

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                             |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Документ подписан простой электронной подписью<br>Информация о владельце:<br>ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич<br>Должность: Ректор<br>Дата подписания: 02.09.2026 15:01:37<br>Уникальный программный ключ:<br>04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323 | МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное<br>учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») | Рабочая программа дисциплины "Электричество и магнетизм" по направлению подготовки (специальности)<br>24.03.03 "Баллистика и гидроаэродинамика" направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика<br>ФГБОУ ВО «ЧелГУ» | стр. 1 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Электричество и магнетизм

Направление подготовки (специальность)

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль)

Баллистика и гидроаэродинамика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Электричество и магнетизм» состоит в формировании у студентов единой, стройной, логически непротиворечивой физической картины окружающего нас мира природы, приобретение навыков решения и исследования конкретных физических задач.

Основные задачи дисциплины: изучение основных понятий электричества и магнетизма; изучение основных методов исследования в физике электрических и магнитных явлений; знакомство с некоторыми приложениями электричества и магнетизма.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Знать теорию и основные законы в области естественнонаучных и общинженерных дисциплин.

ОПК-1.2. Уметь применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

ОПК-1.3. Уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.12

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Молекулярная физика

Механика

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

Оптика

Атомная физика

Физика атомного ядра и элементарных частиц

Электродинамика

Электродинамика сплошных сред

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности**

#### Знать:

Для достижения ОПК-1.1: базовые понятия, модели, подходы к анализу физических явлений по электричеству и магнетизму; основы теории, принципы и методы физики электрических и магнитных явлений; методы теоретических и экспериментальных исследований в физике

#### Уметь:

Для достижения ОПК-1.2: использовать базовые теоретические знания по электричеству и магнетизму; понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию; пользоваться основными понятиями, законами и моделями электричества и магнетизма; решать типовые задачи по электричеству и магнетизму

#### Владеть:

Для достижения ОПК-1.3: навыком решения конкретных физических задач по электричеству и магнетизму; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### 3.1 Знать:

3.1.1 базовые понятия, модели, подходы к анализу физических явлений по электричеству и магнетизму; основы теории, принципы и методы физики электрических и магнитных явлений; методы теоретических и экспериментальных исследований в физике

#### 3.2 Уметь:



3.2.1 использовать базовые теоретические знания по электричеству и магнетизму; понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию; пользоваться основными понятиями, законами и моделями электричества и магнетизма; решать типовые задачи по электричеству и магнетизму

**3.3 Владеть:**

3.3.1 навыком решения конкретных физических задач по электричеству и магнетизму; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|                                                                                                                                                                             |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Общая трудоемкость                                                                                                                                                          | 3 ЗЕТ                                        |
| Часов по учебному плану : 108<br>в том числе :<br>аудиторные занятия : 68<br>самостоятельная работа : 18,7<br>часов на контроль : 18<br>контактная работа: 71,3<br>ИКР: 3,3 | Виды контроля в семестрах:<br><br>экзамены 3 |

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

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Семестр / Курс | Часов | Литература                                                          |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|---------------------------------------------------------------------|
|             | <b>Раздел 1. Электростатика вакуума</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |       |                                                                     |
| 1.1         | Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Полевая трактовка взаимодействия зарядов. Вектор напряженности. Напряженность поля точечного заряда и распределенного заряда. Примеры. Поток вектора. Теорема Гаусса для вектора направленности в вакууме. Применение теоремы Гаусса для вычисления напряженности поля, созданного распределенным зарядом, обладающим симметрией. Дивергенция вектора. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Потенциальная энергия, потенциал поля. Потенциал точечного заряда. Связь между вектором напряженности и потенциалом. Вихрь векторного поля. Теорема Стокса. Напряженность и потенциал поля диполя. Энергия диполя во внешнем поле. Сила и момент сил, действующих на диполь во внешнем поле. /Лек/ | 3              | 6     | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 1.2         | Решение задач на вычисления напряженности и потенциала поля, созданного заряженными телами. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3              | 6     | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 1.3         | Теорема Ирншоу. Дивергенция вектора. Теорема Гаусса дифференциальной форме. Циркуляция вектора. Ротор вектора. Теорема Остроградского-Гаусса и Стока. Условие потенциальности векторного поля. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
|             | <b>Раздел 2. Электрическое поле в веществе</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                |       |                                                                     |
| 2.1         | Явление электростатической индукции. Электроемкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора. Объемная плотность энергии. Виды диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Свободные и связанные заряды. Вектор электрической индукции. Теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Вычисление поля в диэлектриках. Энергия электрического поля в диэлектриках. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3              | 6     | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |



Рабочая программа дисциплины "Электричество и магнетизм" по направлению подготовки (специальности)  
24.03.03 "Баллистика и гидроаэродинамика" направленности (профилю) Баллистика и гидроаэродинамика  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 5

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |                                                                     |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---------------------------------------------------------------------|
| 2.2                                           | Решение задач на вычисление напряженности и потенциала при наличии проводников в электростатическом поле. Решение задач на вычисление напряженности и потенциала при наличии диэлектриков в электростатическом поле. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 2.3                                           | Модели диэлектриков. Электронная теория поляризации неполярных и полярных диэлектриков. Зависимость диэлектрической восприимчивости от внешних условий для полярных и неполярных диэлектриков. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3 | 3   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 3. Постоянный электрический ток</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |                                                                     |
| 3.1                                           | Уравнение непрерывности. Закон Ома и Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила. Расчет цепей постоянного тока. Теория проводимости металлов. Электрический ток в вакууме. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 3.2                                           | Решение задач на применение законов Ома и Джоуля-Ленца. Расчет электрических цепей, применение правил Кирхгофа. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 3.3                                           | Электронная теория проводимости металлов /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3 | 3   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 4. Магнитное поле в вакууме</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |                                                                     |
| 4.1                                           | Взаимодействие токов. Полевая трактовка взаимодействия токов. Закон Ампера. Сила Лоренца. Закон Био-Савара. Вычисление вектора магнитной индукции токов произвольной конфигурации. Магнитное поле движущейся заряженной частицы. Теорема Гаусса для вектора магнитной индукции. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Применение теоремы о циркуляции для вычисления вектора магнитной индукции. Уравнения, описывающие магнитное поле в вакууме. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле. /Лек/ | 3 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 4.2                                           | Решение задач на законы Био-Савара, Ампера и нахождение вектора магнитной индукции для различных конфигураций токов /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 4.3                                           | Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла. Отличие поля вектора магнитной индукции от поля вектора напряженности электростатического поля. Характер силовых линий этих полей. Магнитный момент тока. Индукция, создаваемая этим током. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3 | 2,7 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 5. Электромагнитная индукция</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |                                                                     |
| 5.1                                           | Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивное явление взаимной индукции. Трансформаторы. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии. Силы, действующие на проводники с током в магнитном поле. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 5.2                                           | Решение задач на вычисление ЭДС электромагнитной индукции, при различных изменениях магнитного потока /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |



|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |                                                                     |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---------------------------------------------------------------------|
| 5.3                                                | Вихревой характер поля, создаваемого при электромагнитной индукции. Токи Фуко. Использование и борьба с ними. Трансформатор, ускоритель заряженных частиц - бетатрон. /Ср/                                                                                              | 3 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 6. Магнитное поле в веществе</b>         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |                                                                     |
| 6.1                                                | Модель вещества. Диа и Пара-магнетики. Молекулярные токи. Вектор напряженности магнитного поля и его связь с вектором магнитной индукции. Теорема о циркуляции вектора напряженности. Энергия магнитного поля в веществе. Уравнения, описывающие поле в веществе. /Лек/ | 3 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 6.2                                                | Решение задач на нахождение вектора магнитной индукции и вектора напряженности при наличии магнетиков /Пр/                                                                                                                                                              | 3 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 6.3                                                | Электронная теория диа- и парамагнетизма. Ферромагнетизм. Сверхпроводимость. /Ср/                                                                                                                                                                                       | 3 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 7. Ток смещения. Уравнение Максвелла</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |                                                                     |
| 7.1                                                | Ток смещения. Уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Решение уравнений Максвелла в вакууме. Электромагнитная волна. /Лек/                                                                                                                         | 3 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 7.2                                                | Уравнение Максвелла /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                | 3 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 8. Электромагнитные колебания</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |                                                                     |
| 8.1                                                | Квазистационарные токи. Колебательный контур. Затухающие колебания, вынужденные колебания. Явление резонанса. /Лек/                                                                                                                                                     | 3 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 8.2                                                | Решение задач на определение зависимости тока и напряжений на участках контура, как при свободных так и при вынужденных колебаниях, рассмотрение явление резонанса /Пр/                                                                                                 | 3 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 8.3                                                | Квазистационарные токи. Дифференциальные уравнения для расчета цепей квазистационарных токов. Импеданс цепи. Действующие значения токов и напряжений. Мощность переменного тока. /Ср/                                                                                   | 3 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 9. Иная контактная работа</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |     |                                                                     |
| 9.1                                                | Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/                                                                                                                                                                                                                     | 3 | 3,3 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |

#### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ



### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчет по практическим заданиям.  
Контрольные вопросы.

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации представлены в Приложении 1.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации представлены в Приложении 2.

### 6.4. Критерии оценивания

На экзамене студенту предлагается ответить на два теоретических вопроса и решить две практических задачи. При ответе студент получает оценку:

«отлично» – за развернутый ответ с примерами и пояснениями на все теоретические вопросы и полностью решены и расписаны по действиям все задачи;

«хорошо» – за развернутый ответ с примерами и пояснениями на все теоретические вопросы и полностью решена и расписана по действиям хотя бы одна задача, либо полное решение двух задач и неполный ответ на теоретические вопросы; «удовлетворительно» - дан четкий логичный ответ на теоретические вопросы и любые логичные пояснения по задачам, либо полный ответ на один теоретический вопрос и решение одной задачи (частичное (не менее 50% решения задачи) или полное в зависимости от сложности задачи), либо почти полное (не менее 80% решения для каждой задачи) решение обеих задач;

«неудовлетворительно» - за выполнение менее 50% заданий, за исключением случая почти полного (не менее 80% решения для каждой задачи) решения обеих задач.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие                                                                                                                                                                                             | Издательство, год                                                                   | Ресурс |
|------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Л1.1 | Сивухин Д. В.       | Общий курс физики: учебное пособие для вузов: в 5 томах том 3: электричество<br>( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=303207">https://znanium.com/catalog/document?id=303207</a> )      | Москва :<br>Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2015 | ЭБС    |
| Л1.2 | Савельев И. В.      | Курс физики. В 3 томах. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика: учебное пособие для вузов<br>( <a href="https://e.lanbook.com/book/507521">https://e.lanbook.com/book/507521</a> ) | Санкт-Петербург : Лань, 2026                                                        | ЭБС    |

#### 7.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители                                      | Заглавие                                                                                                                                                          | Издательство, год            | Ресурс |
|------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|
| Л2.1 | Матвеев А. Н.                                            | Электричество и магнетизм: учебное пособие для вузов                                                                                                              | Москва : Высшая школа, 1983  |        |
| Л2.2 | Калашников С. Г.                                         | Электричество: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=83226">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=83226</a> ) | Москва : Физматлит, 2004     | ЭБС    |
| Л2.3 | Ким Д. Ч., Коновалов Н. П., Левит Д. И., Коновалов П. Н. | Физика. Электричество и магнетизм. Курс лекций с примерами решения задач<br>( <a href="https://e.lanbook.com/book/226466">https://e.lanbook.com/book/226466</a> ) | Санкт-Петербург : Лань, 2022 | ЭБС    |

#### 7.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители                                             | Заглавие                                                                                                           | Издательство, год            | Ресурс |
|------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|
| Л3.1 | Пиралишвили Ш. А., Шалагина Е. В., Каляева Н. А., Попкова Е. А. | Электричество и магнетизм<br>( <a href="https://e.lanbook.com/book/209804">https://e.lanbook.com/book/209804</a> ) | Санкт-Петербург : Лань, 2022 | ЭБС    |



|      | Авторы, составители                                 | Заглавие                                                                                                                                       | Издательство, год               | Ресурс |
|------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|
| Л3.2 | Аксенова Е. Н.                                      | Общая физика. Электричество и магнетизм (главы курса)<br>( <a href="https://e.lanbook.com/book/212690">https://e.lanbook.com/book/212690</a> ) | Санкт-Петербург<br>: Лань, 2022 | ЭБС    |
| Л3.3 | Бирюкова О. В.,<br>Ермаков Б. В.,<br>Корецкая И. В. | Физика. Электричество и магнетизм. Задачи с решениями<br>( <a href="https://e.lanbook.com/book/213077">https://e.lanbook.com/book/213077</a> ) | Санкт-Петербург<br>: Лань, 2022 | ЭБС    |

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |                                                                                                                     |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Э1 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>                   |
| Э2 | ЭБС издательства «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>                                 |
| Э3 | ЭБС издательства «Инфра-М» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>                                    |
| Э4 | ЭБС «Юрайт» <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>                                       |
| Э5 | Научная электронная библиотека Российской Академии Наук <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> |
| Э6 | Научные и научно-популярные лекции <a href="http://elementy.ru">http://elementy.ru</a>                              |
| Э7 | Учебно-методический сайт «Преподавателям и студентам» <a href="http://teachmen.csu.ru">http://teachmen.csu.ru</a>   |

## 7.3 Перечень информационных технологий

### 7.3.1 Программное обеспечение

|                       |
|-----------------------|
| Adobe Reader          |
| WinDjView             |
| LibreOffice           |
| Adobe Connect Acrobat |
| LMS Moodle            |

### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.                                                                                                                                                                                                 |
| 2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <a href="http://journals.aps.org/about">http://journals.aps.org/about</a> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный. |
| 3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.                                                                                                                                               |
| 4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.                                                                                                          |
| 5. Springer Link : [сайт]. – URL: <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.                                                                                                                             |
| 6. Конспекты лекций с демонстрациями и виртуальными лабораторными экспериментами на сайте <a href="http://teachmen.csu.ru">http://teachmen.csu.ru</a>                                                                                                                                                                     |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.                                                                                                |
| Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).                                                                                                                                                                                          |
| Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).                                                                                                                                                                                                         |
| Используется электронный читальный зал научной библиотеки ЧелГУ (аудитория 206) для самостоятельной работы студента, оснащенный персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудитории обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет». |

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



Освоение содержания учебной дисциплины «Электричество и магнетизм» осуществляется на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.

Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и рассматриваются примеры.

Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по теме.

Практические занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях. На практических занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач. По темам практических занятий также предусмотрены задачи более высокого уровня сложности. Кроме того, студенты получают дополнительные списки задач для решения, решение задач из этого списка может быть учтено при выставлении итоговой оценки по дисциплине.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.



При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

## Приложение 1

### Примеры вариантов заданий к практическим занятиям

#### База вопросов для оценки базового уровня

| № п/п                                       | Формулировка вопроса                                                                                                                                                           | Варианты ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Напряжённость поля системы точечных зарядов |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1                                           | Точечные заряды расположили в вершинах квадрата. Как они взаимодействуют?                                                                                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>стягиваются к центру</b></li> <li>2. расходятся от центра</li> <li>3. остаются в равновесии</li> <li>4. ответить невозможно т.к. не хватает данных</li> </ol>                                                                                                                                                                                       |
| 2                                           | По закону Кулона в виде $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ можно рассчитать взаимодействие...                                                                                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>пробных зарядов</b></li> <li>2. <b>точечных зарядов любой величины</b></li> <li>3. <b>разнесенных заряженных тел сферической формы при равномерном распределении зарядов по объему или поверхности</b></li> <li>4. заряженных тел сферической формы с любым распределением заряда по объему или поверхности</li> <li>5. все ответы верны</li> </ol> |
| 3                                           | Какие заряженные тела можно рассматривать как точечные заряды?                                                                                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. размеры которых не превышают 1 мм</li> <li>2. любые заряженные маленькие тела</li> <li>3. размеры которых сравнимы с расстоянием между ними</li> <li>4. заряженные тела шарообразной формы</li> <li>5. <b>правильный ответ не приведен</b></li> </ol>                                                                                                  |
| 4                                           | При электризации трением стеклянная палочка приобрела заряд $Q$ ( $e$ – модуль заряда электрона). Следовательно:                                                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. палочка приобрела <math>Q/e</math> протонов</li> <li>2. палочка потеряла <math>Q/e</math> протонов</li> <li>3. палочка приобрела <math>Q/e</math> электронов</li> <li>4. <b>палочка потеряла <math>Q/e</math> электронов</b></li> <li>5. правильный ответ не приведён</li> </ol>                                                                       |
| 5                                           | Какая физическая величина имеет имеет единицу измерения В/м?                                                                                                                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. плотность энергии электростатического поля</li> <li>2. потенциал</li> <li>3. <b>напряжённость</b></li> <li>4. электрическая постоянная</li> </ol>                                                                                                                                                                                                      |
| 6                                           | Имеется четыре заряженные частицы. Частицы 1 и 2 обладают положительными электрическими зарядами, частицы 3 и 4 – отрицательными зарядами. Какие из этих частиц отталкиваются? | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. только 1 и 2</li> <li>2. только 3 и 4</li> <li>3. <b>1 и 2 между собой, 3 и 4 между собой</b></li> <li>4. 1 с частицами 3 и 4, 2 с частицами 3 и 4</li> <li>5. все электрически заряженные частицы</li> </ol>                                                                                                                                          |
| Потенциал поля системы точечных зарядов     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1                                           | Укажите номера верных утверждений потенциальности электрического поля.                                                                                                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. если работа электростатических сил по перемещению точечного заряда вдоль замкнутого контура равна нулю, то поле потенциально</li> <li>2. электрическое поле потенциально, если циркуляция вектора напряженности поля по произвольному замкнутому контуру</li> </ol>                                                                                    |

|                                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   |                                                                                                                                                                                   | <p>равна нулю</p> <p>3. электрическое поле потенциально, если силы, действующие на точечный заряд в электростатическом поле являются консервативными</p> <p>4. электрическое поле потенциально, если напряженность электрического поля равна градиенту потенциала, взятому с обратным знаком</p> <p>5. электрическое поле потенциально, если работа, совершаемая электрическим полем при перемещении заряда, не зависит от формы пути, по которому перемещается заряд</p> <p><b>6. все приведённые утверждения верны</b></p> <p>7. все приведённые утверждения не верны</p> |
| 2                                 | Линии напряженности электростатического поля направлены ...                                                                                                                       | <p>1. ортогонально к эквипотенциальной поверхности в сторону возрастания потенциала</p> <p>2. так, что всегда совпадают с векторами напряженности</p> <p>3. вдоль эквипотенциальных поверхностей</p> <p><b>4. ортогонально к эквипотенциальной поверхности в сторону убыли потенциала</b></p> <p>5. по касательной к эквипотенциальной поверхности</p>                                                                                                                                                                                                                      |
| 3                                 | Что представляет собой эквипотенциальная поверхность?                                                                                                                             | <p>1. поверхность, равноудаленная от источника поля</p> <p><b>2. геометрическое место точек с равным потенциалом</b></p> <p>3. поверхность существования потенциала</p> <p>4. геометрическое место точек, симметричных относительно источника поля</p> <p>5. геометрическое место точек с нулевым потенциалом</p>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5                                 | Физическая величина, имеющая в системе СИ размерность $\text{м/с}^2$ , называется...                                                                                              | <p>1. пройденным путем</p> <p>2. перемещением</p> <p>3. скоростью</p> <p>4. угловой скоростью</p> <p><b>5. ускорением</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Электрическое поле заряженных тел |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1                                 | На длинном тонком прямом проводе равномерно распределен электрический заряд $Q$ , длина провода $L$ . Какова напряженность поля на расстоянии $r$ от провода вдали от его концов? | <p>1. <math>Q/(4\pi\epsilon_0 r^2)</math></p> <p>2. <math>Q/(2\pi\epsilon_0 r^2)</math></p> <p>3. <math>Q/(4\pi\epsilon_0 rL)</math></p> <p><b>4. <math>Q/(2\pi\epsilon_0 rL)</math></b></p> <p>5. правильный ответ не приведен</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2                                 | Определите разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора, расстояние между                                                                                          | <p>1. 400 В</p> <p>2. 0.2 В</p> <p><b>3. 3.2 В</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                              |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | которыми 4 см, а напряжённость электрического поля между ними равна 80 В.                                                                                                                        | 4. 5 В<br>5. 200 В                                                                                                                                                            |
| 3                                            | Линии напряжённости электростатического поля начинаются на ... зарядах и заканчиваются на ... зарядах (или уходят в бесконечность).                                                              | <b>положительных</b><br><b>отрицательных</b>                                                                                                                                  |
| 4                                            | Линии напряжённости никогда ...                                                                                                                                                                  | <b>не пересекаются</b>                                                                                                                                                        |
| 5                                            | Какая физическая величина имеет единицу измерения В/м?                                                                                                                                           | 1. плотность энергии электростатического поля<br>2. потенциал<br><b>3. напряжённость</b><br>4. электрическая постоянная                                                       |
| Електроёмкость. Энергия электрического поля. |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                               |
| 1                                            | Физическая величина, размерность которой можно представить как Кл/В, является ...                                                                                                                | <b>1. электроёмкостью</b><br>2. напряжённостью поля<br>3. электрической постоянной<br>4. диэлектрической проницаемостью<br>5. работой перемещения заряда в электрическом поле |
| 2                                            | Заряд на каждой обкладке конденсатора увеличили в 4 раза. Как изменится его ёмкость?                                                                                                             | <b>1. не изменится</b><br>2. увеличится в 2 раза<br>3. уменьшится в 4 раза<br>4. увеличится в 4 раза<br>5. увеличится в 4 раза                                                |
| 3                                            | Между обкладками плоского конденсатора был воздух. Затем между ними поместили некоторое вещество с диэлектрической проницаемостью $\epsilon$ , Как изменится ёмкость конденсатора?               | 1. не изменится<br>2. увеличится в $2\epsilon$ раз<br>3. уменьшится в $2\epsilon$ раз<br>4. увеличится в $2\epsilon$ раз<br><b>5. увеличится в <math>\epsilon</math> раз</b>  |
| 4                                            | Единица размерности физической величины, которую можно представить как Дж/В <sup>2</sup> , называется ...                                                                                        | 1. Кулон<br>2. Ампер<br>3. Ньютон<br><b>4. Фарад</b><br>5. Ом                                                                                                                 |
| 5                                            | Конденсатор зарядили и отключили от источника постоянного тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если увеличить в 2 раза расстояние между обкладками конденсатора? | 1. не изменится<br><b>2. увеличится в 2 раза</b><br>3. увеличится в 4 раза<br>4. уменьшится в 2 раза<br>5. уменьшится в 4 раза                                                |
| 6                                            | При увеличении разности потенциалов на обкладках конденсатора втрое энергия его электрического поля увеличилась на 200 Дж. Энергия этого конденсатора вначале была равна ...                     | 1. 10 мДж<br>2. 40 мДж<br><b>3. 25 мДж</b><br>4. 45 мДж<br>5. 30 мДж                                                                                                          |
| 7                                            | Если конденсатор отключить от                                                                                                                                                                    | 1. заряд останется неизменным, а разность                                                                                                                                     |

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | источника питания, а затем увеличить расстояние между обкладками, то ...                                                                                                                                                                                 | <p>потенциалов уменьшится</p> <p>2. заряд уменьшится, а разность потенциалов останется неизменной</p> <p>3. заряд увеличится, а разность потенциалов останется неизменной</p> <p><b>4. заряд останется неизменным, а разность потенциалов увеличится</b></p> <p>5. правильный ответ не приведён</p> |
| Постоянный электрический ток                |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1                                           | Какова сила тока в цепи источника тока с ЭДС, равной 4.5 В и внутренним сопротивлением 1 Ом при подключении во внешней цепи резистора с сопротивлением 3.5 Ом?                                                                                           | <p>1. 0.5 А</p> <p>2. 3 А</p> <p>3. 2 А</p> <p><b>4. 1 А</b></p> <p>5. 4 А</p>                                                                                                                                                                                                                      |
| 2                                           | Чему равно внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС, равной 10 В, если при подключении к нему резистора сопротивлением 4 Ом по электрической цепи протекает ток 2 А?                                                                                | <p>1. 4 Ом</p> <p>2. 9 Ом</p> <p><b>3. 1 Ом</b></p> <p>4. 5 Ом</p> <p>5. 2 Ом</p>                                                                                                                                                                                                                   |
| 3                                           | Амперметр сопротивлением 0,1 Ом имеет шкалу до 4 А. Какое сопротивление должно быть у шунта, чтобы увеличить предел измерения амперметра до 24 А?                                                                                                        | <b>0,02 Ом</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4                                           | Две лампы, рассчитанные на 220 В и имеющие номинальные мощности $P_1 = 40$ Вт, $P_2 = 100$ Вт, включены в сеть $U = 220$ В последовательно. Сравните количества теплоты, выделенные в лампах. Зависимостью сопротивления ламп от температуры пренебречь. | <p>1. <math>Q_1 &lt; Q_2</math></p> <p><b>2. <math>Q_1 &gt; Q_2</math></b></p> <p>3. <math>Q_1 = Q_2</math></p> <p>4. <math>Q_2 = 4Q_1</math></p>                                                                                                                                                   |
| Магнитное поле стационарного тока в вакууме |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1                                           | Как взаимодействуют два параллельных друг другу проводника, если электрический ток в них протекает в противоположных направлениях?                                                                                                                       | <p>1. проводники поворачиваются</p> <p>2. проводники притягиваются</p> <p><b>3. проводники отталкиваются</b></p> <p>4. сила взаимодействия равна нулю</p>                                                                                                                                           |
| 2                                           | Как называется единица индуктивности?                                                                                                                                                                                                                    | <p><b>1. Генри</b></p> <p>2. Ватт</p> <p>3. Тесла</p> <p>4. Вебер</p>                                                                                                                                                                                                                               |
| 3                                           | Что наблюдалось в опыте Ампера?                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>1. взаимодействие двух параллельных проводников с током</b></p> <p>2. поворот магнитной стрелки вблизи проводника при пропускании через него тока</p> <p>3. взаимодействие двух магнитных стрелок</p> <p>4. возникновение электрического тока в катушке при вдвигании в нее магнита</p>       |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                         | Что наблюдалось в опыте Эрстеда?                                                                                                                                                                                                                     | 1. взаимодействие двух параллельных проводников с током<br>2. взаимодействие двух магнитных стрелок<br>3. возникновение электрического тока в катушке при вдвигании в нее магнита<br><b>4. поворот магнитной стрелки вблизи проводника при пропускании через него тока</b>                                                                                   |
| 5                         | Протон и альфа-частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с одинаковыми скоростями $v$ . Отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени, ...                 | 1. равно 1<br><b>2. равно 2</b><br>3. равно 1/2<br>4. равно 4<br>5. правильный ответ не приведен                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6                         | Ион $\text{Na}^+$ массой $m$ влетает в магнитное поле со скоростью $v$ перпендикулярно линиям индукции магнитного поля $B$ и движется по окружности радиуса $R$ . Модуль вектора индукции магнитного поля можно рассчитать, пользуясь выражением ... | 1. $eR/(mv)$<br><b>2. <math>mv/(eR)</math></b><br>3. $mvR/e$<br>4. $mve/R$                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Электромагнитная индукция |                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1                         | Какой из перечисленных процессов объясняется явлением электромагнитной индукции?                                                                                                                                                                     | 1. возникновение силы, действующей на движущуюся заряженную частицу<br>2. взаимодействие двух проводов с током<br><b>3. возникновение электрического тока в замкнутой катушке при уменьшении силы тока в катушке, находящейся рядом</b><br>4. отклонение магнитной стрелки при прохождении по проводу электрического тока<br>5. правильный ответ не приведен |
| 2                         | Имеются три одинаковых металлических кольца. Из первого кольца выводится магнит, во второе кольцо вводится магнит, в третьем кольце находится неподвижный магнит. В каком кольце течет индукционный ток?                                             | <b>1. в 1 и 2</b><br>2. только в 1<br>3. только во 2<br>4. только в 3<br>5. в 1, 2 и 3<br>6. ни в одном из колец тока нет                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3                         | Линии магнитной индукции всегда ...                                                                                                                                                                                                                  | <b>замкнуты</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4                         | Напряженность магнитного поля $H$ определяется только ... и не зависит от свойств среды.                                                                                                                                                             | <b>Источником поля</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5                         | Один раз полосовой магнит падает сквозь неподвижное металлическое кольцо южным полюсом вниз, второй раз –                                                                                                                                            | <b>1. возникает в обоих случаях</b><br>2. не возникает ни в одном из случаев<br>3. возникает только в первом случае<br>4. возникает только во втором случае                                                                                                                                                                                                  |

|                                            |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | северным полюсом вниз. Ток в<br>кольце ...                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Переменный ток. Электромагнитные колебания |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1                                          | Логарифмическим декрементом<br>затухания называется физическая<br>величина ...                                                                    | <p>1. обратная промежутку времени, за<br/>который амплитуда колебания<br/>уменьшается в <math>e</math> раз</p> <p>2. показывающая, во сколько раз<br/>амплитуда колебания уменьшается за<br/>период</p> <p>3. показывающая, во сколько раз<br/>напряжение на конденсаторе в резонансе<br/>больше напряжения, подводимого к<br/>контуре</p> <p><b>4. обратная числу периодов, в течение<br/>которых амплитуда колебания<br/>уменьшается в <math>e</math> раз</b></p> <p>5. правильный ответ не приведен</p>                                                                                  |
| 2                                          | Под циклической (круговой) частотой<br>колебания следует понимать ...                                                                             | <p>1. время одного полного колебания</p> <p>2. число колебаний в единицу времени</p> <p>3. величину, обратную промежутку<br/>времени, за который амплитуда колебаний<br/>уменьшится в <math>e</math> раз</p> <p><b>4. число колебаний за 6.28 секунд</b></p> <p>5. правильный ответ не приведен...</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3                                          | Амплитуда затухающего<br>электрического колебания<br>теоретически уменьшается от<br>начального значения до нуля в<br>течение времени, равного ... | <p>1. периоду колебаний</p> <p>2. времени релаксации</p> <p><b>3. бесконечности</b></p> <p>4. определенному промежутку времени,<br/>различному для разных контуров</p> <p>5. правильный ответ не приведен</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4                                          | Декрементом затухания называется<br>физическая величина ...                                                                                       | <p>1. показывающая, во сколько раз<br/>напряжение на конденсаторе в резонансе<br/>больше напряжения, подводимого к<br/>контуре</p> <p>2. обратная числу периодов, в течение<br/>которых амплитуда уменьшается в <math>e</math> раз</p> <p>3. обратная промежутку времени, за<br/>который амплитуда колебаний<br/>уменьшается в <math>e</math> раз</p> <p><b>4. показывающая, во сколько раз<br/>амплитуда колебания уменьшается за<br/>период</b></p> <p>5. показывающая, во сколько раз<br/>амплитуда колебания уменьшается за одну<br/>секунду</p> <p>6. правильный ответ не приведен</p> |
| 5                                          | Коэффициентом затухания<br>называется физическая величина ...                                                                                     | <p>1. показывающая, во сколько раз<br/>напряжение на конденсаторе в резонансе<br/>больше напряжения, подводимого к<br/>контуре</p> <p>2. обратная числу периодов, в течение<br/>которых амплитуда колебания</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>уменьшается в <math>\epsilon</math> раз</p> <p><b>3. обратная промежутку времени, за который амплитуда колебания уменьшается в <math>\epsilon</math> раз</b></p> <p>4. показывающая, во сколько раз амплитуда колебаний уменьшается за период</p> <p>5. правильный ответ не приведен</p> |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### База вопросов для оценки среднего уровня

| № п/п                                              | Формулировка вопроса                                                                                                                                                                                                                          | Варианты ответов                                                                                   |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Напряжённость поля системы точечных зарядов</b> |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                    |
| 1                                                  | Заряд $q=2,00$ мкКл распределен равномерно по объему шара радиуса $R=40,0$ мм. Найти напряженность поля $E$ в центре шара.                                                                                                                    | <b>0</b>                                                                                           |
| 2                                                  | Вблизи металлического шара поместили положительный точечный заряд. При этом оказалось, что электрическая сила, действующая на заряд, равна нулю. Найдите знак заряда шара $Q$ .                                                               | <b>1. <math>Q &gt; 0</math></b><br><b>2. <math>Q &lt; 0</math></b><br><b>3. <math>Q = 0</math></b> |
| 3                                                  | Две параллельные бесконечные плоскости заряжены: одна с плотностью $\sigma_1=+4,42 \cdot 10^{-10}$ Кл/м <sup>2</sup> , другая с плотностью $\sigma_2=-8,84 \cdot 10^{-10}$ Кл/м <sup>2</sup> . Найти напряженность поля $E$ между пластинами. | <b>75 В/м</b>                                                                                      |
| 4                                                  | Бесконечная тонкая прямая нить заряжена однородно с плотностью $\lambda=2,00$ мкКл/м. Найти $E$ как функции расстояния $r$ от нити. Вычислить $E$ для $r=10,0$ м.                                                                             | <b>3,6 кВ/м</b>                                                                                    |
| 5                                                  | Определить напряженность $E$ электрического поля, создаваемого точечным зарядом $Q=10$ нКл на расстоянии $r=10$ см от него. Диэлектрик — масло.                                                                                               | <b>4,1 кВ/м</b>                                                                                    |
| <b>Потенциал поля системы точечных зарядов</b>     |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                    |
| 1                                                  | Точечный заряд $Q=10$ нКл, находясь в некоторой точке поля, обладает потенциальной энергией $W=10$ мкДж. Найти потенциал $\phi$ этой точки поля.                                                                                              | <b>1 кВ</b>                                                                                        |
| 2                                                  | Поле создано точечным зарядом $Q=1$ нКл. Определить потенциал $\phi$ поля в точке, удаленной от заряда на расстояние $r=20$ см.                                                                                                               | <b>45 В</b>                                                                                        |
| 3                                                  | Заряды $Q_1=1$ мкКл и $Q_2=-1$ мкКл находятся на расстоянии $d=10$ см.                                                                                                                                                                        | <b>26,3 кВ</b>                                                                                     |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                          | Определить потенциал $\phi$ поля в точке, удаленной на расстояние $r=10$ см от первого заряда и лежащей на линии, проходящей через первый заряд перпендикулярно направлению от $Q_1$ к $Q_2$ .                                                                       |                                                      |
| 4                                        | По тонкому кольцу радиусом $R=10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau=10$ нКл/м. Определить потенциал $\phi$ в точке, лежащей на оси кольца, на расстоянии $a=5$ см от центра.                                                               | <b>505,5 В</b>                                       |
| 5                                        | Тонкий стержень длиной $l=10$ см несет равномерно распределенный заряд $Q=1$ нКл. Определить потенциал $\phi$ электрического поля в точке, лежащей на оси стержня на расстоянии $a=20$ см от ближайшего его конца.                                                   | <b>36,5 В</b>                                        |
| 6                                        | Тонкие стержни образуют квадрат со стороной длиной $a$ . Стержни заряжены с линейной плотностью $\tau=1,33$ нКл/м. Найти потенциал $\phi$ в центре квадрата.                                                                                                         | <b>84,3 В</b>                                        |
| <b>Электрическое поле заряженных тел</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |
| 1                                        | Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом $R=10$ см. Он заряжен с линейной плотностью $\tau=300$ нКл/м. Какую работу $A$ надо совершить, чтобы перенести заряд $Q=5$ нКл из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии $l=20$ см от центра его? | <b>47 мкДж</b>                                       |
| 2                                        | Точечные заряды $Q_1=1$ мкКл и $Q_2=0,1$ мкКл находятся на расстоянии $r_1=10$ см друг от друга. Какую работу $A$ совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние $r_2=10$ м                                          | <b>40,04 мкДж</b>                                    |
| 3                                        | Бесконечная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный по длине нити заряд с плотностью $\tau=1$ нКл/м. Каков градиент потенциала в точке, удаленной на расстояние $r=10$ см от нити? Указать направление градиента потенциала.                              | <b>0,1798 МВ/м</b><br><b>Вектор направлен к нити</b> |
| 4                                        | Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d=0,5$ см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с                                                                                                                              | <b>140 В</b>                                         |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                                    | поверхностными плотностями $\sigma_1=0,2$ мкКл/м <sup>2</sup> и $\sigma_2=-0,3$ мкКл/м <sup>2</sup> . Определить разность потенциалов $U$ между плоскостями.                                                                                                                                                                                                                                 |                  |
| 5                                                  | Какова потенциальная энергия $P$ системы четырех одинаковых точечных зарядов $Q=10$ нКл, расположенных в вершинах квадрата со стороной длиной $a=10$ см?                                                                                                                                                                                                                                     | <b>48,7 мкДж</b> |
| <b>Електроёмкость. Энергия электрического поля</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |
| 1                                                  | Найти ёмкость $C$ уединенного металлического шара радиусом $R=1$ см.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>1,11 пФ</b>   |
| 2                                                  | Определить ёмкость $C$ металлической сферы радиусом $R=2$ см, погруженной в воду.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>180 пФ</b>    |
| 3                                                  | Шар радиусом $R_1=6$ см заряжен до потенциала $\phi_1=300$ В, а шар радиусом $R_2=4$ см — до потенциала $\phi_2=500$ В. Определить потенциал $\phi$ шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Ёмкостью соединительного проводника пренебречь.                                                                                                                            | <b>380 В</b>     |
| 4                                                  | Определить ёмкость $C$ плоского слюдяного конденсатора, площадь $S$ пластин которого равна $100$ см <sup>2</sup> , а расстояние между ними равно $0,1$ мм.                                                                                                                                                                                                                                   | <b>6,2 нФ</b>    |
| 5                                                  | Ёмкость $C$ плоского конденсатора равна $1,5$ мкФ. Расстояние $d$ между пластинами равно $5$ мм. Какова будет ёмкость $C$ конденсатора, если па нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной $d_1=3$ мм?                                                                                                                                                                                   | <b>2,5 мкФ</b>   |
| 6                                                  | К воздушному конденсатору, заряженному до разности потенциалов $U=600$ В и отключенному от источника напряжения, присоединили параллельно второй незаряженный конденсатор таких же размеров и формы, но с диэлектриком (фарфор). Определить диэлектрическую проницаемость $\epsilon$ фарфора, если после присоединения второго конденсатора разность потенциалов уменьшилась до $U_1=100$ В. | <b>5</b>         |
| 7                                                  | Конденсатор ёмкостью $C_1=0,2$ мкФ был заряжен до разности потенциалов $U_1=320$ В. После того                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>0,32 мкФ</b>  |

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|                                     | как его соединили параллельно со вторым конденсатором, заряженным до разности потенциалов $U_2=450$ В, напряжение $U$ на нем изменилось до 400 В. Вычислить емкость $C_2$ второго конденсатора.                                                                                                                                                                                                           |                          |
| 8                                   | Конденсатору, емкость $C$ которого равна 10 пФ, сообщен заряд $Q=1$ пКл. Определить энергию $W$ конденсатора.                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>0,05 мкДж</b>         |
| 9                                   | Какое количество теплоты $Q$ выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов $U$ между пластинами равна 15 кВ, расстояние $d=1$ мм, диэлектрик — слюда и площадь $S$ каждой пластины равна 300 см <sup>2</sup> ?                                                                                                                                                                   | <b>0,209 Дж</b>          |
| 10                                  | Электрон влетел в плоский конденсатор, имея скорость $v=10$ Мм/с, направленную параллельно пластинам. В момент вылета из конденсатора направление скорости электрона составляло угол $\alpha=35^\circ$ с первоначальным направлением скорости. Определить разность потенциалов $U$ между пластинами (поле считать однородным), если длина $l$ пластин равна 10 см и расстояние $d$ между ними равно 2 см. | <b>79,6 В</b>            |
| <b>Постоянный электрический ток</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |
| 1                                   | Напряжение $U$ на шинах электростанции равно 6,6 кВ. Потребитель находится на расстоянии $l=10$ км. Определить площадь $S$ сечения медного провода, который следует взять для устройства двухпроводной линии передачи, если сила тока $I$ в линии равна 20 А и потери напряжения в проводах не должны превышать 3%.                                                                                       | <b>35 мм<sup>2</sup></b> |
| 2                                   | На одном конце цилиндрического медного проводника сопротивлением $R_0=10$ Ом (при 0 °С) поддерживается температура $t_1=20$ °С, на другом $t_2=400$ °С. Найти сопротивление $R$ проводника, считая градиент температуры вдоль его оси постоянным.                                                                                                                                                         | <b>18,8 Ом</b>           |
| 3                                   | Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС $\xi$ каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>2 А</b>               |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                                    | сопротивление $r=0,2$ Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление $R=1,5$ Ом. Найти силу тока $I$ во внешней цепи.                                                                                                                     |                                                                |
| 4                                                  | Два элемента ( $\xi_1=1,2$ В, $r_1=0,1$ Ом; $\xi_2=0,9$ В, $r_2=0,3$ Ом) соединены одноименными полюсами. Сопротивление $R$ соединительных проводов равно $0,2$ Ом. Определить силу тока $I$ в цепи.                                                | <b>0,5 А</b>                                                   |
| 5                                                  | Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение $U$ на зажимах лампочки равно $40$ В, сопротивление $R$ реостата равно $10$ Ом. Внешняя цепь потребляет мощность $P=120$ Вт. Найти силу тока $I$ в цепи. | <b>2 А</b>                                                     |
| 6                                                  | ЭДС $\xi$ батареи равна $20$ В. Сопротивление $R$ внешней цепи равно $2$ Ом, сила тока $I=4$ А. Найти КПД батареи.                                                                                                                                  | <b>40%</b>                                                     |
| 7                                                  | При силе тока $I_1=3$ А во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность $P_1=18$ Вт, при силе тока $I_2=1$ А – соответственно $P_2=10$ Вт. Определить ЭДС $\xi$ и внутреннее сопротивление $r$ батареи.                                   | <b>12 В, 2 Ом</b>                                              |
| 8                                                  | Сила тока в проводнике сопротивлением $R=12$ Ом равномерно убывает от $I_0=5$ А до $I=0$ в течение времени $\tau=10$ с. Какое количество теплоты $Q$ выделяется в этом проводнике за указанный промежуток времени?                                  | <b>1 кДж</b>                                                   |
| <b>Магнитное поле стационарного тока в вакууме</b> |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |
| 1                                                  | Две положительно заряженные частицы движутся во взаимно перпендикулярных направлениях. Отличны ли от нуля магнитные силы, действующие на частицы 1 и 2, в тот момент, когда вторая частица оказалась на линии скорости первой?                      | <b>1. да, да<br/>2. нет, нет<br/>3. да, нет<br/>4. нет, да</b> |
| 2                                                  | Катушка длиной $l=20$ см содержит $N=100$ витков. По обмотке катушки идет ток $I=5$ А. Диаметр $d$ катушки равен $20$ см. Определить магнитную индукцию $B$ в точке, лежащей на оси катушки на расстоянии $a=10$ см от ее конца.                    | <b>0,3795 мТл</b>                                              |
| 3                                                  | По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам                                                                                                                                                                                             | <b>57,13 мкТл</b>                                              |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                  | текут токи $I_1=50$ А и $I_2=100$ А в противоположных направлениях. Расстояние $d$ между проводами равно 20 см. Определить магнитную индукцию $B$ в точке, удаленной на $r_1=25$ см от первого и на $r_2=40$ см от второго провода.                                                                                                                                                                                                                                     |                |
| 4                                | По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I_1=20$ А и $I_2=30$ А в одном направлении. Расстояние $d$ между проводами равно 10 см. Вычислить магнитную индукцию $B$ в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние $r=10$ см.                                                                                                                                                                                                   | <b>87 мкТл</b> |
| 5                                | Определить максимальную магнитную индукцию $B_{\max}$ поля, создаваемого электроном, движущимся прямолинейно со скоростью $v=10$ Мм/с, в точке, отстоящей от траектории на расстоянии $d=1$ нм.                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>0,16 Тл</b> |
| <b>Электромагнитная индукция</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |
| 1                                | В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,35$ Тл равномерно с частотой $n=480$ мин <sup>-1</sup> вращается рамка, содержащая $N=500$ витков площадью $S=50$ см <sup>2</sup> . Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную ЭДС индукции $\xi_{\max}$ , возникающую в рамке.                                                                                                                                       | <b>43,46 В</b> |
| 2                                | Короткая катушка, содержащая $N=1000$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04$ Тл с угловой скоростью $\omega=5$ рад/с относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной линиям индукции поля. Определить мгновенное значение ЭДС индукции $\xi_i$ для тех моментов времени, когда плоскость катушки составляет угол $\alpha=60^\circ$ с линиями индукции поля. Площадь $S$ катушки равна 100 см <sup>2</sup> . | <b>1 В</b>     |
| 3                                | Обмотка тороида с немагнитным сердечником имеет $N_1=251$ виток. Средний диаметр $\langle D \rangle$ тороида равен 8 см, диаметр $d$ витков равен 2 см. На тороид намотана вторичная обмотка,                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>118 мВ</b>  |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | имеющая $N_2=100$ витков. При замыкании первичной обмотки в ней в течение $t=1$ мс устанавливается сила тока $I=3$ А. Найти среднюю ЭДС индукции $\langle \xi_i \rangle$ , возникающей на вторичной обмотке.                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4                                                 | Магнитный поток $\Phi=40$ мВб пронизывает замкнутый контур. Определить среднее значение ЭДС индукции $\langle \xi_i \rangle$ , возникающей в контуре, если магнитный поток изменится до нуля за время $\Delta t=2$ мс.                                                                                                                                   | <b>20 В</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5                                                 | По катушке индуктивностью $L=0,03$ мГн течет ток $I=0,6$ А. При размыкании цепи сила тока изменяется практически до нуля за время $\Delta t=120$ мкс. Определить среднюю ЭДС самоиндукции $\langle \xi_i \rangle$ , возникающую в контуре.                                                                                                               | <b>9,6 мВ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Переменный ток. Электромагнитные колебания</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1                                                 | Конденсатор емкости $C$ заряжается до напряжения $U_0$ и замыкается на катушку с индуктивностью $L$ . Чему равна амплитуда $I_m$ силы тока в образовавшемся колебательном контуре? Активным сопротивлением контура пренебречь.                                                                                                                           | $U_0(C/L)^{0,5}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2                                                 | Составлена электрическая цепь из параллельно соединенных активного сопротивления, конденсатора и катушки. Цепь соединена с выходом генератора переменного напряжения, амплитуда колебаний напряжения в опыте не изменяется. Как будет изменяться амплитуда колебаний силы тока в общей цепи при увеличении частоты колебаний напряжения, начиная с нуля? | 1. не будет изменяться<br>2. будет линейно возрастать с частотой от нуля<br>3. будет линейно убывать с частотой от некоторого начального значения<br>4. будет сначала возрастать с частотой от нуля, достигнет максимального значения, затем будет убывать<br><b>5. будет сначала убывать с частотой от некоторого начального значения, достигнет минимального значения, затем будет возрастать</b><br>6. будет колебаться по закону синуса или косинуса<br>7. правильный ответ не приведен |
| 3                                                 | На зажимы цепи подается переменное напряжение с действующим значением $U=220$ В и частотой $\nu=50$ Гц. Активное сопротивление цепи $R=22$ Ом, индуктивность $L=318$ мГн. Емкость цепи подбирается так, чтобы показание вольтметра, включенного параллельно катушке индуктивности, стало максимальным. Найти показания вольтметра $U_1$ и                | <b>10 А, 1 кВ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|   |                                                                                                                                                                                      |                 |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|   | амперметра $I$ в этих условиях. Полным сопротивлением амперметра и ответвлением тока в цепь вольтметра можно пренебречь.                                                             |                 |
| 4 | Сила тока в колебательном контуре изменяется по закону $I = 10 \sin(1000t)$ А. Индуктивность контура 1 Гн. Найдите емкость конденсатора.                                             | <b>1 мкФ</b>    |
| 5 | Активное сопротивление колебательного контура $R = 0,33$ Ом. Какую мощность $P$ потребляет контур при поддержании в нем незатухающих колебаний с амплитудой силы тока $I_m = 30$ мА? | <b>0,15 мВт</b> |

### База контрольных заданий для оценки высокого уровня

| № п/п                                       | Формулировка вопроса                                                                                                                                                                                                                                                                | Варианты ответов   |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Напряжённость поля системы точечных зарядов |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |
| 1                                           | Положительный точечный заряд 50 мкКл находится на плоскости $xu$ в точке с радиус-вектором $r_0 = 2i + 3j$ , где $i$ и $j$ — орты осей $x$ и $y$ . Найти модуль вектора напряженности электрического поля $E$ в точке с радиус-вектором $r = 8i - 5j$ . Здесь $r_0$ и $r$ в метрах. | <b>4,5 кВ/м</b>    |
| 2                                           | Тонкое полукольцо радиуса $R = 20$ см заряжено равномерно зарядом $q = 0,70$ нКл. Найти модуль вектора напряженности электрического поля в центре кривизны этого полукольца.                                                                                                        | <b>100 В/м</b>     |
| 3                                           | Напряженность электрического поля зависит только от координат $x$ и $y$ по закону $E = a (xi + yj)/(x^2 + y^2)$ , где $a$ — постоянная, $i$ и $j$ — орты осей $x$ и $y$ . Найти поток вектора $E$ через сферу радиуса $R$ с центром в начале координат.                             | <b>12,56Ra</b>     |
| 4                                           | Тонкое проволочное кольцо радиуса $r$ имеет электрический заряд $q$ . Каково будет приращение силы, растягивающей проволоку, если в центр кольца поместить точечный заряд $q_0$ ?                                                                                                   | <b>50,1 Н</b>      |
| 5                                           | Две длинные параллельные друг другу нити равномерно заряжены так, что на единицу длины каждой из них приходится заряд 0,5 мкКл/м. Расстояние между нитями равно 45 см. Найти максимальное значение напряженности электрического поля в                                              | <b>39,9447 В/м</b> |

|                                         |                                                                                                                                                                                                            |                                              |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                         | плоскости симметрии этой системы, расположенной между нитями.                                                                                                                                              |                                              |
| Потенциал поля системы точечных зарядов |                                                                                                                                                                                                            |                                              |
| 1                                       | Найти потенциал $\varphi$ на краю тонкого диска радиуса 20 см, по которому равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью 0,25 мкКл/м <sup>2</sup> .                                              | <b>1,798 кВ</b>                              |
| 2                                       | Найти потенциал и напряженность электрического поля в центре полусферы радиуса R, заряженной равномерно с поверхностной плотностью $\sigma$ .                                                              | <b><math>\sigma R / (2\epsilon_0)</math></b> |
| 3                                       | Заряд q распределен равномерно по объему шара радиуса R. Полагая диэлектрическую проницаемость всюду равной единице, найти потенциал в центре шара                                                         | <b><math>3q / (8\pi R \epsilon_0)</math></b> |
| 4                                       | Потенциал поля в некоторой области пространства зависит только от координаты x как $\varphi = -ax^3 + b$ , где a и b — некоторые постоянные. Найти распределение объемного заряда $\rho(x)$ .              | <b><math>6\epsilon_0 ax</math></b>           |
| 5                                       | Потенциал поля внутри заряженного шара зависит только от расстояния до его центра по закону $\varphi = ar^2 + b$ , где a и b — постоянные. Найти распределение объемного заряда $\rho(r)$ внутри шара.     | <b><math>-6a\epsilon_0</math></b>            |
| Электрическое поле заряженных тел       |                                                                                                                                                                                                            |                                              |
| 1                                       | Точечный заряд 100 мкКл находится на расстоянии 15 мА от безграничной проводящей плоскости. Какую работу необходимо совершить, чтобы медленно удалить этот заряд на очень большое расстояние от плоскости? | <b>1,5 кДж</b>                               |
| 2                                       | Найти потенциал незаряженной проводящей сферы, вне которой на расстоянии 3 см от ее центра находится точечный заряд 0,5 мкКл.                                                                              | <b>15 кВ</b>                                 |
| 3                                       | Найти электрическую силу, которую испытывает заряд, приходящийся на единицу поверхности произвольного проводника, если поверхностная плотность заряда равна 46 мкКл/м <sup>2</sup> .                       | <b>120 Н/м<sup>2</sup></b>                   |
| 4                                       | Металлический шарик радиуса R = 1,5 см имеет заряд q = 10 мкКл. Найти модуль вектора результирующей силы, которая действует на заряд, расположенный на одной половине шарика.                              | <b>500 Н</b>                                 |
| 5                                       | Два одинаковых небольших одноименно заряженных шарика                                                                                                                                                      | <b>1600 кг/м<sup>3</sup></b>                 |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                              | подвешены на изолирующих нитях равной длины к одной точке. При заполнении окружающей среды керосином угол расхождения нитей не изменился. Найти плотность материала шариков.                                                                                                                                                       |                                                      |
| Электроёмкость. Энергия электрического поля. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      |
| 1                                            | Два длинных прямых провода с одинаковым радиусом сечения 1 мм расположены в воздухе параллельно друг другу. Расстояние между их осями равно 50 мм. Найти взаимную ёмкость проводов на единицу их длины                                                                                                                             | <b><math>7,147 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}</math></b> |
| 2                                            | Найти ёмкость системы из двух одинаковых металлических шариков радиуса $a$ , расстояние между центрами которых $b$ , причем $b \gg a$ . Система находится в однородном диэлектрике с проницаемостью $\epsilon$ .                                                                                                                   | <b><math>2\pi\epsilon_0 a</math></b>                 |
| 3                                            | Определить ёмкость системы, которая состоит из металлического шарика радиуса $a$ и безграничной проводящей плоскости, отстоящей от центра шарика на расстояние $l$ , если $l \gg a$ .                                                                                                                                              | <b><math>4\pi\epsilon_0 a</math></b>                 |
| 4                                            | В некоторой цепи имеется участок АВ с э.д.с. источника $\xi = 10 \text{ В}$ , конденсаторами $C_1 = 1,0 \text{ мкФ}$ , $C_2 = 2,0 \text{ мкФ}$ и разность потенциалов $\varphi_A - \varphi_B = 5,0 \text{ В}$ . Найти напряжение на каждом конденсаторе.                                                                           | <b>10 В, 5 В</b>                                     |
| 5                                            | Конденсатор ёмкости $C_1 = 1,0 \text{ мкФ}$ , заряженный до напряжения $U = 110 \text{ В}$ , подключили параллельно к концам системы из двух последовательно соединённых незаряженных конденсаторов, ёмкости которых $C_2 = 2,0 \text{ мкФ}$ и $C_3 = 3,0 \text{ мкФ}$ . Какой заряд протечёт при этом по соединительным проводам? | <b>60 мкКл</b>                                       |
| 6                                            | Конденсатор ёмкости $C_1 = 1,0 \text{ мкФ}$ , предварительно заряженный до напряжения $U = 300 \text{ В}$ , подключили параллельно к незаряженному конденсатору ёмкости $C_2 = 2,0 \text{ мкФ}$ . Найти приращение электрической энергии этой системы к моменту установления равновесия.                                           | <b>-0,03 Дж</b>                                      |
| 7                                            | Точечный заряд $q = 3,0 \text{ мкКл}$ находится в центре шарового слоя из однородного изотропного диэлектрика с проницаемостью $\epsilon = 3,0$ . Внутренний                                                                                                                                                                       | <b>27 мДж</b>                                        |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                              | радиус слоя $a = 250$ мм, внешний $b = 500$ мм. Найти электростатическую энергию, заключенную в диэлектрическом слое.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             |
| 8                            | Плоский конденсатор опустили в горизонтальном положении в воду, которая заполнила зазор между пластинами шириной $d = 1,0$ мм. Затем конденсатор подключили к постоянному напряжению $U = 500$ В. Найти приращение давления воды в зазоре.                                                                                                                                                                | <b>7 кПа</b>                                |
| Постоянный электрический ток |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |
| 1                            | Длинный равномерно заряженный по поверхности цилиндр радиусом сечения $a = 1,0$ см движется с постоянной скоростью $v = 10$ м/с вдоль своей оси. Напряженность электрического поля непосредственно у поверхности цилиндра $E = 0,9$ кВ/см. Чему равен соответствующий конвекционный ток, т.е. ток, обусловленный механическим переносом заряда?                                                           | <b>0,5 мкА</b>                              |
| 2                            | Зазор между пластинами плоского конденсатора заполнен неоднородной слабо проводящей средой, удельная проводимость которой изменяется в направлении, перпендикулярном к пластинам, по линейному закону от $\sigma_1 = 1,0$ пСм/м до $\sigma_2 = 2,0$ пСм/м. Площадь каждой пластины $S = 230$ см <sup>2</sup> , ширина зазора $d = 2,0$ мм. Найти ток через конденсатор при напряжении на нем $U = 300$ В. | <b><math>5 \cdot 10^{-9}</math> А</b>       |
| 3                            | Амперметр и вольтметр подключили последовательно к батарее с э.д.с. $\xi = 6,0$ В. Если параллельно вольтметру подключить некоторое сопротивление, то показание вольтметра уменьшается в $\eta = 2,0$ раза, а показание амперметра во столько же раз увеличивается. Найти показание вольтметра после подключения сопротивления.                                                                           | <b>2 В</b>                                  |
| 4                            | Катушка радиуса $r = 25$ см, содержащая $l = 500$ м тонкого медного провода, вращается с угловой скоростью $\omega = 300$ рад/с вокруг своей оси. Через скользящие контакты катушка подключена к баллистическому гальванометру. Общее сопротивление всей цепи $R = 21$                                                                                                                                    | <b><math>1,8 \cdot 10^{11}</math> Кл/кг</b> |

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                             | Ом. Найти удельный заряд носителей тока в меди, если при резком затормаживании катушки через гальванометр проходил заряд $q = 10$ нКл.                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |
| 5                                           | Конденсатор ёмкостью $C = 1$ мкФ подключён последовательно с резистором $R = 2$ МОм к источнику с электродвижущей силой $E = 3$ В. Определите работу, совершаемую источником при зарядке конденсатора.                                                                                                                                                                                    | <b>9 мкДж</b>   |
| Магнитное поле стационарного тока в вакууме |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |
| 1                                           | Найти индукцию магнитного поля в центре контура, имеющего вид прямоугольника, если его диагональ $d = 16$ см, угол между диагоналями $\varphi = 30^\circ$ и ток в контуре $I = 5,0$ А.                                                                                                                                                                                                    | <b>0,1 мТл</b>  |
| 2                                           | Очень длинный проводник с током $I = 5,0$ А изогнут в форме прямого угла. Найти индукцию магнитного поля в точке, которая отстоит от плоскости проводника на $l = 35$ см и находится на перпендикуляре к проводникам, проходящем через точку изгиба.                                                                                                                                      | <b>2,4 мкТл</b> |
| 3                                           | Имеется кольцевой соленоид прямоугольного сечения. Найти магнитный поток через это сечение, если ток в обмотке $I = 1,7$ А, полное число витков $N = 1000$ , отношение внешнего диаметра к внутреннему $\eta = 1,6$ и толщина $h = 5,0$ см.                                                                                                                                               | <b>8 мкВб</b>   |
| 4                                           | На железном сердечнике в виде тора со средним радиусом $R = 250$ мм имеется обмотка с общим числом витков $N = 1000$ . В сердечнике сделана поперечная прорезь шириной $b = 1,00$ мм. При токе $I = 0,85$ А через обмотку индукция магнитного поля в зазоре $B = 0,75$ Т. Пренебрегая рассеянием магнитного потока на краях зазора, найти магнитную проницаемость железа в этих условиях. | <b>3700</b>     |
| 5                                           | Найти подвижность электронов проводимости в медном проводнике, если при измерении эффекта Холла в магнитном поле с индукцией $B = 100$ мТ напряженность поперечного электрического поля у данного проводника оказалась в $\eta = 1000$ раз меньше напряженности продольного электрического поля.                                                                                          | <b>0,01</b>     |

| Электромагнитная индукция |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1                         | Между полюсами электромагнита находится небольшая катушка, ось которой совпадает с направлением магнитного поля. Площадь поперечного сечения катушки $S = 3,0 \text{ мм}^2$ , число витков $N = 60$ . При повороте катушки на $180^\circ$ вокруг ее диаметра через подключенный к ней баллистический гальванометр протекает заряд $q = 4,5 \text{ мкКл}$ . Найти модуль вектора индукции магнитного поля между полюсами, если полное сопротивление электрической цепи $R = 40 \text{ Ом}$ .                                                             | <b>0,5 Тл</b>  |
| 2                         | Магнитный поток, пронизывающий контур, убывает за $1 \text{ мс}$ с $3 \text{ до } 2 \text{ мВб}$ по линейному закону. Найдите э.д.с. индукции в контуре.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1 В</b>     |
| 3                         | П-образный проводник находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном к плоскости проводника и изменяющемся во времени со скоростью $B = 0,10 \text{ Т/с}$ . Вдоль параллельных сторон этого проводника перемещают без начальной скорости проводник-перемычку с ускорением $w = 10 \text{ см/с}^2$ . Длина перемычки $l = 20 \text{ см}$ . Найти э. д. с. индукции в контуре через $t = 2,0 \text{ с}$ после начала перемещения, если в момент $t = 0$ площадь контура и индукция магнитного поля равны нулю. Индуктивностью контура пренебречь. | <b>0,012 В</b> |
| 4                         | Катушка индуктивности $L = 2,0 \text{ мГ}$ и сопротивления $R = 1,0 \text{ Ом}$ подключена к источнику постоянной э. д. с. $\xi = 3,0 \text{ В}$ . Параллельно катушке включено сопротивление $R_0 = 2,0 \text{ Ом}$ . Найти количество тепла, которое выделится в катушке после размыкания ключа К. Внутреннее сопротивление источника пренебрежимо мало.                                                                                                                                                                                              | <b>3 мкДж</b>  |
| 5                         | На длинный прямой соленоид, имеющий диаметр сечения $d = 5 \text{ см}$ и содержащий $n = 20$ витков на один сантиметр длины, плотно надет круговой виток из медного провода сечением $S = 1,0 \text{ мм}^2$ . Найти ток в витке, если ток в обмотке соленоида увеличивают с постоянной скоростью $I = 100 \text{ А/с}$ . Индуктивностью витка пренебречь.                                                                                                                                                                                               | <b>0,196 А</b> |

| Электромагнитные колебания. Переменный ток |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1                                          | Колебательный контур состоит из конденсатора емкости $C = 4,0$ мкФ и катушки с индуктивностью $L = 2,0$ мГ и активным сопротивлением $R = 10$ Ом. Найти отношение энергии магнитного поля катушки к энергии электрического поля конденсатора в момент максимума тока.                                                                                                                    | <b>5</b>                  |
| 2                                          | В контуре, добротность которого $Q = 50$ и собственная частота колебаний $\nu_0 = 5,5$ кГц, возбуждаются затухающие колебания. Через сколько времени энергия, запасенная в контуре, уменьшится в $\eta = 2,0$ раза?                                                                                                                                                                      | <b>1,003 мс</b>           |
| 3                                          | Соленоид с индуктивностью $L = 7$ мГ и активным сопротивлением $R = 44$ Ом подключили сначала к источнику постоянного напряжения $U_0$ , а затем к генератору синусоидального напряжения с действующим значением $U = U_0$ . При какой частоте генератора мощность, потребляемая соленоидом, будет в $\eta = 5,0$ раза меньше, чем в первом случае?                                      | <b>2 кГц</b>              |
| 4                                          | Катушка с индуктивностью $L = 0,70$ Г и активным сопротивлением $r = 20$ Ом соединена последовательно с безындукционным сопротивлением $R$ , и между концами этой цепи приложено переменное напряжение с действующим значением $U = 220$ В и частотой $\omega = 314$ рад/с. При каком значении сопротивления $R$ в цепи будет выделяться максимальная тепловая мощность? Чему она равна? | <b>199,8 Ом, 110,1 Вт</b> |
| 5                                          | На сколько процентов отличается частота $\omega$ свободных колебаний контура с добротностью $Q = 5,0$ от собственной частоты $\omega_0$ колебаний этого контура?                                                                                                                                                                                                                         | <b>0,5%</b>               |

### Вопросы к экзамену

1. Электрические заряды. Дискретность электрических зарядов. Закон сохранения заряда.
2. Закон Кулона. Полевая трактовка взаимодействия зарядов. Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Вычисление напряженности поля от произвольного распределения зарядов.
3. Поток вектора. Теорема Гаусса.
4. Применение интегральной теоремы Гаусса для нахождения напряженности поля, создаваемого заряженными телами. Примеры.
5. Работа сил электрического поля при перемещении заряда. Потенциальная энергия, потенциал. Потенциал поля точечного заряда.
6. Вычисление потенциала поля системы точечных зарядов с произвольным распределением заряда. Связь потенциала с напряженностью поля.
7. Проводники и диэлектрики. Проводники в электрическом поле.
8. Емкость проводника. Конденсаторы. Вычисление емкости плоского конденсатора.
9. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии электрического поля в пространстве.
10. Электрический диполь. Поле диполя.
11. Энергия взаимодействия диполя с внешним полем. Силы и момент сил, действующие на диполь во внешнем поле.
12. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризованности.
13. Поле внутри диэлектрика. Свободные и связанные заряды. Связь связанных зарядов с вектором поляризованности.
14. Вектор электрической индукции, его свойства. Относительная диэлектрическая проницаемость. Физический смысл. Вычисление поля в диэлектрике.
15. Поведение векторов напряженности и электрической индукции на границе раздела двух диэлектриков.
16. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, электреты.
17. Электрический ток. Сила тока. Вектор силы плотности тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома и Джоуля-Ленца.
18. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для замкнутой цепи.
19. Расчет цепей постоянного тока. Правило Кирхгофа. Пример.
20. Магнитное поле в вакууме. Взаимодействие токов. Полевая трактовка взаимодействия токов.
21. Сила Ампера. Сила, действующая на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле.
22. Закон Био-Савара. Магнитное поле движущейся заряженной частицы.
23. Вычислить магнитную индукцию от конечного линейного проводника с током.
24. Вычислить магнитную индукцию от витка с током.
25. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. (Закон полного тока).
26. Применение закона полного тока для нахождения магнитного поля токов. Примеры.
27. Работа сил магнитного поля при перемещении проводника с током и контура с током в магнитном поле.
28. Явление электромагнитной индукции. ЭДС электромагнитной индукции. Правило Ленца.
29. Явление самоиндукции. Индуктивность контура. Индуктивность бесконечно длинного соленоида.
30. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность.
31. Энергия магнитного поля бесконечно-длинного соленоида. Объемная плотность энергии магнитного поля. Локализация энергии магнитного поля в пространстве.

32. Магнитное поле в веществе. Диа- и парамагнетики. Намагниченность магнетика. Вектор намагниченности.
33. Молекулярные токи. Связь вектора намагниченности с молекулярными токами.
34. Вектор напряженности магнитного поля и его свойства. Относительная магнитная проницаемость. Физический смысл.
35. Поведение векторов магнитной индукции и напряженности на границе раздела магнетиков.
36. Ферромагнетики. Антиферромагнетики.
37. Ток смещения. Закон полного тока с учетом тока смещения.
38. Уравнение Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
39. Квазистационарные токи. Расчет цепей переменного тока. Свободные колебания в идеальном колебательном контуре.
40. Свободные колебания в реальном колебательном контуре.
41. Вынужденные колебания. Получить выражение для тока в контуре. Векторная диаграмма напряжений.
42. Вынужденные колебания. Явление резонанса.

## Примеры экзаменационных заданий

| № п/п | Формулировка вопроса                                                                                                                                                                                                                                 | Варианты ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Линии напряженности электростатического поля направлены ...                                                                                                                                                                                          | 1. ортогонально к эквипотенциальной поверхности в сторону возрастания потенциала<br>2. так, что всегда совпадают с векторами напряженности<br>3. вдоль эквипотенциальных поверхностей<br><b>4. ортогонально к эквипотенциальной поверхности в сторону убыви потенциала</b><br>5. по касательной к эквипотенциальной поверхности                                                                                                                                                                    |
| 2     | Заряд на каждой обкладке конденсатора увеличили в 4 раза.<br>Как изменится его ёмкость?                                                                                                                                                              | <b>1. не изменится</b><br>2. увеличится в 2 раза<br>3. уменьшится в 4 раза<br>4. увеличится в 4 раза<br>5. увеличится в 4 раза                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3     | Амперметр сопротивлением 0,1 Ом имеет шкалу до 4 А. Какое сопротивление должно быть у шунта, чтобы увеличить предел измерения амперметра до 24 А?                                                                                                    | <b>0,02 Ом</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4     | Ион $\text{Na}^+$ массой $m$ влетает в магнитное поле со скоростью $v$ перпендикулярно линиям индукции магнитного поля $B$ и движется по окружности радиуса $R$ . Модуль вектора индукции магнитного поля можно рассчитать, пользуясь выражением ... | 1. $eR/(mv)$<br><b>2. <math>mv/(eR)</math></b><br>3. $mvR/e$<br>4. $mve/R$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5     | Напряженность магнитного поля $H$ определяется только ... и не зависит от свойств среды.                                                                                                                                                             | <b>Источником поля</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6     | Декрементом затухания называется физическая величина ...                                                                                                                                                                                             | 1. показывающая, во сколько раз напряжение на конденсаторе в резонансе больше напряжения, подводимого к контуру<br>2. обратная числу периодов, в течение которых амплитуда уменьшается в $e$ раз<br>3. обратная промежутку времени, за который амплитуда колебаний уменьшается в $e$ раз<br><b>4. показывающая, во сколько раз амплитуда колебания уменьшается за период</b><br>5. показывающая, во сколько раз амплитуда колебания уменьшается за одну секунду<br>6. правильный ответ не приведен |
| 7     | Бесконечная тонкая прямая нить заряжена однородно с плотностью $\lambda=2,00$ мкКл/м. Найти $E$ как функции расстояния $r$ от нити.                                                                                                                  | <b>3,6 кВ/м</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|    | Вычислить $E$ для $r=10,0$ м.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |
| 8  | Тонкий стержень длиной $l=10$ см несет равномерно распределенный заряд $Q=1$ нКл. Определить потенциал $\varphi$ электрического поля в точке, лежащей на оси стержня на расстоянии $a=20$ см от ближайшего его конца.                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>36,5 В</b>     |
| 9  | Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d=0,5$ см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1=0,2$ мкКл/м <sup>2</sup> и $\sigma_2=-0,3$ мкКл/м <sup>2</sup> . Определить разность потенциалов $U$ между плоскостями.                                                                                                                                                                      | <b>140 В</b>      |
| 10 | Емкость $C$ плоского конденсатора равна $1,5$ мкФ. Расстояние $d$ между пластинами равно $5$ мм. Какова будет емкость $C$ конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной $d_1=3$ мм?                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>2,5 мкФ</b>    |
| 11 | Амперметр и вольтметр подключили последовательно к батарее с э.д.с. $\xi = 6,0$ В. Если параллельно вольтметру подключить некоторое сопротивление, то показание вольтметра уменьшается в $\eta = 2,0$ раза, а показание амперметра во столько же раз увеличивается. Найти показание вольтметра после подключения сопротивления.                                                                                                                                           | <b>2 В</b>        |
| 12 | Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение $U$ на зажимах лампочки равно $40$ В, сопротивление $R$ реостата равно $10$ Ом. Внешняя цепь потребляет мощность $P=120$ Вт. Найти силу тока $I$ в цепи.                                                                                                                                                                                                                       | <b>2 А</b>        |
| 13 | По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I_1=50$ А и $I_2=100$ А в противоположных направлениях. Расстояние $d$ между проводами равно $20$ см. Определить магнитную индукцию $B$ в точке, удаленной на $r_1=25$ см от первого и на $r_2=40$ см от второго провода.                                                                                                                                                                             | <b>57,13 мкТл</b> |
| 14 | Короткая катушка, содержащая $N=1000$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04$ Тл с угловой скоростью $\omega=5$ рад/с относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной линиям индукции поля. Определить мгновенное значение ЭДС индукции $\xi_i$ для тех моментов времени, когда плоскость катушки составляет угол $\alpha=60^\circ$ с линиями индукции поля. Площадь $S$ катушки равна $100$ см <sup>2</sup> . | <b>1 В</b>        |
| 15 | Сила тока в колебательном контуре изменяется по закону $I = 10\sin(1000t)$ А. Индуктивность контура $1$ Гн. Найдите емкость конденсатора.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>1 мкФ</b>      |

**Типовые контрольные вопросы для промежуточной аттестации**

1. Электрические заряды. Дискретность электрических зарядов. Закон сохранения заряда.
2. Закон Кулона. Полевая трактовка взаимодействия зарядов. Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Вычисление напряженности поля от произвольного распределения зарядов.
3. Поток вектора. Теорема Гаусса.
4. Применение интегральной теоремы Гаусса для нахождения напряженности поля, создаваемого заряженными телами. Примеры.
5. Работа сил электрического поля при перемещении заряда. Потенциальная энергия, потенциал. Потенциал поля точечного заряда.
6. Вычисление потенциала поля системы точечных зарядов с произвольным распределением заряда. Связь потенциала с напряженностью поля.
7. Проводники и диэлектрики. Проводники в электрическом поле.
8. Емкость проводника. Конденсаторы. Вычисление емкости плоского конденсатора.
9. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии электрического поля в пространстве.
10. Электрический диполь. Поле диполя.
11. Энергия взаимодействия диполя с внешним полем. Силы и момент сил, действующие на диполь во внешнем поле.
12. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризованности.
13. Поле внутри диэлектрика. Свободные и связанные заряды. Связь связанных зарядов с вектором поляризованности.
14. Вектор электрической индукции, его свойства. Относительная диэлектрическая проницаемость. Физический смысл. Вычисление поля в диэлектрике.
15. Поведение векторов напряженности и электрической индукции на границе раздела двух диэлектриков.
16. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, электреты.
17. Электрический ток. Сила тока. Вектор силы плотности тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома и Джоуля-Ленца.
18. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для замкнутой цепи.
19. Расчет цепей постоянного тока. Правило Кирхгофа. Пример.
20. Магнитное поле в вакууме. Взаимодействие токов. Полевая трактовка взаимодействия токов.
21. Сила Ампера. Сила, действующая на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле.
22. Закон Био-Савара. Магнитное поле движущейся заряженной частицы.
23. Вычислить магнитную индукцию от конечного линейного проводника с током.
24. Вычислить магнитную индукцию от витка с током.
25. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. (Закон полного тока).
26. Применение закона полного тока для нахождения магнитного поля токов. Примеры.
27. Работа сил магнитного поля при перемещении проводника с током и контура с током в магнитном поле.
28. Явление электромагнитной индукции. ЭДС электромагнитной индукции. Правило Ленца.
29. Явление самоиндукции. Индуктивность контура. Индуктивность бесконечно длинного соленоида.
30. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность.
31. Энергия магнитного поля бесконечно-длинного соленоида. Объемная плотность энергии магнитного поля. Локализация энергии магнитного поля в пространстве.
32. Магнитное поле в веществе. Диа- и парамагнетики. Намагниченность магнетика. Вектор намагниченности.
33. Молекулярные токи. Связь вектора намагниченности с молекулярными токами.

34. Вектор напряженности магнитного поля и его свойства. Относительная магнитная проницаемость. Физический смысл.
35. Поведение векторов магнитной индукции и напряженности на границе раздела магнетиков.
36. Ферромагнетики. Антиферромагнетики.
37. Ток смещения. Закон полного тока с учетом тока смещения.
38. Уравнение Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
39. Квазистационарные токи. Расчет цепей переменного тока. Свободные колебания в идеальном колебательном контуре.
40. Свободные колебания в реальном колебательном контуре.
41. Вынужденные колебания. Получить выражение для тока в контуре. Векторная диаграмма напряжений.
42. Вынужденные колебания. Явление резонанса.

### Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

| №<br>п/п | Формулировка вопроса                                                                                                                                                                                                                                 | Варианты ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Линии напряженности электростатического поля направлены ...                                                                                                                                                                                          | 1. ортогонально к эквипотенциальной поверхности в сторону возрастания потенциала<br>2. так, что всегда совпадают с векторами напряженности<br>3. вдоль эквипотенциальных поверхностей<br><b>4. ортогонально к эквипотенциальной поверхности в сторону убыви потенциала</b><br>5. по касательной к эквипотенциальной поверхности                                                                                                                                                                    |
| 2        | Заряд на каждой обкладке конденсатора увеличили в 4 раза.<br>Как изменится его ёмкость?                                                                                                                                                              | <b>1. не изменится</b><br>2. увеличится в 2 раза<br>3. уменьшится в 4 раза<br>4. увеличится в 4 раза<br>5. увеличится в 4 раза                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3        | Амперметр сопротивлением 0,1 Ом имеет шкалу до 4 А. Какое сопротивление должно быть у шунта, чтобы увеличить предел измерения амперметра до 24 А?                                                                                                    | <b>0,02 Ом</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4        | Ион $\text{Na}^+$ массой $m$ влетает в магнитное поле со скоростью $v$ перпендикулярно линиям индукции магнитного поля $B$ и движется по окружности радиуса $R$ . Модуль вектора индукции магнитного поля можно рассчитать, пользуясь выражением ... | 1. $eR/(mv)$<br><b>2. <math>mv/(eR)</math></b><br>3. $mvR/e$<br>4. $mve/R$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5        | Напряженность магнитного поля $H$ определяется только ... и не зависит от свойств среды.                                                                                                                                                             | <b>Источником поля</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6        | Декрементом затухания называется физическая величина ...                                                                                                                                                                                             | 1. показывающая, во сколько раз напряжение на конденсаторе в резонансе больше напряжения, подводимого к контуру<br>2. обратная числу периодов, в течение которых амплитуда уменьшается в $e$ раз<br>3. обратная промежутку времени, за который амплитуда колебаний уменьшается в $e$ раз<br><b>4. показывающая, во сколько раз амплитуда колебания уменьшается за период</b><br>5. показывающая, во сколько раз амплитуда колебания уменьшается за одну секунду<br>6. правильный ответ не приведен |
| 7        | Бесконечная тонкая прямая нить заряжена однородно с плотностью $\lambda=2,00$ мкКл/м. Найти $E$ как функции расстояния $r$ от нити. Вычислить $E$ для $r=10,0$ м.                                                                                    | <b>3,6 кВ/м</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 8  | Тонкий стержень длиной $l=10$ см несет равномерно распределенный заряд $Q=1$ нКл. Определить потенциал $\varphi$ электрического поля в точке, лежащей на оси стержня на расстоянии $a=20$ см от ближайшего его конца.                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>36,5 В</b>     |
| 9  | Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d=0,5$ см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1=0,2$ мКл/м <sup>2</sup> и $\sigma_2=-0,3$ мКл/м <sup>2</sup> . Определить разность потенциалов $U$ между плоскостями.                                                                                                                                                                        | <b>140 В</b>      |
| 10 | Емкость $C$ плоского конденсатора равна $1,5$ мкФ. Расстояние $d$ между пластинами равно $5$ мм. Какова будет емкость $C$ конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной $d_1=3$ мм?                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>2,5 мкФ</b>    |
| 11 | Амперметр и вольтметр подключили последовательно к батарее с э.д.с. $\xi = 6,0$ В. Если параллельно вольтметру подключить некоторое сопротивление, то показание вольтметра уменьшается в $\eta = 2,0$ раза, а показание амперметра во столько же раз увеличивается. Найти показание вольтметра после подключения сопротивления.                                                                                                                                           | <b>2 В</b>        |
| 12 | Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение $U$ на зажимах лампочки равно $40$ В, сопротивление $R$ реостата равно $10$ Ом. Внешняя цепь потребляет мощность $P=120$ Вт. Найти силу тока $I$ в цепи.                                                                                                                                                                                                                       | <b>2 А</b>        |
| 13 | По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I_1=50$ А и $I_2=100$ А в противоположных направлениях. Расстояние $d$ между проводами равно $20$ см. Определить магнитную индукцию $B$ в точке, удаленной на $r_1=25$ см от первого и на $r_2=40$ см от второго провода.                                                                                                                                                                             | <b>57,13 мкТл</b> |
| 14 | Короткая катушка, содержащая $N=1000$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04$ Тл с угловой скоростью $\omega=5$ рад/с относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной линиям индукции поля. Определить мгновенное значение ЭДС индукции $\xi_i$ для тех моментов времени, когда плоскость катушки составляет угол $\alpha=60^\circ$ с линиями индукции поля. Площадь $S$ катушки равна $100$ см <sup>2</sup> . | <b>1 В</b>        |
| 15 | Сила тока в колебательном контуре изменяется по закону $I = 10\sin(1000t)$ А. Индуктивность контура $1$ Гн. Найдите емкость конденсатора.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>1 мкФ</b>      |

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика, направленность (профиль) «Баллистика и гидроаэродинамика», РПД по дисциплине «Электричество и магнетизм», 2026 год набора, очная форма обучения**

**Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:**

Проректор по учебной работе

утверждено 27.02.26

А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

## Протокол заседания № 04 от 05.02.2026

Председатель Ученого совета

физического факультета

СОГЛАСОВАНО

М.А. Загребин

**Заседанием кафедры общей и теоретической физики**

## Протокол заседания № 06 от 05.02.2026

Заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО

А.Е. Майер

Авторы (составители)

А.Е. Майер

А.А. Эбель

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 274-1**