

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 12.07.2024 11:20:03  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:



Руководитель ООП

Б.Б.Педько

«21» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

**Электричество и магнетизм**

Закреплена за кафедрой: **Общей физики**

Направление подготовки: **03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль): **Материалы и устройства радиоэлектроники (беспилотные системы, программно-аппаратные)**

Квалификация: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Семестр: **3**

Программу составил(и):  
*д-р хим. наук, проф., Орлов Юрий Дмитриевич*

Тверь, 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

Целью освоения дисциплины является: создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение всех разделов физики и специализированных курсов.

### Задачи:

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных физических явлений и процессов, происходящих в электрических магнитных полях;
- установление связи между различными физическими явлениями, вывод основных законов в виде математических уравнений;
- постановка и анализ задачи, применение различных методов решения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Иметь представление об основных понятиях и законах электричества и магнетизма в рамках программы средней школы; Знать алгебру, геометрию и основы математического анализа в рамках программы средней школы и 1-го курса университета.

Механика

**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

Оптика

Физический практикум по электричеству и магнетизму

Электродинамика

Основы электромагнитной и радиационной безопасности

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Общая трудоемкость</b>	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
<b>в том числе:</b>	
аудиторные занятия	68
самостоятельная работа	49
часов на контроль	27

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.1: Обладает базовыми знаниями в области физики и радиофизики

ОПК-2.2: Проводит теоретическое изучение объектов, систем и процессов в рамках темы научного исследования

УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

УК-1.5: Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

## 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	3

**6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ**

Язык преподавания: русский.

**7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Основные понятия электродинамики точечного заряда					
1.1	Электрические заряды и электрическое поле. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса и её применение к расчету электростатических полей.	Лек	3	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
1.2	Работа сил электростатического поля. Потенциал. Энергия системы зарядов. Связь между напряженностью и потенциалом. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Уравнения Пуассона и Лапласа.	Лек	3	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
1.3	Электрический диполь. Поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле.	Лек	3	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
1.4	Закон Кулона. Теорема Гаусса.	Пр	3	3	Л1.3	
1.5	Потенциал. Работа электрического поля.	Пр	3	3	Л1.3	
1.6	Поле диполя.	Пр	3	3	Л1.3	
	Раздел 2. Электрическое поле в проводниках и диэлектриках					
2.1	Проводники в электростатическом поле. Граничные условия. Метод изображений. Электрическая емкость. Конденсаторы. Энергия взаимодействия зарядов. Плотность энергии электростатического поля..	Лек	3	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	

2.2	Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризационные заряды. Вектор поляризации. Электрическое поле в диэлектриках. Диэлектрическая проницаемость. Вектор $D$ электрической индукции (смещения). Теорема Гаусса для вектора $D$ . Граничные условия в диэлектриках. Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики.	Лек	3	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
2.3	Энергия электрического поля. Конденсаторы.	Пр	3	3	Л1.3	
2.4	Электрическое поле в диэлектриках.	Пр	3	3	Л1.3	
2.5	Электрическое поле в диэлектриках	Ср	3	9		
	Раздел 3. Законы постоянного тока					
3.1	Постоянный электрический ток. Уравнение непрерывности. Законы Ома и Джоуля-Ленца. ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи. КПД источника тока. Закон Ома для неоднородного (содержащего ЭДС) участка цепи. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа.	Лек	3	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
3.2	ЭДС. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа	Пр	3	3	Л1.3	
	Раздел 4. Магнитное поле. Законы электромагнетизма.					
4.1	Взаимодействие электрических токов. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа и примеры его применения (поле в центре кругового витка, поле прямого тока). Циркуляция магнитного поля. Поле соленоида. Теорема о циркуляции магнитного поля в дифференциальной форме.	Лек	3	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
4.2	Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Контур с током в магнитном поле. Момент сил, действующий на контур. Магнитный момент.	Лек	3	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	

4.3	Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея, правило Ленца. Вихревое электрическое поле и его циркуляция. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.	Лек	3	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
4.4	Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование электромагнитного поля при переходе в другую инерциальную систему отсчета. Ток смещения. Обобщение теоремы о циркуляции магнитного поля.	Лек	3	2	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
4.5	Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Виды магнетиков. Диа-, пара- и ферромагнетики. Условия на границе раздела магнетиков. Электромагнит с ферромагнитным сердечником. Плотность энергии электрического и магнитного поля в веществе.	Лек	3	4	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
4.6	Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Теорема Пойнтинга. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн.	Лек	3	3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	
4.7	Магнитное поле токов. Теорема о циркуляции.	Пр	3	3	Л1.3	
4.8	Движение частиц в магнитном поле.	Пр	3	3	Л1.3	
4.9	Электромагнитная индукция. Правило Ленца.	Пр	3	4	Л1.3	
4.10	Магнитное поле в веществе.	Пр	3	3	Л1.3	
4.11	Электромагнитные волны	Пр	3	3	Л1.3	
4.12	Магнитное поле в веществе	Ср	3	10	Л1.2 Л1.5	
4.13	Электромагнитные волны.	Ср	3	10	Л1.2 Л1.4 Л1.5	

4.14	Электромагнитная индукция	Ср	3	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5	
4.15	Уравнения Максвелла	Ср	3	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5	
	Раздел 5. Экзамен					
5.1	Проверка знаний	Экзамен	3	27	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5	

### Образовательные технологии

классическая лекция, решение групповых и индивидуальных задач.

### Список образовательных технологий

1	Активное слушание
---	-------------------

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

См. приложение

### 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

см. приложение

### 8.3. Требования к рейтинг-контролю

Всего студент может получить 100 баллов = 60 баллов на модули + 40 баллов на экзамене

В каждом модуле студент может получить максимум 30 баллов, из них 20 баллов за текущую работу, а 10 баллов – за рейтинговый контроль.

Обучающемуся, набравшему 40–54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в рейтинговой ведомости учета успеваемости и зачетной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему 55–57 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премиальные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему 58–60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премиальные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично».

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдает экзамен.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Рекомендуемая литература

### 9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Савельев, Электричество и магнетизм, Москва: АСТ, 2008, ISBN: 978-5-17-003760-5 (кн. 2), URL: <a href="http://texts.lib.tversu.ru/texts/1000579ogl.pdf">http://texts.lib.tversu.ru/texts/1000579ogl.pdf</a>
Л1.2	Сивухин, Общий курс физики, Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2015, ISBN: 978-5-9221-1643-5, URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=303207">https://znanium.com/catalog/document?id=303207</a>
Л1.3	Иродов И. Е., Задачи по общей физике, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-507-45369-6, URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/329834">https://e.lanbook.com/book/329834</a>
Л1.4	Калашников С. Г., Электричество, Москва: Физматлит, 2004, ISBN: 5-9221-0312-1, URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=83226">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=83226</a>
Л1.5	Алешкевич В. А., Электромагнетизм, Москва: Физматлит, 2014, ISBN: 978-5-9221-1555-1, URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275299">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275299</a>

### 9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Adobe Acrobat Reader
2	WinDjView
3	OpenOffice
4	Google Chrome
5	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows

### 9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ЮРАИТ»
2	ЭБС «ZNANIUM.COM»
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	ЭБС «Лань»

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-2026	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, переносной мультимедийный проектор, экран
3-218	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран
3-227	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран
3-228	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран
3-226	комплект учебной мебели, Микшерный пульт, Аудиокомплект, Интерактивная система, проектор, Телекоммуникационные шкафы, экран, компьютер

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

См. Приложение





Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

**УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:

УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;

УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Для всех индикаторов один способ аттестации:

**Задание:**

Укажите не менее двух справедливых утверждений относительно статических магнитных полей:

1) Магнитное поле действует на заряженную частицу с силой, пропорциональной скорости частицы.

2) Силовые линии магнитного поля разомкнуты.

3) Циркуляция вектора напряженности магнитного поля вдоль произвольного замкнутого контура определяется токами, охватываемыми этим контуром.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:** •

- **Высокий уровень (3 балла):** Выбирает правильные ответы на поставленный вопрос. Не допускает ошибки.

- **Средний уровень (2 балла):** Выбирает один правильный ответ. Не допускает ошибки.

- **Низкий уровень (1 балл):** Выбирает несколько ответов. Присутствует минимум 1 правильный ответ и один неправильный.

**ОПК-1.** Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности:

ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности.

**Задание:**

Металлический шар радиусом  $R=5$  см окружен равномерно слоем фарфора ( $\epsilon=5,0$ ) толщиной  $d=2$  см. Определите поверхностные плотности  $\sigma'_1$  и  $\sigma'_2$  связанных

зарядов соответственно на внутренней и внешней поверхностях диэлектрика. Заряд  $Q$  шара равен 10 нКл.

**Способ аттестации:** письменный.

**Критерии оценки:** •

- *Высокий уровень (3 балла):* Понимает физику явления. Составляет математические выражения для получения решения. Получает правильный ответ.

- *Средний уровень (2 балла):* Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Получает правильный ответ.

- *Низкий уровень (1 балл):* Понимает физику явления. Испытывает трудности с составлением правильных математических соотношений. Совершает алгебраические ошибки.

ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные:

ОПК-2.2. Проводит теоретическое изучение объектов, систем и процессов в рамках темы научного исследования.

**Задание:**

Колебательный контур состоит из последовательно соединенных емкости, индуктивности и резистора. К контуру подключено переменное напряжение. При некоторой частоте внешнего напряжения амплитуды падений напряжений на элементах цепи соответственно равны  $U_R = 4$  В,  $U_L = 3$  В,  $U_C = 6$  В. При этом амплитуда приложенного напряжения равна...

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:** •

- *Высокий уровень (3 балла):* Понимает физику явления. Составляет математические выражения для получения решения. Получает правильный ответ.

- *Средний уровень (2 балла):* Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Получает правильный ответ.

- **Низкий уровень (1 балл):** Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Из-за алгебраической неточности не получает правильный ответ.

## **Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

### **– Планы практических (семинарских) занятий:**

**Семинар 1.** Решение задач на тему «Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции».

Примеры задач:

1. Два шарика массой  $m = 0,1$  г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной  $L = 20$  см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол  $\alpha = 60^\circ$ . Найдите заряд каждого шарика.

2. Расстояние  $d$  между двумя точечными положительными зарядами  $Q_1 = 9Q$  и  $Q_2 = Q$  равно 8 см. На каком расстоянии  $r$  от первого заряда находится точка, в которой напряженность  $E$  поля зарядов равна нулю? Где находилась бы эта точка, если бы второй заряд был отрицательным?

**Семинар 2.** Решение задач на тему «Теорема Гаусса и её применение к расчету электростатических полей».

Примеры задач:

1. Найдите напряженность электрического поля в центре основания полусферы, заряженной равномерно с поверхностной плотностью  $\sigma = 60$  нКл/м<sup>2</sup>.
2. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью  $\sigma_1 = 10$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = -30$  нКл/м<sup>2</sup>. Определите силу взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь  $S$ , равную 1 м<sup>2</sup>.

**Семинар 3.** Решение задач на тему «Работа сил электростатического поля. Потенциал. Энергия системы зарядов. Связь между напряженностью и потенциалом».

Примеры задач:

1. Две бесконечные параллельные пластины находятся на расстоянии  $d = 1$  см друг от друга. По плоскостям равномерно распределены заряды с плотностями  $\sigma_1 = 0,2$  мкКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = 0,5$  мкКл/м<sup>2</sup>. Найдите разность потенциалов  $U$  между пластинами.

**Семинар 4.** Решение задач на тему «Проводники в электростатическом поле. Граничные условия. Метод изображений».

Примеры задач:

1. Система состоит из двух концентрических проводящих сфер. На внутренней сфере радиуса  $a$  находится положительный заряд  $q_1$ . Какой заряд  $q_2$  следует поместить на внешнюю сферу радиуса  $b$ , чтобы потенциал  $\varphi$  внутренней сферы стал равным нулю? Как будет зависеть при этом  $\varphi$  от расстояния  $r$  до центра сферы? Изобразите примерный график  $\varphi(r)$ .
2. Расстояние  $d$  между двумя точечными положительными зарядами  $Q_1 = 9Q$  и  $Q_2 = Q$  равно 8 см. На каком расстоянии  $r$  от первого заряда находится точка, в которой напряженность  $E$  поля зарядов равна нулю? Где находилась бы эта точка, если бы второй заряд был отрицательным?

**Семинар 5.** Решение задач на тему «Электрическая емкость. Конденсаторы».

Примеры задач:

1. Конденсаторы  $C_1 = 1$  мкФ,  $C_2 = 2$  мкФ,  $C_3 = 3$  мкФ включены в цепь с напряжением  $U = 1,1$  кВ. Определите энергию каждого конденсатора при: 1) последовательном их включении; 2) параллельном включении.
2. Емкость плоского конденсатора равна 111 пФ. Диэлектрик – пластинка из фарфора ( $\epsilon = 5,0$ ). Конденсатор зарядили до напряжения  $U = 600$  В и отключили от источника. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора?

**Семинар 6.** Решение задач на тему «Электрическое поле в диэлектриках. Вектор поляризации. Диэлектрическая проницаемость. Граничные условия в диэлектриках».

Примеры задач:

1. У плоской поверхности однородного диэлектрика с проницаемостью  $\epsilon$  напряженность электрического поля в вакууме равна  $E_0$ , причем вектор  $E_0$  составляет угол  $\theta$  с нормалью к поверхности диэлектрика. Считая поле внутри и вне диэлектрика однородным, найдите: а) поток вектора  $E$  через сферу радиуса  $R$  с центром на поверхности диэлектрика; б) циркуляцию вектора  $D$  по прямоугольному контуру, одна сторона которого длины  $L$  расположена в вакууме, а противоположная ей сторона – в диэлектрике. Плоскость контура перпендикулярна поверхности диэлектрика и параллельна вектору  $E_0$ .
2. Диэлектрик с проницаемостью  $\epsilon$  граничит с вакуумом. На его поверхности имеются сторонние заряды с плотностью  $\sigma$ . У поверхности диэлектрика в вакууме напряженность электрического поля равна  $E$ , причем вектор  $E$  составляет такой угол  $\theta$  с нормалью к поверхности раздела, что линии вектора  $E$  не терпят излома при переходе границы раздела. Найдите угол  $\theta$ . Каков должен быть знак  $\sigma$ ?

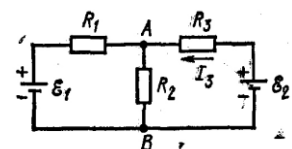
**Семинар 7.** Решение задач на тему «Постоянный электрический ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца. ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи. КПД источника тока».

Примеры задач:

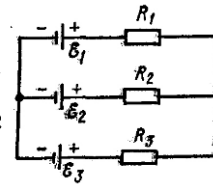
1. При силе тока  $I_1=3$  А во внешней цепи аккумулятора выделяется мощность  $P_1=18$  Вт, при силе тока  $I_2=1$  А - соответственно  $P_2 = 10$  Вт. Определите ЭДС -  $\epsilon$  и внутреннее сопротивление  $r$  батареи.
2. ЭДС  $\epsilon$  батареи равна 20 В. Сопротивление  $R$  внешней цепи равно 2 Ом, сила тока  $I=4$  А. Найдите КПД батареи. При каком внешнем сопротивлении  $R$  КПД будет равен 99%?

**Семинар 8.** Решение задач на тему «Закон Ома для неоднородного (содержащего ЭДС) участка цепи. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа».

Примеры задач:



1. Определите силу тока  $I_3$  в резисторе сопротивлением  $R_3$  (см. рисунок) и напряжение  $U_3$  на концах резистора, если  $\varepsilon_1=4$  В,  $\varepsilon_2=3$  В,  $R_1=2$  Ом,  $R_2=6$  Ом,  $R_3=1$  Ом. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.
2. Три источника тока с ЭДС  $\varepsilon_1=11$  В,  $\varepsilon_2=4$  В и  $\varepsilon_3=6$  В и три реостата с сопротивлениями  $R_1=5$  Ом,  $R_2=10$  Ом и  $R_3=2$  Ом соединены, как показано на рисунке. Определите токи  $I$  в реостатах. Внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало.



**Семинар 9.** Решение задач на тему «Взаимодействие электрических токов. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа и примеры его применения».

Примеры задач:

1. При какой силе тока  $I$ , текущего по тонкому проводящему кольцу радиусом  $R = 0,2$  м, магнитная индукция  $B$  в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние  $r = 0,3$  м, станет равной  $20$  мкТл?
2. Бесконечно длинный прямой провод согнут под прямым углом. По проводу течет ток  $I = 100$  А. Вычислите магнитную индукцию  $B$  в точках, лежащих на биссектрисе угла и удаленных от вершины угла на  $a = 10$  см.

**Семинар 10.** Решение задач на тему «Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Контур с током в магнитном поле».

Примеры задач:

1. Заряженная частица влетела перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, созданное в среде. В результате взаимодействия с веществом частица, находясь в поле, потеряла половину своей первоначальной энергии. Во сколько раз будут отличаться радиусы кривизны  $R$  траектории начала и конца пути?
2. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 9$  мТл по винтовой линии, радиус которой  $R = 1$  см и шаг  $h = 7,8$  см. Определите период  $T$  обращения электрона и его скорость  $v$ .

**Семинар 11.** Решение задач на тему «Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея, правило Ленца».

Примеры задач:

1. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл находится прямой провод длиной  $l = 20$  см, концы которого замкнуты вне поля. Сопротивление  $R$  всей цепи равно  $0,1$  Ом. Найдите силу  $F$ , которую нужно приложить к проводу, чтобы перемещать его перпендикулярно линиям индукции со скоростью  $v = 2,5$  м/с.
2. Проволочное кольцо радиусом  $r=10$  см лежит на столе. Какое количество электричества  $Q$  протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление  $R$  кольца равно  $1$  Ом. Вертикальная составляющая индукции  $B$  магнитного поля Земли равна  $50$  мкТл.

**Семинар 12.** Решение задач на тему «Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля».

Примеры задач:

1. катушку индуктивности  $L = 300$  мГн с сопротивлением  $R = 140$  мОм подключили к постоянному напряжению. Через сколько времени ток через катушку достигнет  $\eta = 50\%$  установившегося значения?
2. Сверхпроводящее кольцо радиуса  $a$ , имеющее индуктивность  $L$ , находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ . Плоскость кольца параллельна вектору  $\mathbf{B}$ , ток в кольце равен нулю. Затем плоскость кольца повернули на  $90^\circ$  в положение, перпендикулярное полю. Найдите ток  $I$  в кольце после поворота и работу  $A$ , совершенную при этом.

– **Сборники задач:**

1. «Сборник задач по общему курсу физики». Часть 3. Электричество. Под ред. Д.В. Сивухина. М.: Физматлит, 2006.
2. «Сборник задач по общему курсу физики». Часть 2. Электричество и магнетизм. Оптика. Под ред. В.А. Овчинкина. - М., Физматкнига, 2004.
3. Иродов И.Е. «Задачи по общей физике». М.: ЗАО «Издательство БИНОМ», 1998.

– **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:**

1. Изучить рекомендуемую литературу.
2. Просмотреть задачи, разобранные на аудиторных занятиях.

3. Разобрать задачи, рекомендованные преподавателем для самостоятельного решения, используя, при необходимости, примеры решения аналогичных задач.
4. Обсудить проблемы, возникшие при решении задач с преподавателем.

**-Требования к рейтинг-контролю.** В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- 1) сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач,
- 2) ответить письменно на теоретические вопросы. Примеры вопросов

### **Модуль 1.**

1. Сформулируйте закон Кулона. Дайте определение напряженности электрического поля. Приведите примеры использования принципа суперпозиции.
2. Сформулируйте теорему Гаусса и приведите примеры её применения к расчету электростатических полей.
3. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Связь между напряженностью и потенциалом.
4. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Плотность энергии электростатического поля.
5. Получите уравнения Пуассона и Лапласа, используя теорему Гаусса в дифференциальной форме.
6. Электрический диполь. Поле диполя.
7. Диполь во внешнем электрическом поле.
8. Проводники в электростатическом поле. Граничные условия. Метод изображений.
9. Электрическая емкость. Конденсаторы.
10. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризационные заряды. Вектор поляризации.
11. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор  $\mathbf{D}$  электрической индукции (смещения). Граничные условия в диэлектриках.
12. Постоянный электрический ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца.
13. ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи.



14. Закон Ома для неоднородного (содержащего ЭДС) участка цепи. Правила Кирхгофа.
15. Взаимодействие электрических токов. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа и примеры его применения (поле в центре кругового витка, поле прямого тока).
16. Определите с помощью теоремы Гаусса напряженность поля  $E$  вблизи равномерно заряженной плоскости.
17. Как связаны между собой электрическое поле  $E$  и потенциал  $\varphi$ ?
18. Чему равен момент сил, действующих на диполь во внешнем электрическом поле?
19. Чему равна энергия диполя во внешнем электрическом поле?
20. Что называется ЭДС источника тока? Запишите закон Ома для полной цепи.

## Модуль 2.

1. Циркуляция магнитного поля. Поле соленоида.
2. Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
3. Контур с током в магнитном поле. Момент сил, действующий на контур. Магнитный момент.
4. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея, правило Ленца. Вихревое электрическое поле и его циркуляция.
5. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.
6. Колебательный контур. Свободные колебания в контуре с пренебрежимо малым затуханием.
7. Свободные затухающие колебания.
8. Вынужденные электрические колебания. Резонанс.
9. Цепи переменного тока.
10. Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Напряженность магнитного поля.
11. Ток смещения. Обобщение теоремы о циркуляции магнитного поля.
12. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
13. Электромагнитные волны.

14. Теорема Пойнтинга. Что называется вектором Пойнтинга?
15. Напишите выражение для плотности тока носителей заряда, имеющих концентрацию  $n$  и среднюю скорость упорядоченного движения  $\mathbf{u}$ .
16. Рассчитайте индукцию поля  $\mathbf{B}$  в соленоиде через циркуляцию магнитного поля.
17. Рассчитайте момент сил, действующий на контур с током в магнитном поле.
18. Получите выражение для периода свободных колебаний в контуре с пренебрежимо малым затуханием.
19. Напишите уравнение свободных колебаний в LCR – контуре.
20. Что такое логарифмический декремент затухания и добротность колебательного контура? Каков их физический смысл?