистики и информационных технологий, излагать кратко и лаконично материал в форме отчетов, анализировать, делать выводы; - применять принципы, законы, теории, модели, гипотезы для анализа конкретных процессов и явлений
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с экспериментальным оборудованием, методиками экспериментальных исследований, навыками работы с научной и методической литературой; - основными методами теоретического и экспериментального исследования, методами поиска и обработки информации;

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Электричество и магнетизм» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: «лекция-беседа», «дискуссия».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Электричество и магнетизм (54 часов)

Модуль 1

Тема 1. Электростатическое поле и его основные характеристики (6 ч)

Роль электромагнитных взаимодействий в природе. Электризация тел. Понятие о заряде и его свойства. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность поля. Вектор напряженности поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Поле электрического диполя. Графическое представление электрических полей. Теорема Остроградского – Гаусса. Работа сил поля при перемещении зарядов. Потенциал электрического поля. Эквипотенциальные поверхности. Потенциал поля точечного заряда, диполя, системы зарядов. Связь потенциала и напряженности поля.

Тема 2 Проводники в электрическом поле (2 ч)

Явление электрической индукции. Эквипотенциальные поверхности. Емкость уединенного проводника. Емкость заряженного шара. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии ЭСП.

Тема 3.Диэлектрики в электрическом поле (4 ч)

Полярные и неполярные молекулы. Поляризация диэлектриков. Свободные и связанные заряды. Диэлектрическая проницаемость. Поляризованность и ее связь с поверхностной плотностью поляризационных зарядов. Электрическое поле в диэлектриках. Теорема Остроградского – Гаусса для поля в диэлектриках. Вектор электрического смещения. Электрическая восприимчивость и её связь с диэлектрической проницаемостью. Электрическое поле на границе раздела двух диэлектриков.

Тема 4.Энергия электрического поля (2 ч)

Энергия системы неподвижных точечных зарядов. Энергия заряженных проводников. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электрического поля.

Модуль 2

Тема 5. Законы постоянного тока (4 ч)

Движение электрических зарядов. Постоянный электрический ток, основные характеристики тока. Сила тока и плотность тока O_m для однородного участка цепи. Сопротивление проводника. Дифференциальная форма закона Ома. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС). Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля - Ленца. Дифференциальная форма закона Джоуля - Ленца. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.

Тема 6. Силовое действие магнитного поля (8 ч)

Электропроводность твердых тел. Классификация твердых тел (проводники, диэлектрики и полупроводники). Природа тока в металлах. Исследования Мандельштама и Папалекси, Стюарта и Толмена. Классическая электронная теория электропроводимости металлов. Объяснение законов Ома, Джоуля-Ленца. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Классическая теория поля в магнетиках: вектор намагничивания, магнитная восприимчивость, молекулярные и поверхностные токи. Магнитное поле при наличии магнетиков. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции в магнетиках. Ферромагнетики. Постоянные магниты. Понятие о собственной и примесной проводимости полупроводников, зависимость её от температуры. Сила Лоренца. Эффект Холла.

Магнитное поле в веществе. Магнитный момент атома. Прецессия Лармора. Природа диа- и парамагнетизма. Опыты Эйнштейна- де Хааза, Барнетта

Тема 7. Контактные явления в металлах и полупроводниках (2 ч)

Работа выхода электронов из металла. Контактная разность потенциалов. Законы Вольта. Термоэлектрические явления.

Тема 8. Электропроводность электролитов (2 ч)

Электролиты. Электролитическая диссоциация. Подвижность ионов. Закон Ома для электролитов. Электролиз. Законы Фарадея.

Тема 9. Явление электромагнитной индукции (8 ч)

Магнитное поле электрического тока. Индукция магнитного поля. Линии магнитной индукции. Магнитный поток. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого, кругового и соленоидального токов. Циркуляция вектора магнитной индукции. Закон полного тока. Сила Ампера. Сила взаимодействия параллельных токов. Контур стоком в магнитном поле. Магнитный момент тока. Действие электрического и магнитного полей на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Эффект Холла и его применение. Квазистационарные токи. Получение переменного тока. Цепи переменного тока, содержащие сопротивление, индуктивность, емкость. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи переменного тока.

Тема 10. Явление электромагнитной индукция (4 ч)

Опыты Фарадея. Электродвижущая сила индукции.

Закон электромагнитной индукции. Направление индукционного тока. Правило Ленца. Самоиндукция и взаимоиנדукция. Индуктивность соленоида.

Работа силы Ампера. Энергия магнитного поля тока. Энергия и плотность энергии магнитного поля. Вектор Умова–Пойтинга.

Тема 11. Магнитные поле в веществе (2ч).

Магнитное поле в магнетиках. Связь индукции и напряженности магнитного поля в магнетиках. Магнитная проницаемость и восприимчивость. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Гистерезис. Точка Кюри.

Модуль 3

Тема 12. Квазистационарные токи (4 ч)

Электрические колебания. Получение переменной ЭДС. Действующее и среднее значения переменного тока. Методы векторных диаграмм. Активное сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс в последовательной и параллельной цепи. Мощность переменного тока. Электромагнитный колебательный контур. Незатухающие колебания. Формула Томсона. Затухающие колебания. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс. Добротность и полоса пропускания контура.

Тема 13. Основные положения теории Максвелла (6 ч)

Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.

Тема 14. Электромагнитные волны (2 ч)

Плоские электромагнитные волны в вакууме, скорость их распространения. Излучение электромагнитных волн. опыты Герца. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Поток энергии. Вектор Умова–Пойтинга. Изобретение радиосвязи. Принцип радиосвязи. Шкала электромагнитных волн.

Волновое уравнение. Скорость волны.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия

Тема 1. Электростатическое поле в вакууме (10 час.)

- 1.1 Напряженность поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей
- 1.2 Расчет напряженности электростатического поля, создаваемого зарядом, равномерно распределенным по нити (стержню)
- 1.3 Расчет напряженности электростатического поля, создаваемого зарядом, равномерно распределенным по кольцу и сфере
- 1.4 Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского-Гаусса. Применение теоремы Остроградского-Гаусса к расчету электростатических полей
- 1.5 Потенциал электрического поля. Связь напряженности и потенциала

Тема 2. Диэлектрики в электростатическом поле (10 час.)

- 2.1 Энергия электростатического поля Поляризация диэлектриков.
- 2.3 Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в среде.
- 2.3 Условия для электростатического поля на границе раздела изотропных диэлектрических сред
- 2.4 Движение заряженных частиц в электрическом поле

Тема 3. Проводники в электростатическом поле. Электроемкость (10 час.)

- 3.1 Конденсаторы
- 3.2 Закон Ома для однородного участка цепи
- 3.3 Законы Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи
- 3.4 Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа
- 3.5 Характеристики тока. Последовательное и параллельное соединение резисторов

Тема 4. Постоянный электрический ток (10 час.)

- 4.1 Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
- 4.2 Переходные процессы в цепи с конденсатором. Электропроводность металлов

Тема 5. Магнитное поле постоянного тока в вакууме (14 час.)

- 5.1 Нахождение магнитного поля заданной конфигурации токов, используя закон Био-Савара-Лапласа и принцип суперпозиции
- 5.2 Расчет магнитного потока. Расчет индукции магнитного поля с помощью теоремы о циркуляции
- 5.3 Действие магнитного поля на проводники с током и движущиеся заряды. Магнитное поле внутри магнетика

5.4 Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля. Электромагнитные колебания

Лабораторный практикум (54 час.)

Электричество и магнетизм

Вводное занятие. Техника безопасности, правила поведения в лаборатории.

Погрешности электрических приборов (2 часа)

Лабораторная работа № 3.01 Электростатическое поле (2 часа)

Лабораторная работа № 3.2 Изучение законов постоянного тока (4 часа)

Лабораторная работа 3.2к Измерение сопротивления, индуктивности и емкости с использованием моста переменного тока (4 часа)

Лабораторная работа № 3.2с Изучение вольтамперной характеристики проводников методом наименьших квадратов (2 часа)

Лабораторная работа № 3.8 Исследование зависимости полной и полезной мощности от внешнего сопротивления (2 часа)

Лабораторная работа № 3.6 Изучение температурной зависимости проводников и полупроводников (2 часа)

Лабораторная работа № 3.13 Измерение сопротивлений методом моста Уинстона (4 часа)

Лабораторная работа № 3.14 Изучение процессов заряда и разряда конденсатора (4 часа)

Лабораторная работа № 3.12 Магнитное поле прямого проводника с током (2 часа)

Лабораторная работа № 3.11 Эффект Холла (4 часа)

Лабораторная работа 3.11к Магнитное поле катушек Гельмгольца (4 часа)

Лабораторная работа № 3.25 Магнитное поле соленоида (2 часа)

Лабораторная работа № 3.0 Изучение электронного осциллографа (4 часа)

Лабораторная работа 3.17 Изучение электромагнитных колебаний в индуктивно связанных колебательных контурах (4 часа)

Лабораторная работа 3.20 Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетиков с помощью осциллографа (4 часа)

Коллоквиум – 2 в семестре (4 часа)

III. УЧЕБНО_МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

- Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электричество и магнетизм» представлено в Приложении 1 и включает в себя:
- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.
- семестровые экзамены или зачеты

Трудоемкость самостоятельной работы студентов (36 часов)

	Вид самостоятельной работы	Семестр
I.	Подготовка к теоретическим опросам, к/р, и тестам	20 часов
II.	Подготовка к итоговой контрольной работе или тестированию	7 часов
III.	Подготовка к экзамену	27 часов
	Трудоемкость: часы	54 часа

Самостоятельная работа студента представлена следующими видами:

Подготовка к тестированию

Тестирование по темам двух модулей (№1,2) раздела «Электричество и магнетизм».

Подготовка к лабораторным работам

В третьем семестре студент выполняет лабораторную работу по электричеству и магнетизму и защищает отчет, подготавливается к собеседованию с преподавателем.

Подготовку к практическим занятиям

В третьем семестре студенты при подготовке к лабораторным занятиям по разделу «Электричество и магнетизм» должны ответить письменно на вопросы.

Решение домашних контрольных задач

Решение задач дома по желанию

В третьем семестре: по теме «Электростатика», по теме «Постоянный ток», по теме «Магнитостатика».

Подготовка к итоговой контрольной работе

В конце третьего семестра – итоговый тест № 3.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине «Электричество и магнетизм» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

I. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

ДОПУСК К ЭКЗАМЕНУ ВОЗМОЖЕН ТОЛЬКО ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВСЕХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, ПРЕДУСМОТРЕННЫХ РПУДОМ.

Прием экзамена или зачет могут осуществляться в формах:

- тестирования;
- устной сдачи материала;
- по результатам рейтинга.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства -	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
	Раздел 3 «Электричество и магнетизм»	ОПК-2	Знает:	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 1-16
			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 1-16
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 1-16
		ОПК-2	Знает:	Устный опрос (УО-1)	Экзамен Вопросы 17-35

			Умеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2) Тест (ПР-1)	Экзамен Вопросы 17-35
			Владеет	Устный опрос (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)	Экзамен Вопросы 17-35

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ивлиев А.Д. Физика – СПб: Лань, 2009. 72с
<http://e.lanbook.com/view/book/>
2. Валишев М.Г., Повзнер А.А. Курс общей физики : Учебное пособие. 2-е изда., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 576с.
<http://e.lanbook.com/books/38/>
3. Ивлиев А.Д. Физика : Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 672с. <http://e.lanbook.com/books/163/>
4. Курс физики: Учебник для вузов: В 2 т. Т. 2. 6-е изд., испр. и доп. / Под ред. В.Н. Лозовского. – СПб: Издательство «Лань», 2009. – 608с.
<http://e.lanbook.com/books/239/>
5. Курс физики: Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1. 6-е изд., испр. и доп. / Под ред. В.Н. Лозовского. – СПб: Издательство «Лань», 2009. – 608с.
<http://e.lanbook.com/books/236/>

Дополнительная литература

1. Алешкевич В.А. Оптика. М.: Физматлит, 2011.-320 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/2098/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Студенты могут получить доступ к электронным образовательным ресурсам через сайт ДВФУ (доступ с сайта Научной библиотеки ДВФУ) URL:
http://www.dvfu.ru/web/library/rus_res

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам URL:
<http://window.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Издательства "Лань" URL:
<http://e.lanbook.com>
3. Studentlibrary [Электронная библиотека учебной PDF-литературы и учебников для вузов. (бесплатные полнотекстовые учебники)] URL:
<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4>
4. Виртуальные лабораторные работы http://barsic.spbu.ru/www/lab_dhtml/,
http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=110

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного используется следующее программное обеспечение: MicrosoftOffice (Excel, PowerPoint, Word и т. д), OpenOffice, Skype, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

ЭУК дисциплины размещён в интегрированной платформе электронного обучения Blackboard ДВФУ

VII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Электричество и магнетизм» структурирована по принципу «От частного к общему». Такой подход в учебном процессе позволяет последовательно систематизировать знания студента, что способствует

лучшему усвоению дисциплины. Изучение дисциплины предполагает поступательный подход по принципу усложнения от знакомства с теорией и рассмотрения практических примеров, до самостоятельного изучения дисциплины.

В процессе изучения материала учебного курса предполагаются разнообразные формы работ: лекции, практические занятия, лабораторный практикум, самостоятельная работа.

Лекции проводятся в виде презентации. В них освещаются вопросы, соответствующие тематике лекций (раздел I). Наиболее важные вопросы и теоремы разбираются устно с участием студентов. Цель лекционного курса – дать знания студентам в области физики, заложить научные и методологические основы для самостоятельной работы студентов, пробудить в них интерес к будущей профессии.

При изучении дисциплины осуществляются текущий, промежуточный и итоговый контроль по дисциплине.

Текущий контроль (ТК) основан на устном опросе раз в неделю. Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра.

Промежуточный контроль (ПК) – осуществляется в форме рубежных контрольных работ (РКР). И тестирования по разделам. Цель ПК: побудить студентов отчитаться за усвоение раздела дисциплины накопительным образом, т.е. сначала за первый, затем за второй разделы курса. Успешное написание РКР позволяет студенту рассчитывать на выставление досрочной экзаменационной оценки. За цикл обучения предусмотрено 6 РКР и 6 сеансов тестирования.

Итоговый контроль по дисциплине (ИКД) - это проверка уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр. Формы контроля: зачет. Проводится традиционным способом. Цель итогового контроля: проверка

базовых знаний дисциплины, полученных при ее изучении, достаточных для последующего обучения и будущей профессиональной деятельности.

Рекомендации по работе с литературой: прослушанный материал лекции студент должен проработать. Для этого в процессе освоения теоретического материала дисциплины студенту необходимо вести конспект лекций и добавлять к лекционному материалу информацию, полученную из рекомендуемой литературы или интернет источников.

Конспект лекций рекомендуется начинать с плана излагаемого материала, чтобы для себя структурировать соответствующую тему лекции. Конспект не должен быть дословным. Желательно записывать лекционный материал кратко, только самое существенное. Рекомендовано использовать поля для заметок или вопросов, которые студент не понял во время лекции, для того, чтобы их уточнить у преподавателя, но предварительно попытавшись найти ответ самостоятельно.

К лекциям необходимо готовиться. Для этого студент должен просмотреть материал будущей лекции заранее, отметить для себя наиболее сложные или непонятные материалы лекции, с тем, чтобы задать во время лекции соответствующие вопросы преподавателю. Такой подход позволит легче и более детально усвоить данную дисциплину.

Практические занятия нацелены на закрепление лекционного материала. К ним студент должен готовиться заранее самостоятельно, изучив план занятия, соответствующую тему лекции, рекомендованную преподавателем литературу и вопросы для подготовки. Проведение практического занятия в аудитории начинается с устного опроса, такой подход дает возможность преподавателю оценить готовность студента к выполнению поставленных задач в соответствующей практической работе, а самому студенту подойти

ответственно к подготовке к занятию, что способствует лучшему усвоению изучаемого материала.

Лабораторный практикум проводится в лабораториях кафедры физики. Для подготовки к занятию студенту необходимо изучить методические указания по данной работе. При выполнении лабораторной работы студенты приобретают навыки проведения физического эксперимента и обработки экспериментальных данных. Во время лабораторного практикума студенты знакомятся с устройством и принципами действия физических приборов и их элементов.

Внеаудиторная самостоятельная работа нацелена на углубление и закрепление знаний студентов по данной дисциплине. Самостоятельная работа опирается на лекционный материал, материал практических занятий и лабораторных работ, кроме того дополнительно студент должен изучать соответствующую литературу по дисциплине «Физика», рекомендованную преподавателем. Вид самостоятельной работы: подготовка к лекциям, к практическим занятиям и к лабораторным работам.

Рекомендации по подготовке к экзамену: по данной дисциплине предусмотрен экзамен.

На зачётной неделе и в период сессии необходимо иметь полный конспект лекций и проработанные практические занятия. Перечень вопросов к экзамену помещены в фонде оценочных средств (приложение 2). Готовиться к сдаче экзамена лучше систематически: прослушивая очередную лекцию, проработав очередное практическое занятие, выполнив и защитив лабораторные работы.

VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для осуществления образовательного процесса данной дисциплины лекции проводятся в мультимедийных аудиториях в виде презентации, практические занятия проводятся в аудиториях, лабораторный практикум проводится в специализированных лабораториях кафедры физики. В мультимедийных аудиториях установлено следующее оборудование: проектор, ноутбук, экран, телевизор, документ-камера.

Неотъемлемой частью дисциплины **«Электричество и магнетизм»** является лабораторный практикум. Лабораторный практикум начинается с вводного занятия, на котором преподаватель проводит подробный инструктаж по правилам техники безопасности при работе в данной лаборатории. К выполнению лабораторных работ допускаются только те студенты, которые усвоили требования по технике безопасности. Выполнение лабораторных работ состоит из следующих этапов:

1. Изучение теоретического материала и методики выполнения лабораторной работы по методическому пособию и рекомендуемой литературе к данной работе
2. Изучение экспериментальной установки, режимов ее работы
3. Получения у преподавателя допуска к выполнению лабораторной работы
4. Выполнение эксперимента
5. Обработки экспериментальных данных. Расчет погрешностей
6. Оформление письменного отчета и сдача его на проверку преподавателю
7. Ответы на контрольные вопросы по данной лабораторной работе

Лабораторные работы выполняются на современном оборудовании в специализированных лабораториях: L533 Электричество и магнетизм

Многие лабораторные работы компьютеризированы, помимо этого, в каждой лаборатории кафедры имеются компьютеры с выходом в Интернет.

Мультимедийная лекционная аудитория (мультимедийный проектор, настенный экран, ноутбук).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
по дисциплине «Электричество и магнетизм»
Направление - 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
Форма подготовки очная**

**Владивосток
2017**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 – 18 недели	Подготовка к занятиям	2 часа/неделю	Устный опрос
2	5 – 7 недели	Подготовка к тестированию № 1 и РКР № 1	3 часа	Тесты, РКР
3	8 - 12 недели	Подготовка к тестированию № 2 и РКР № 2	3 часа	Тесты, РКР
4	13 - 18 недели	Подготовка к тестированию № 3 и РКР № 3	3 часа	Тесты, РКР

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

- стимулирование ритмичной учебной, познавательной и творческой деятельности в течение всего семестра;
- совершенствование навыков поиска необходимой научной и учебно-методической литературы;
- совершенствование умений решать физические задачи различного уровня сложности;
- развитие аналитического мышления и коммуникативных способностей.

При подготовке к практическим занятиям студенты изучают научную, учебную и методическую литературу по соответствующей теме (см. темы занятий практической части курса).

При подготовке к тестированию и РКР студенты руководствуются требованиями к их подготовке, представленными в медиапрезентации «Краткий курс лекций по дисциплине «Физика»». Примерные варианты

РКР и тестовых заданий, а также критерии их оценивания представлены в приложении 2 «Фонд оценочных средств».

1. Работа с теоретическим материалом.

Цель: получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

Задачи:

- приобретение навыков самостоятельной работы с лекционным материалом;
- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;
- умение анализировать практические задачи, ставить и решать аналогичные задачи.

Работа с теоретическим материалом должна осуществляться на основе лекционного курса дисциплины. Для этого студент должен вести конспект лекций и уметь работать с ним.

Работа с литературой предполагает самостоятельную работу с учебниками, книгами, учебными пособиями, учебно-методическими пособиями по выполнению курсовой работы и выпускной квалификационной работы, с нормативно-правовыми источниками. Перечень литературы: основной, дополнительной, нормативной и интернет-ресурсов приведен в разделе V «Учебно-методическое обеспечение дисциплины» настоящей рабочей программы.

Умение самостоятельно работать с литературой является одним из важнейших условий освоения дисциплины. Поиск, изучение и проработка литературных источников формирует у студентов научный способ познания, вырабатывает навыки умения учиться, позволяет в дальнейшем в практической работе после окончания университета продолжать повышать самостоятельно

свою квалификацию и приобретать нужные компетенции для дальнейшего роста в профессии.

Самостоятельная работа с литературными источниками требует от студента усидчивости, терпения и сосредоточенности. Чтобы лучше понять существо вопроса, желательно законспектировать изучаемый материал, сделать нужные пометки, отметить вопросы для консультации с преподавателем.

2. Подготовка к контрольным работам.

Цель: получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

Задачи:

- приобретение навыков самостоятельной работы решения задач;
- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;
- умение анализировать практические задачи, ставить и решать аналогичные задачи.

Контрольные работы позволяют закрепить теоретический материал курса. В процессе изучения физики студент должен выполнить в каждом семестре три контрольные работы. Решение задач контрольных работ является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса, а оценка преподавателя на работу помогают ему доработать и правильно освоить различные разделы курса физики. Перед выполнением контрольной работы необходимо внимательно ознакомиться с примерами решения задач по данной контрольной работе, уравнениями и формулами, а также со справочными материалами.

Методические указания к выполнению контрольной работы.

Контрольную работу следует выполнять аккуратно. Для пояснения решения задачи там, где это нужно, аккуратно сделать чертеж; решение задачи и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями; в пояснениях к задаче необходимо указывать те основные законы и формулы, на которых

базируется решение данной задачи; при получении расчетной формулы для решения конкретной задачи приводить ее вывод; задачу рекомендуется решить сначала в общем виде, т. е. только в буквенных обозначениях, поясняя применяемые при написании формул буквенные обозначения; вычисления следует проводить с помощью подстановки заданных числовых величин в расчетную формулу. Все необходимые числовые значения величин должны быть выражены в системе СИ (см. справочные материалы). По окончании решения проверить единицы полученных величин по расчетной формуле и тем самым подтвердить ее правильность; константы физических величин и другие справочные данные выбирать из таблиц.

Выполнение лабораторных работ.

Цель: получить хорошие знания по дисциплине и научиться работать самостоятельно.

Задачи:

- приобретение навыков самостоятельной работы при выполнении лабораторного практикума знакомство с устройством и принципами действия физических приборов и их элементов;
- приобретение навыков самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой, пользоваться интернет – ресурсами;
- умение анализировать результаты физического эксперимента, ставить и решать аналогичные задачи.

При прохождении лабораторного практикума каждый студент выполняет несколько лабораторных работ. Перед выполнением лабораторной работы студент должен ознакомиться с методическими указаниями к данной работе, подготовиться к устному опросу по теоретическому материалу, который там приведен, разобраться с методикой проведения физического эксперимента и обработки экспериментальных данных; ответить на контрольные вопросы, составить отчет.

Критерии оценки самостоятельной работы – лабораторной работы

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии Выполнение	Содержание критериев			
	Работа не выполнена	Работа выполнена не полностью. Выводы не сделаны	Работа выполнена в соответствии с заданием. Не все выводы сделаны и обоснованы	Работа выполнена в соответствии с требованиями, аккуратно, все расчёты правильные. Выводы обоснованы.
представление	Работа не представлена	Представленные расчёты и отчет не последовательны и не систематизированы	Представленные расчёты выполнены последовательно, систематизированы Отчет выполнен с небольшими недочётами	Работа представлена в виде отчета со всеми пояснениями. Все расчёты выполнены с помощью компьютерных программ
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Теоретический материал не усвоен Только ответы на элементарные вопросы	Теоретический материал подготовлен Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, хорошо ориентируется в теоретическом материале приведением примеров и пояснений. Использована дополнительная литература

Рекомендации по написанию и оформлению реферата

Реферат является одной из форм самостоятельного исследования научной проблемы на основе изучения литературы, личных наблюдений и практического опыта. Написание реферата помогает выработке навыка самостоятельного научного поиска и способствует к приобщению студентов к научной работе.

Требования к написанию и оформлению реферата:

- реферат печатается на стандартном листе формата А4, левое поле 30 мм, правое поле 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, шрифт Times New Roman, размер

шрифта 14, межстрочный интервал – 1,5. Объем реферата должен быть не менее 15 страниц, включая список литературы, таблицы и графики;

- работа должна включать: введение, где обосновывается актуальность проблемы, цель и основные задачи исследования; основную часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключения, в котором обобщаются выводы; списка использованной литературы;

- каждый новый раздел начинается с новой страницы, страницы реферата с рисунками должны иметь сквозную нумерацию. Первой страницей является титульный лист, номер страницы не проставляется. Номер листа проставляется в центре нижней части листа. Название раздела выделяется жирным шрифтом, точка в конце названия не ставится, название не подчеркивается. Фразы, начинающиеся с новой строки, печатаются с отступом от начала строки 1,25 см;

- в работе можно использовать только общепринятые сокращения и условные обозначения;

- при оформлении ссылок следует соблюдать следующие правила: цитаты приводятся с сохранением авторского написания и заключаются в кавычки, каждая цитата должна сопровождаться ссылкой на источник; при цитировании текста в квадратных скобках указывается ссылка на литературный источник по списку использованной литературы и номер страницы, на которой помещен в этом источнике цитируемый текст, например [6, с. 117-118].

- список литературы должен включать не менее 10 источников.

Трудоемкость работы над рефератом включается в часы самостоятельной работы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Электричество и магнетизм»
Направление - 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Форма подготовки очная

Владивосток

2017

Паспорт

фонда оценочных средств по дисциплине Электричество и магнетизм

Код компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2, способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико- математический аппарат	Знает	основные законы, теории, модели, гипотезы физики, аппарат математического анализа, теории вероятностей, математической статистики
	Умеет	проводить физический эксперимент с привлечением методов математической статистики и информационных технологий, излагать кратко и лаконично материал в форме отчетов, анализировать, делать выводы; применять принципы, законы, теории, модели, гипотезы для анализа конкретных процессов и явлений
	Владеет	навыками работы с экспериментальным оборудованием, методиками экспериментальных исследований, навыками работы с научной и методической литературой; основными методами теоретического и экспериментального исследования, методами поиска и обработки информации

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-2, способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности,	знает (пороговый уровень)	основные законы, теории, модели, гипотезы физики, аппарат математического анализа, теории вероятностей, математической статистики	знание физических законов; основных методов и приемов проведения физического эксперимента и способов обработки	Способность сформулировать основные физические законы; способность провести физический эксперимент и осуществить обработку экспериментальных данных; способность сформулировать основные взаимосвязи физики с

привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат			экспериментальны х данных; знание основ взаимосвязи физики с техникой, производством и другими науками наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки	техникой, производством и другими науками наиболее важные и фундаментальные достижения физической науки
	умеет (продвинутый)	проводить физический эксперимент с привлечением методов математической статистики и информационны х технологий, излагать кратко и лаконично материал в форме отчетов, анализировать, делать выводы; применять принципы, законы, теории, модели, гипотезы для анализа конкретных процессов и явлений	умение на основе физических законов решать задачи; умение использовать методы и приемы проведения физического эксперимента и способы обработки экспериментальны х данных; умение применять логические приемы мышления - анализ и синтез при решении задач; научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональн ых задач	способность решить задачу, воспользовавшись основными физическими законами; способность провести физический эксперимент и осуществить обработку экспериментальных данных; научно обосновывать принимаемые методы решения профессиональных задач
	владеет (высокий)	навыками работы с экспериментальн ым оборудованием, методиками	владение навыками выбора оптимального пути решения задач и приемов проведения	способность произвести выбор оптимального способа решения задач, способность использования вычислительных программ при обработке

		экспериментальных исследований, навыками работы с научной и методической литературой; основными методами теоретического и экспериментального исследования, методами поиска и обработки информации	физического эксперимента и способов обработки экспериментальных данных с использованием вычислительных программ;	экспериментальных данных при проведении физического эксперимента
--	--	---	--	--

При изучении дисциплины осуществляются текущий, промежуточный и итоговый контроль по дисциплине.

Оценочные средства для промежуточной аттестации. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электричество и магнетизм» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Экзамен может проводиться как в виде устного, и так письменного опроса. Цель итогового контроля: проверка базовых знаний дисциплины, полученных при ее изучении, достаточных для последующего обучения и будущей профессиональной деятельности.

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Электричество и магнетизм» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Электричество и магнетизм» проводится в форме контрольных работ, лабораторного практикума и устного опроса (УО-1) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценка освоения учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» является комплексным мероприятием, которое в обязательном порядке учитывается и фиксируется ведущим преподавателем. Такие показатели этой оценки, как посещаемость всех видов занятий и своевременность выполнения лабораторных работ фиксируется в журнале посещения занятий и в графике выполнения контрольных работ.

Степень усвоения теоретических знаний оценивается такими контрольными мероприятиями как устный опрос и, выполнением контрольных работ.

Уровень овладения практическими навыками и умениями, результаты самостоятельной работы оцениваются работой студента над лабораторным практикумом, его оформлением, представлением к защите и сама защита.

Отметка «Отлично»

Сформированные, прочные и глубокие знания об основных законах физики, принципах физического исследования, уверенное владение умениями и навыками в данной области. Ответ студента демонстрирует знание предмета, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры

Отметка «Хорошо»

Сформированные, прочные и глубокие, но содержащие отдельные неточности, знания об основных законах физики. Не достаточно уверенное, хотя и сформированное, владение умениями и навыками в данной области. В ответе допускаются отдельные неточности.

Отметка « Удовлетворительно»

Неполные представления об основных постулатах физики. Ответ студента свидетельствует о слабо сформированных навыках анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточной логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Отметка « Неудовлетворительно»

Ответ студента, обнаруживающий незнание физики, отличающийся незнанием основных законов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы. Студент демонстрирует фрагментарные представления об основных законах физики, допускает грубые ошибки при ответе, неумение применить имеющиеся знания на практике.

Вопросы на экзамен «ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ» ПР-1

Тестовые задания по дисциплине «Электричество и магнетизм» составлены по всем разделам курса и являются одним из контролирующих мероприятий. Каждое тестовое задание состоит из 15 вопросов, время тестирования – 30 минут.

Тестовые задания по дисциплине «Электричество и магнетизм» составлены по всем разделам курса и являются одним из контролирующих мероприятий. Каждое тестовое задание состоит из 15 вопросов, время тестирования – 30 минут. Оценивание по пятибалльной системе.

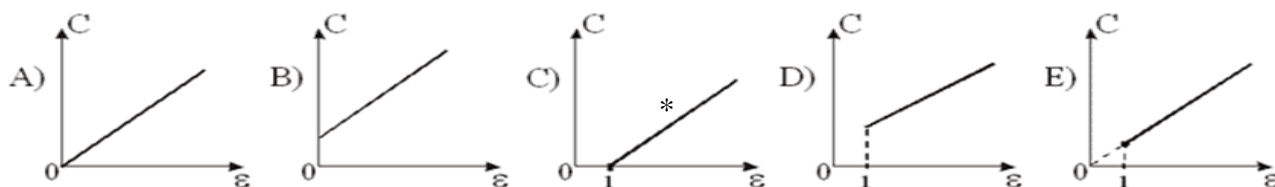
Критерии оценивания в рамках данного оценочного средства

- ✓ отлично – представлены правильные ответы на 13-15 вопросов;
- ✓ хорошо - представлены правильные ответы на 13-10 вопросов;
- ✓ удовлетворительно - представлены правильные ответы на 10-7 вопросов;
- ✓ неудовлетворительно – с представлены правильные ответы менее, чем на 7 вопросов;

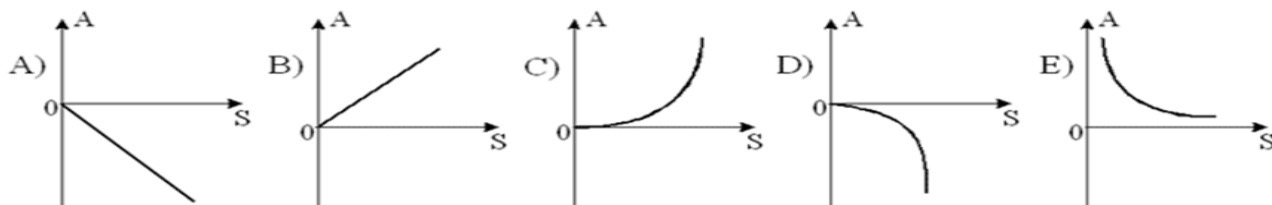
ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

3. «Электричество и магнетизм»

1. Какой из нижеприведенных графиков отражает зависимость емкости плоского конденсатора от диэлектрической проницаемости среды, заполняющей все пространство между обкладками конденсатора?

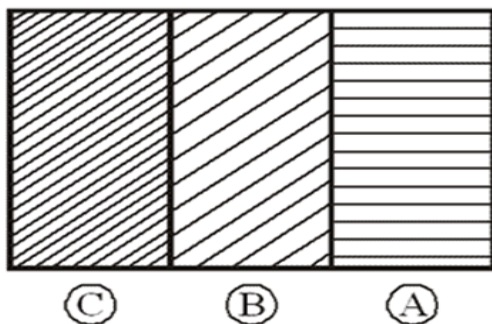


2. Отрицательно заряженная частица движется по направлению силовой линии в однородном электростатическом поле. Пренебрегая силой тяжести установить, какой из нижеприведенных графиков наиболее точно отражает зависимость работы поля по перемещению этой частицы до остановки



- a) 2, 3, 4
- b) 2, 3, 5
- c) 3, 5
- d) 1, 3, 5
- e) 1, 2, 4

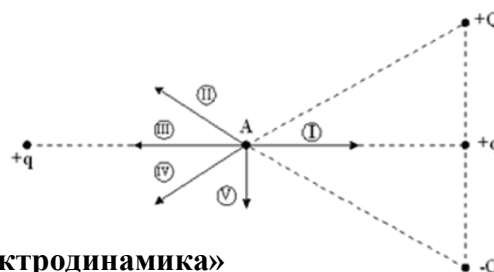
4. Положительно заряженное тело подносится к трем соприкасающимся пластинам А, В, С. Пластины В, С - проводник, а А - диэлектрик. Какие заряды будут на пластинах после того, как пластина В была бы полностью вытащена? А



- A) $q_A=0; q_B<0; q_C>0$
- B) $q_A=q_B=q_C=0$
- C) $q_A<0; q_B>0; q_C=0$
- D) $q_A<0; q_B=0; q_C>0$
- E) $q_A>0; q_B>0; q_C<0$.

5. Определить направление вектора силы действующей на положительный заряд, находящийся в точке А. Заряды Q и -Q расположены в вершинах равностороннего треугольника, два других заряда расположены симметрично относительно точки А.

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5



4. «Электродинамика»

1. Какое из утверждений неверно:

- a) источником переменного электрического поля может являться переменное магнитное поле;
- б) источником магнитного поля являются как движущиеся заряды, так и переменное магнитное поле;
- в) в природе существуют магнитные заряды, как источник магнитного поля;
- г) источником электрического поля являются заряды.

2. Величина численно равная силе со стороны магнитного поля, действующего на единичный элемент тока, расположенный перпендикулярно силовым линиям поля называется:

- a) магнитной индукцией;
- б) магнитным моментом;
- в) напряжённостью;
- г) силой Лоренца.

3. $W = \frac{LI^2}{2}$. Эта формула для нахождения:

- a) индуктивности;
- б) энергии магнитного поля;
- в) тока самоиндукции;
- г) энергии выделяемой проводником при прохождении через него единичного заряда.

4. С помощью какого закона, можно определить магнитную индукцию полей различных конфигураций:

- a) закона Фарадея;
- б) закона Максвелла;
- в) закона Био-Савара-Лапласа;
- г) закона Больцмана.

5. Какой характер движения имеет электрически заряженная частица в поперечном магнитном поле:

- a) движение по окружности;
- б) движение по винтовой линии;
- в) движение по прямой;
- г) движение по параболе.

Примерные варианты заданий к рубежным контрольным работам (РКК)

Вариант 1.

1. Применение теоремы Остроградского-Гаусса для расчета ЭСП. (любой пример).
2. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии ЭСП.
3. Плоский конденсатор состоит из двух пластин площадью 200 см^2 каждая, расположенных на расстоянии 2 мм друг от друга, между которыми находится слой слюды ($\epsilon = 6$). Какой наибольший заряд можно сообщить конденсатору, если допустимое напряжение 3 кВ?
4. Тонкий стержень длиной 10 см несет равномерно распределенный заряд 1 нКл. Определить потенциал электрического поля в точке, лежащей на оси стержня на расстоянии 20 см от его ближайшего конца.

Вариант 2.

1. Напряженность ЭСП. Напряженность поля точечного заряда. Принцип суперпозиции ЭСП.
2. Энергия заряженного проводника.
3. Тонкое кольцо радиусом 8 см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью 10 нКл/м. Какова напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца.
4. Электрон, двигаясь под действием электрического поля, увеличил свою скорость с 10 до 30 Мм/с. Найти разность потенциалов между начальной и конечной точками перемещения.

РКК 1. 4. Электродинамика

Вариант 1.

1. Сторонние силы. Э.д.с. источника тока.
2. Магнитное поле прямого тока.
3. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. По цепи протек заряд 50 мкКл. Определить изменение магнитного потока через кольцо, если сопротивление цепи гальванометра 10 Ом.
4. Магнитное поле индукцией 2 мТл и электрическое напряженностью 1.6 кВ/м сонаправлены. Перпендикулярно обоим полям влетает электрон со скоростью 0.8 Мм/с. Определить ускорение электрона.

Вариант 2.

1. Ток смещения. Второе уравнение Максвелла.
2. Основные характеристики электрического тока.
3. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов в 400 В, попал в однородное магнитное поле с индукцией 0.1 Тл. Определить частоту обращения электрона в магнитном поле. Вектор скорости перпендикулярен линиям поля.
4. В однородном магнитном поле с индукцией 0.35 Тл равномерно вращается с частотой 480 об/мин рамка, содержащая 1500 витков площадью 50 см^2 . Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную э.д.с., возникающую в рамке.

ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО ПР-11

В рамках данного оценочного средства студентам предъявляются разноуровневые задания, контролирующие уровень теоретических знаний и умений решать физические задачи по различным темам курса физики. Кроме этого, в каждое задание включен элемент физического знания, направленный на развитие творческих способностей: составить условие задачи по предложенным данным, выстроить иерархию элементов физического знания из предложенных, дополнить формулировки законов и т. д.

- Критерии оценивания в рамках данного оценочного средства
- ✓ отлично – безошибочно решены задания репродуктивного и реконструктивного уровней; грамотно сформулировано и решено задание творческого уровня;
 - ✓ хорошо – решены задания репродуктивного и реконструктивного уровней, есть неточности в формулировках или неверные числовые ответы в задачах, грамотно сформулировано и решено задание творческого уровня;
 - ✓ удовлетворительно – выполнены не все задания репродуктивного и реконструктивного уровней, не выполнено задание творческого уровня;
 - ✓ неудовлетворительно – решено менее половины заданий, творческое задание не выполнено.

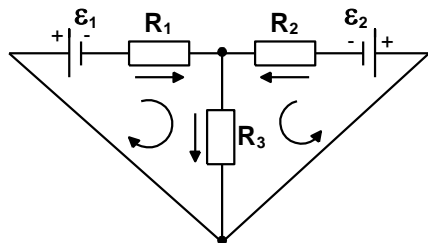
ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 3.

1. В трех вершинах квадрата со стороной 40 см находятся положительные заряды по 5 мКл каждый. Найти напряженность в четвертой вершине квадрата.
2. Два одинаковых алюминиевых шарика радиусом 5 мм и зарядами 0.18 мкКл и – 0.08 мкКл подвесили на нитях длиной 40 см к одной точке. Какие величины могут быть определены по данным задачи. Предложите возможное решение.
3. Дайте определение напряженности ЭСП. Запишите формулу.
4. Запишите формулу напряженности заряженной нити.

Задание 4

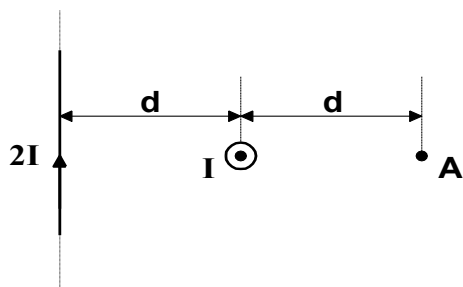
1. Запишите закон Ома в обобщенной форме.
2. Составьте систему уравнений Кирхгофа для данной цепи. Подберите данные для возможного решения.



3. К источнику тока подключен реостат. При сопротивлении реостата 4 Ом и 9 Ом выделяется одинаковая полезная мощность 25 Вт. Определить ЭДС источника тока.
5. К источнику тока подсоединен провод длиной 10 м, сила тока в котором равна 5 мА. Найти силу тока при уменьшении длины провода на 25% при неизменном напряжении источника тока.

Задание 5.

1. Сформулируйте условие задачи по предложенному рисунку. Представьте решение задачи.

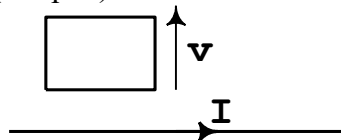


2. Сформулируйте и запишите закон полного тока.
3. Выведите формулу для магнитной индукции на оси кругового витка.
1. Выведите формулу для магнитной индукции бесконечно длинного соленоида.

Задание 6.

1. Сформулируйте явление самоиндукции.
2. Запишите и сформулируйте закон электромагнитной индукции.
3. В чем заключается физический смысл индуктивности.
4. Определите направление силы тока в рамке, удаляющейся от проводника с

током (см. рис)



5. Проволочный виток радиусом 4 см и сопротивлением 0.01 Ом находится в поле с индукцией 200 мТл. Плоскость витка составляет угол 30° с линиями индукции. Какой заряд потечет по витку при выключении магнитного поля?

Задание 7.

1. Колебательный контур с конденсатором емкостью 1 мкФ настроен на частоту 400 Гц. Если последовательно этому конденсатору подключить другой конденсатор, то частота колебаний станет 800 Гц. Определить емкость второго конденсатора.

Экзаменационные вопросы.

Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Напряженность поля точечного заряда. Принцип суперпозиции. Работа перемещения заряда в электрическом поле. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда. Принцип суперпозиции для поля системы зарядов. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса. Поле равномерно протяженных тел: нити (цилиндра), плоскости, сферы, шара. Поле диполя. Диполь во внешнем электростатическом поле. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Теорема Гаусса для поля в диэлектрике. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред.

Проводники в электростатическом поле. Электростатическая индукция. Напряженность поля внутри проводника. Электроемкость проводника. Конденсатор. Электроемкость конденсатора. Емкость плоского конденсатора. Соединение конденсаторов в батарее. Энергия заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.

Электрический ток; сила и плотность тока.

Условия существования электрического тока. Сторонние силы, ЭДС, падение напряжения.

Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Сопротивление проводников и его зависимость от температуры. Сверхпроводимость.

Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля - Ленца в интегральной и дифференциальной формах

Элементарная классическая теория электропроводности металлов, ее достоинства и ограниченность.

Вывод законов Ома и Джоуля-Ленца из классической теории электропроводности

Магнитное поле и его характеристики: B и H . Линии магнитной индукции.

Закон Био-Савара-Лапласа, принцип суперпозиции полей.

Расчет поля прямого проводника с током.

Расчет магнитного поля кругового тока в центре и на оси

Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Единица силы тока в системе СИ.

Контур с током в магнитном однородном и неоднородном полях.

Энергия контура с током в магнитном поле.

Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в поперечном магнитном поле.

Движение заряженной частицы под углом влетающей в магнитное поле.

Эффект Холла. Циклические ускорители.

Теорема о циркуляции вектора.

Магнитное поле прямого тока соленоида.

Поток. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. Закон Фарадея.

Правило Ленца.

Вывод закона Фарадея из закона сохранения энергии. Природа ЭДС индукции.

Явление самоиндукции. Закон самоиндукции. Индуктивность контура, индуктивность бесконечного соленоида.

Токи замыкания и размыкания электрической цепи.

Энергия магнитного поля.

Взаимная индукция. Закон взаимной индукции. Коэффициент взаимной индукции двух катушек на тороидальном сердечнике.

Магнитные моменты электронов и атомов. Гиромагнитное отношение.

Природа диа- и парамагнетизма.

Вектор намагничивания. Магнитное поле в веществе.

Ферромагнетики. Свойства ферромагнетиков. Спиновая природа ферромагнетизма.

Первое и второе уравнения Максвелла в интегральной форме. Ток смещения.

Единое электромагнитное поле в теории Максвелла.

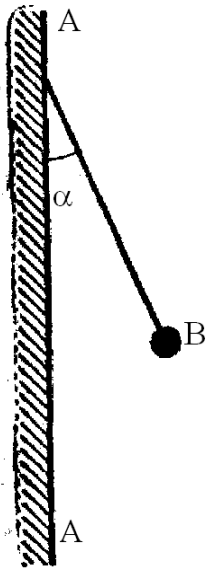
Гармонические колебания и их характеристики: Дифференциальное уравнение гармонических колебаний.

Метод векторных диаграмм. Сложение колебаний одного направления.

Сложение взаимно перпендикулярных колебаний .

Типовые контрольные задания для текущей аттестации Электричество и магнетизм

1. Два маленьких металлических шарика одинакового радиуса и веса подвешены на нитях так, что их поверхности соприкасаются. После сообщения системе шариков заряда q Кл они оттолкнулись друг от друга и разошлись на угол $2\alpha^\circ$. Найти вес шарика P Н, если расстояние от точки подвеса до центра шарика равно l м.



2. На рисунке AA – заряженная бесконечная плоскость с поверхностной плотностью заряда σ Кл/м² и B – одноименно заряженный шарик массой m кг и зарядом q Кл. Какой угол α с плоскостью AA образует нить, на которой висит шарик (можно посчитать значение тангенса угла)?

3. На рисунке AA – заряженная бесконечная плоскость и B – одноименно заряженный шарик с массой m кг и зарядом q Кл. Натяжение нити, на которой висит шарик, равно F Н. Найти поверхностную плотность заряда на σ Кл/м² плоскости AA .

4. С каким давлением P Н/м² отталкиваются две одноименно заряженные бесконечно протяженные плоскости с одинаковой поверхностной плотностью заряда в σ Кл/м²?

5. В плоском горизонтально расположенном конденсаторе заряженная капелька ртути находится в равновесии при напряженности электрического поля E В/м. Заряд капли равен q Кл. Плотность ртути $\rho = 13600$ кг/м³. Найти радиус капли r м.

6. Шарик массой m кг, заряженный положительным зарядом q_1 Кл, движется со скоростью v м/с. На какое расстояние r м может приблизиться шарик к положительному точечному заряду q_2 Кл?

7. Два шарика с зарядами q_1 Кл и q_2 Кл находятся на расстоянии r_1 м. Какую надо совершить работу W Дж, чтобы переместить их до расстояния r_2 м?

8. Определить потенциал точки поля φ В, находящейся на расстоянии d м от центра заряженного шара радиусом r м. Задана поверхностная плотность заряда на шаре, равная σ Кл/м².

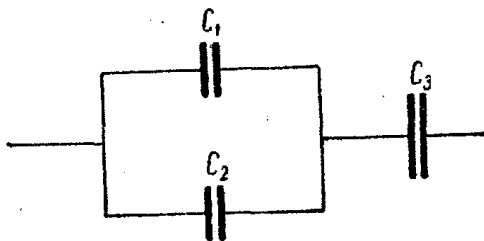
9. Определить потенциал точки поля φ , находящейся на расстоянии d м от центра заряженного шара радиусом r м. Задачу решить при следующих условиях: задан потенциал шара U В.

10. Какая совершается работа A Дж при перенесении точечного заряда q Кл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии d м от поверхности шара радиусом r м с поверхностной плотностью заряда σ Кл/м²?

11. Шарик массой m кг и зарядом q Кл перемещается из точки A , потенциал которой равен φ_A В, в точку B , потенциал которой равен φ_B В. Чему была равна его скорость v_A в точке A , если в точке B скорость равна v_B м/с?

12. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора U В. Площадь каждой пластины S м² и заряд q Кл. На каком расстоянии d м друг от друга находятся пластины?

13. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобретает скорость v м/с. Расстояние между пластинами d м. Найти: разность потенциалов U В между пластинами, напряженность электрического поля E В/м внутри конденсатора, поверхностную плотность заряда σ Кл/м² на пластинах,



14. Найти емкость C мкФ системы конденсаторов. Емкость каждого конденсатора равна C_1, C_2, C_3 мкФ.

15. При помощи электрометра сравнивали между собой емкости двух конденсаторов C_1 и C_2 . Для этого заряжали их до разных потенциалов: U_1 В и U_2 В, – и соединяли оба конденсатора параллельно. Измеренная при этом электрометром разность потенциалов между обкладками оказалась равной U В. Найти отношение емкостей C_1/C_2 .

16. Конденсатор емкостью C Ф заряжен до потенциала U В. Найти энергию W Дж этого конденсатора.

17. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора S м² и расстояние между ними d м. Найти, какая разность потенциалов U В была приложена к пластинам конденсатора, если известно, что при разряде конденсатора выделилось W Дж тепла.

18. Между пластинами плоского конденсатора находится парафин. При присоединении пластин к источнику напряжения давление пластин на парафин стало равным P Н/м². Найти напряженность электрического поля E В/м и электрическую индукцию в парафине D Кл/м². Для парафина принять $\epsilon = 2$.

19. Сила тока в проводнике меняется со временем t по уравнению $I = a + b \cdot t$, где I выражено в амперах и t в секундах. a, b – коэффициенты. Какое количество электричества q Кл проходит через поперечное сечение проводника за время от t_1 с до t_2 с?

20. Ламповый светильник состоит из пяти электрических лампочек накаливания, включенных параллельно. Найти сопротивление светильника R когда горят все лампочки. Сопротивление каждой из лампочек равно R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 Ом.

21. Сопротивление вольфрамовой нити электрической лампочки при t °С равно 35,8 Ом. Какова будет температура нити лампочки t_1 , если при включении в сеть напряжением U В по нити идет ток I А? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама равен $4,6 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

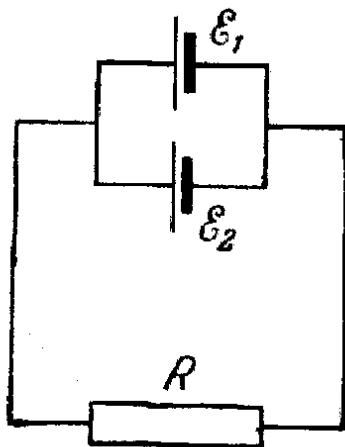
22. Реостат из железной проволоки, миллиамперметр и генератор тока включены последовательно. Сопротивление реостата при t_1 °С равно R Ом, сопротивление миллиамперметра R_1 Ом. Миллиамперметр показывает ток I А. Какой ток I_1 будет показывать миллиамперметр, если реостат нагреть на t_2 °С? Температурный коэффициент сопротивления железа равен $6 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$. Сопротивлением генератора пренебречь.

23. Обмотка катушки из медной проволоки при температуре t °С имеет сопротивление R Ом. После пропускания тока сопротивление обмотки стало равным R_1 Ом. До какой температуры t_1 °С нагрелась обмотка? Температурный коэффициент сопротивления меди равен $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

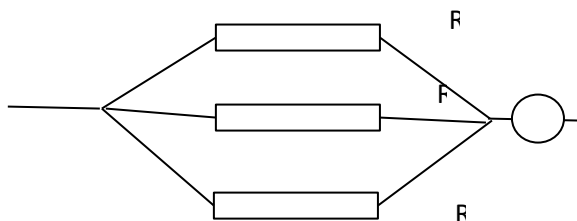
24. Найти падение потенциала U В на медном проводе длиной l м и диаметром d мм. Сила тока в проводе равна I А. Удельное сопротивление меди равно $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м

25. Элемент имеет ЭДС \mathcal{E} вольт и внутреннее сопротивление r Ом. Определить падение потенциала U В внутри элемента при силе тока в цепи I А. Найти внешнее сопротивление R Ом при заданных условиях.

26. Электродвижущая сила элемента равна ЭДС \mathcal{E} В и внутреннее сопротивление равно r Ом. Чему равен коэффициент полезного действия элемента η при силе тока I А?



27. На схеме сопротивление R Ом, два элемента с одинаковой ЭДС. Внутренние сопротивления этих элементов r_1 и r_2 соответственно. Найти силу тока в цепи I А.



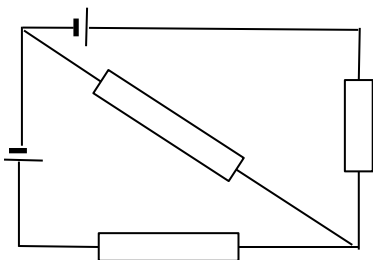
28. Даны значения сопротивлений R_2 Ом и R_3 Ом. Сила тока, текущего через сопротивление R_2 , равна I_2 А, сила тока, текущего через амперметр, равна I А. Найти значение сопротивления R_1 .

29. В помещении, удаленном от генератора на расстояние l м, включили нагревательный прибор, потребляющий ток I А. На какую величину ΔU В понизилось напряжение на зажимах прибора по сравнению с напряжением на зажимах генератора. Сечение медных проводов равно S мм². Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом*м

30. Определить полезную мощность P Вт, выделяемую в нагрузку, если известна ЭДС источника питания, внутреннее сопротивление источника питания равно R_0 Ом, сопротивление нагрузки равно R Ом.

31. Какую мощность P Вт потребляет электрический чайник, если V литров воды в нем закипает через t секунд. Теплоемкость воды равна $4,19 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К). Начальная температура воды $T^\circ\text{C}$.

32. Для отопления комнаты используется электрический нагреватель. Комната теряет в сутки E килокалорий тепла. Требуется поддерживать температуру комнаты постоянной. Найти мощность нагревателя P Вт. Какова стоимость M суточного обогрева при тарифе на электроэнергию 1,4 рубля за 1 кВт·час?



33. Найти силу тока во всех участках цепи I_1, I_2, I_3 ампер. При этом известны следующие величины: ЭДС₁ В, ЭДС₂ В, R_1 Ом, R_2 Ом, R_3 Ом. Внутреннее сопротивление элементов равно нулю.

34. Найти напряженность магнитного поля H А/м в точке, отстоящей на расстояние a метров от бесконечного длинного проводника, по которому течет ток силой I А.

35. Найти напряженность магнитного поля H А/м в центре кругового проволочного витка радиусом R м, по которому течет ток I А.

36. Есть два бесконечно длинных прямолинейных параллельных проводника с током. Расстояние между проводниками равно a метров. Сила тока в первом проводнике I_1 А, во втором I_2 А. Найти напряженность магнитного поля H А/м в точках, отстоящих от первого проводника на b метров и находящихся в плоскости, проходящих через проводники.

37. Два прямолинейных бесконечно длинных проводника расположены перпендикулярно друг к другу и находятся в одной плоскости x - y . Сила тока в первом проводнике I_x А, во втором I_y А. Найти напряженность поля H А/м в точке с координатами x, y .

38. Найти напряженность магнитного поля H А/м на оси кругового контура на расстоянии x метров от его плоскости. Радиус контура R м, сила тока в контуре I А.

39. Два круговых витка расположены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях так, что центры этих витков совпадают. Радиусы витков R_1 м и R_2 метров. Токи, текущие по виткам I_1 А и I_2 А. Найти напряженность поля H А/м в центре витков.

40. Катушка длиной l метров состоит из N витков провода. Найти напряженность магнитного поля H А/м внутри катушки. По проводу течет ток силой I А. Краевыми эффектами пренебречь.

41. Сколько ампер-витков k потребуется для того, чтобы внутри соленоида малого диаметра и длиной l метров объемная плотность энергии магнитного поля была равна W_0 Дж/м³?

42. Два прямолинейных проводника находятся в вакууме на расстоянии a метров друг от друга. По проводникам текут токи в одном направлении I_1 А и I_2 А. Какую работу (на единицу длины провода) надо совершить, чтобы раздвинуть проводники до расстояния b метров.

43. В однородном магнитном поле, индукция которого равна B Тл, движется равномерно проводник длиной l метров. По проводнику течет ток I А. Скорость движения проводника v метров в секунду и направлена она перпендикулярно к направлению магнитного поля. Найти мощность P Вт, затрачиваемую на движение проводника.

44. Дан медный диск радиуса r метров. Плоскость диска перпендикулярна к направлению магнитного поля. Индукция магнитного поля равна B Тл. Ток силой I А проходит по радиусу диска от центра к краю (скользящие контакты). Диск вращается с частотой ν оборотов в секунду. Найти мощность такого электродвигателя P Вт.

45. Электрон, ускоренный разностью потенциалов φ вольт, влетает в однородное магнитное поле, перпендикулярное направлению его движения. Индукция магнитного поля

равна B Тл. Найти радиус кривизны траектории электрона R м. Заряд электрона $1,602 \cdot 10^{-19}$ кулона, масса электрона $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг.

46. Поток α -частиц (ядер атома гелия), ускоренный разностью потенциалов $\Delta\phi$ Вольт, влетает в однородное магнитное поле напряженностью H Ампер/метр. Скорость каждой частицы направлена под прямым углом к направлению магнитного поля. Найти силу F Ньютон, действующую на частицу.

47. Через прямоугольную алюминиевую пластинку проходит ток силой I А. Толщина пластинки a м, ширина b м. Пластинка помещена в магнитное поле, перпендикулярное ребру b и направлению тока. Найти поперечную разность потенциалов U , если индукция магнитного поля равна B Тл, Концентрация электронов проводимости равна концентрации атомов.

48. В однородном магнитном поле, индукция которого равна B Тл, Двигается проводник длиной l метров. Скорость движения проводника равна v м/с и направлена перпендикулярно магнитному полю. Чему равна разность потенциалов на концах проводника U .

49. Круговой проволочный виток площадью S м² находится в однородном магнитном поле, индукция которого равна B_1 Тл. Плоскость витка перпендикулярна направлению магнитного поля. Чему равно среднее значение ЭДС индукции U В, возникающей в витке при изменении поля в течение t секунд до величины B_2 Тл.

50. В однородном магнитном поле, индукция которого равна B Тл, равномерно вращается катушка, состоящая из n витков провода. Частота вращения катушки n оборотов в секунду. Площадь поперечного сечения катушки S м². Ось вращения перпендикулярна оси катушки и направлению магнитного поля. Найти максимальную ЭДС индукции U .

51. На соленоид длиной l метров и площадью поперечного сечения S м² надето k_2 проволочных витков. Соленоид имеет k_1 витков, по нему идет ток I А. Какое среднее напряжение UB индуцируется в этих витках, если ток в соленоиде исчезает за t с.

52. Найти индуктивность катушки L Гн, имеющей k витков на длине l м. Площадь поперечного сечения равна S м². Магнитная проницаемость материала сердечника равна μ .

53. Имеется соленоид, обмотка которого состоит из медного провода сечением s м². Длина соленоида l м, сопротивление обмотки R Ом. Найти индуктивность соленоида L Гн. Удельное сопротивление меди равно $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом*м.

54. Соленоид длиной l м и площадью поперечного сечения S м² имеет индуктивность L Гн. При какой силе тока I А объемная плотность энергии магнитного поля внутри соленоида равна w Дж/м³.

55. Катушка имеет сопротивление R Ом и индуктивность L Гн. Через какое время t с после подключения к батарее сила тока I А составит n процентов от максимального значения.

56. Квадратная рамка из медного провода сечением s м² находится в магнитном поле, индукция которого меняется по гармоническому закону с амплитудой B_0 Гн и периодом T с. Площадь рамки равна S м² и перпендикулярна направлению магнитного поля. Найти амплитуду силы тока I_0 А, текущего по рамке. Удельное сопротивление меди равно $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом*м.

57. Какую индуктивность L Гн надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости конденсатора C Ф получить частоту колебаний F Гц.

58. Катушка, индуктивность которой равна L Гн, присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин S м². Расстояние между пластинами равно d м. Чему равна диэлектрическая проницаемость среды ϵ , если контур настроен на колебания с длиной волны λ м.

59. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C Ф, катушки индуктивности L Гн и резистора сопротивлением R Ом. Найти период колебаний контура T с.

60. Катушка длиной l м и площадью поперечного сечения S м² включена в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Число витков катушки равно N . Найти активное сопротивление катушки R Ом, если известно, что сдвиг фаз между напряжением и током равен φ градусов.