

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горно-Алтайский государственный университет»
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

Электричество и магнетизм рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	кафедра математики, физики и информатики		
Учебный план	44.03.05_2025_675.plx 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) Математика и Физика		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: экзамены 4	
в том числе:			
аудиторные занятия	94		
самостоятельная работа	12,5		
часов на контроль	34,75		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
Неделя	16 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	30	30	30	30
Лабораторные	40	40	40	40
Практические	24	24	24	24
Консультации (для студента)	1,5	1,5	1,5	1,5
Контроль самостоятельной работы при проведении аттестации	0,25	0,25	0,25	0,25
Консультации перед экзаменом	1	1	1	1
Итого ауд.	94	94	94	94
Контактная работа	96,75	96,75	96,75	96,75
Сам. работа	12,5	32,9	12,5	32,9
Часы на контроль	34,75	34,75	34,75	34,75
Итого	144	164,4	144	164,4

Программу составил(и):

К.ф.-м.н., Профессор, Михайлов С.П.

Рабочая программа дисциплины

Электричество и магнетизм

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (приказ Минобрнауки России от 22.02.2018 г. № 125)

составлена на основании учебного плана:

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

утвержденного учёным советом вуза от 30.01.2025 протокол № 2.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

кафедра математики, физики и информатики

Протокол от 10.04.2025 протокол № 10

Зав. кафедрой Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
кафедра математики, физики и информатики

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
кафедра математики, физики и информатики

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
кафедра математики, физики и информатики

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
кафедра математики, физики и информатики

Протокол от _____ 2029 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Р.А.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цели: Цель дисциплины «Общая физика», раздел «Электричество и магнетизм» – сообщить студенту базовые знания, умения и навыки в области электричества и магнетизма.
1.2	Задачи: Задачи дисциплины: сообщить основные понятия, принципы и законы электричества и магнетизма; закрепить умение грамотно использовать физическую лексику и понятийный аппарат, решать типовые учебные и усложнённые задачи по электричеству и магнетизму; дать возможность приобрести базовые экспериментальные навыки в области электричества и магнетизма.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О.08
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Элементарная физика	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Дифференциальные уравнения	
2.2.2	Электродинамика	
2.2.3	Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц	
2.2.4	Методы решения физических задач	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ОПК-8: Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний****ИД-2.ОПК-8: Проектирует и осуществляет учебно-воспитательный процесс с опорой на знания предметной области, психолого-педагогические знания и научно-обоснованные закономерности организации образовательного процесса.**

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные понятия, принципы и законы курса электричества и магнетизма;

уметь:

- решать типовые учебные задачи электричества и магнетизма на основе аппарата высшей математики;

- применять экспериментальные навыки в области электричества и магнетизма;

- грамотно использовать физическую лексику и понятийный аппарат;

владеть:

- физической лексикой и математическим аппаратом;

- базовыми электроизмерительными приборами;

- навыками сборки электрических схем и проведения экспериментов в области электричества и магнетизма.

ПК-1: Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.**ИД-1.ПК-1: Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета).**

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

структуру, состав и дидактические единицы предметной области.

уметь:

- выделять дидактические единицы;

владеть:

- навыками составления календарного плана дисциплины -.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1.						

1.1	См. файл "Раб_прогр_ЭМ_2024. pdf" в приложении и в системе Moodle /Лаб/	4	40		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3	0	
1.2	См. файл "Раб_прогр_ЭМ_2024. pdf" в приложении и в системе Moodle /Лек/	4	30		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	0	
1.3	См. файл "Раб_прогр_ЭМ_2024. pdf" в приложении и в системе Moodle /Пр/	4	24		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
1.4	См. файл "Раб_прогр_ЭМ_2025. pdf" в приложении в системе Moodle /Ср/	4	32,9		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	Раздел 2. Промежуточная аттестация (экзамен)						
2.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	4	34,75	ИД-2.ОПК-8 ИД-1.ПК-1		0	
2.2	Контроль СР /КСРАтт/	4	0,25	ИД-2.ОПК-8 ИД-1.ПК-1		0	
2.3	Контактная работа /КонсЭк/	4	1	ИД-2.ОПК-8 ИД-1.ПК-1		0	
	Раздел 3. Консультации						
3.1	Консультация по дисциплине /Конс/	4	1,5	ИД-2.ОПК-8 ИД-1.ПК-1		0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Пояснительная записка

- Фонд оценочных средств формируется отдельным документом в соответствии с Положением о фонде оценочных средств в Горно-Алтайском государственном университете.
- Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины.
- Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в формах, указанных в рабочей программе, и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену

5.2. Оценочные средства для текущего контроля

Оценочные средства для текущего контроля см. в приложении 1 (файл "ФОС эл_маг_2025_для_студентов.pdf").

5.3. Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

См. файл "ФОС эл_маг_2025_для_студентов.pdf" в приложении

5.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Оценочные средства для промежуточной аттестации см. в приложении 1 (файл "ФОС эл_маг_2025_для_студентов.pdf").

Тесты для проверки формирования компетенций;

ОПК-8: Проектирует и осуществляет учебно-воспитательный процесс с опорой на знания предметной области, психолого-педагогические знания и научно-обоснованные закономерности организации образовательного процесса.

- Электрический заряд - это?
 - Скалярная физическая величина, показывающая способность заряженных тел взаимодействовать - притягиваться или отталкиваться (верно)
 - Заряд элементарных частиц - протона и электрона (неверно)
 - Особая электрическая жидкость внутри заряженных тел (неверно)
 - Электрическое поле - это?
 - Особый вид материи, создаваемой только заряженными телами (верно)
 - Особый вид материи, создаваемой только движущимися зарядами (неверно)
 - Область пространства с особыми свойствами вокруг заряженных тел (неверно)
 - Магнитное поле - это?
 - Особый вид материи, создаваемой только движущимися зарядами (верно)
 - Особый вид материи, создаваемой только неподвижными заряженными телами (неверно)
 - Особый вид материи, создаваемой только проводниками с током (неверно)
- ПК-1: Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета).
- Дисциплина включает такие части:
 - Электростатика, законы постоянного тока, магнетизм и электромагнитные явления (верно).

Б) Электричество и магнетизм (верно, но есть более мелкие разделы).
В) Электромагнитные явления (неверно).
2) Электростатика - это?
А) Раздел дисциплины, изучающий свойства и взаимодействие неподвижных заряженных тел (верно).
Б) Раздел дисциплины, изучающий свойства электростатического поля (неверно).
В) Раздел дисциплины, изучающий условия движения зарядов (неверно).
3) Электродинамика - это?
А) Раздел дисциплины, изучающий свойства и взаимодействие движущихся заряженных тел (верно).
Б) Раздел дисциплины, изучающий электрические силы (неверно).
В) Раздел дисциплины, изучающий условия движения зарядов (неверно).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1		Элементарная физика. Ч.3. Электричество и магнетизм: учебное пособие	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008	
Л1.2	Михайлов С.П.	Электричество и магнетизм: лабораторный практикум	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2010	
Л1.3	Михайлов С.П.	Курс физики. Том 2. Электричество и магнетизм. Элементы фотометрии, геометрической и волновой оптики: учебное пособие для студентов университетов и педвузов	Горно-Алтайск: БИЦ ГАГУ, 2019	http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&view=book&id=3434:953&catid=6:physics&Itemid=164

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Трофимова Т.И.	Курс физики: учебное пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 2003	
Л2.2	Михайлов С.П.	Электричество и магнетизм: учебное пособие для вузов	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008	
Л2.3	Михайлов С.П.	Методические указания и рабочая программа по курсу "Электричество и магнетизм": методические указания	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2007	

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Adobe Reader
6.3.1.2	Firefox
6.3.1.3	Foxit Reader
6.3.1.4	MS Office
6.3.1.5	Яндекс.Браузер
6.3.1.6	Moodle
6.3.1.7	NVDA
6.3.1.8	LibreOffice
6.3.1.9	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса СТАНДАРТНЫЙ
6.3.1.10	РЕД ОС
6.3.1.11	MS Windows

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Межвузовская электронная библиотека
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система IPRbooks
6.3.2.3	База данных «Электронная библиотека Горно-Алтайского государственного университета»

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	проблемная лекция	
	ситуационное задание	

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Номер аудитории	Назначение	Основное оснащение
102 Б1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, мультимедиапроектор, экран, компьютер. Рабочее место преподавателя, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), кафедра
109 Б1	Лаборатория молекулярной физики. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Установки для: изучения газовых законов; определения коэффициента линейного расширения; определения коэффициента вязкости жидкости; определения размеров броуновских частиц; определения коэффициента поверхностного натяжения; изучения адиабатических процессов; определения коэффициента теплопроводности; определения теплоёмкости. Комплекс "Физический практикум по молекулярной физике". Набор демонстрационный "Газовые законы и свойства насыщенных паров". Насос вакуумный Комовского. Стенды учебные. Манометр водяной, метроном, микроманометр. Микроскопы, набор ареометров, трансформатор (Регулятор напряжения РНШ), электропечь малая, Электроплитка лабораторная. Стенды: «Десятичные приставки», «Основные законы», «Система СИ», «Техника безопасности», «Формулы». Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя, ученическая доска
211 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), компьютеры с доступом к Интернет

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

См. файл "Раб_прогр_ЭМ_2024. pdf" в приложении и в системе Moodle

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Горно-Алтайский государственный университет»
Физико-математический и инженерно-технологический институт (ФМИТИ)
Кафедра математики, физики и информатики

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине
«Электричество и магнетизм»

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат**
Для направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями
подготовки)
Профиль подготовки «Математика и Физика»
2024-2025 учебный год

Составитель – к.ф.-м.н., проф. Михайлов С.П.



Утвержден на заседании кафедры 10.04.2025 г., протокол № 10.
И.о. зав. кафедрой Богданова Р.А.



Пояснительная записка

1. Фонд оценочных средств формируется отдельным документом в соответствии с Положением о фонде оценочных средств в Горно-Алтайском государственном университете.

2. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ»

3. Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в формах, указанных ниже, и промежуточной аттестации по билетам на экзамене.

А) Формы текущего контроля: списки понятий, используемых на практических занятиях; домашние задачи; изучаемые самостоятельно теоретические вопросы; контрольные работы; вопросы теоретического собеседования во время выполнения лабораторных работ; перечень отрабатываемых в лаборатории экспериментальных умений.

Б) Промежуточная аттестация: собеседование по теории и проверка экспериментально-практических умений на экзамене по билетам.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ по дисциплине «Электричество и магнетизм»

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 1

1. Электрический заряд. Его основные свойства. Модели распределения зарядов. Закон Кулона. Теория дальнего действия
 2. Соединив последовательно предложенные преподавателем лампочку, конденсатор известной величины и катушку, подключить их к звуковому генератору, добиться резонанса и вычислить индуктивность катушки.
- Примечание: для катушки "3600" и конденсатора ёмкостью порядка единиц мкФ резонансная частота меньше 200 Гц.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 2

1. Теория близкодействия. Электрическое поле, его свойства. Напряжённость электрического поля, силовые линии. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Поле диполя.
2. Имея источник типа В-24 и авометр, найти индуктивность катушки или ёмкость конденсатора.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 3

1. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда, системы зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряжённости и потенциала. Работа в электростатическом поле. Его потенциальность.

2. К проводящему кольцу приближается (или удаляется) полюс постоянного магнита. С помощью правила Ленца найти направление индукционного тока; определить и направление силы Ампера.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 4

1. Поток вектора напряжённости. Теорема Гаусса. Расчёт поля заряженной нити, плоскости и двух плоскостей.

2. Повторить основные опыты Фарадея. **Примечание:** взять в качестве источника магнитного поля постоянные магниты или катушку "220" с током от выпрямителя; для индикаторного контура взять катушку "3600".

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ФИЗИКИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 5

1. Диполь в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектрике. Смысл диэлектрической проницаемости.

2. Экспериментально показать баллистическим методом, что поле в центре соленоида близко к однородному. Объяснить суть метода.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 6

1. Свойства заряженного проводника в электростатике. Высоковольтный генератор. Проводник в электрическом поле. Электростатическая защита. Электрическое поле Земли.

2. В предложенных преподавателем случаях найти силу Ампера (Лоренца).

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 7

1. Электроёмкость. Конденсаторы; их соединение. Энергия заряженного тела и электрического поля.

2. В предложенных преподавателем случаях показать путь расчёта магнитного поля системы токов.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 8

1. Электрический ток. Сила и плотность тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для металлического проводника.
2. Отклоняя магнитом светящееся пятно на экране осциллографа, определить полярность полюсов постоянного магнита.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 9

1. Сторонние силы и ЭДС. Закон Ома для участка цепи с ЭДС и для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока. КПД источника тока.
2. Магнитным зондом найти величину и направление магнитного поля Земли в лаборатории, отградуировав зонд по полю в центре кругового тока.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 10

1. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока. КПД источника тока.
2. Присоединив к батарее аккумуляторов реостат известного сопротивления, измерить ток в цепи и вычислить, пренебрегая сопротивлением амперметра, каковы внутреннее сопротивление и ЭДС каждого элемента батареи.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 11

1. Природа тока в металлах. Объяснение законов Ома и Джоуля-Ленца классической электронной теорией (КЭТ); её трудности.
18. С помощью цифрового осциллографа получить осциллограмму напряжения на выходе предложенного преподавателем выпрямителя и определить, является ли выпрямитель однополупериодным.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 12

1. Собственные и примесные полупроводники. Электронная и дырочная проводимость полупроводников.
2. Сняв зависимость сопротивления полупроводника от температуры, найти ширину его запрещённой зоны.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 13

1. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия. Вакуумные приборы: диод, триод, электронно-лучевая трубка. Холодная эмиссия; другие виды эмиссий.
2. Найдя направление тока в цепи термопары, указать, в каком из металлов пары больше концентрация электронов. Какой из спаев нагреется за счёт эффекта Пельтье при указанной преподавателем полярности внешней ЭДС?

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 14

1. Законы Вольта. Их объяснение классической электронной теорией. Термоэлектрические явления в контакте металлов; термопара, термобатарея, их применение.
15. Отградуировать термопару, определив её термоЭДС.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 15

1. Контактные явления в полупроводниках. Запирающий слой. Полупроводниковые диод, триод и лазер.
2. По известным чувствительности и сопротивлению школьного гальванометра найти величину добавочного сопротивления, необходимого для измерения постоянного напряжения до 15 В. Результат сравнить (прибором типа ММВ) с добавочным сопротивлением при гальванометре.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 16

1. Электролитическая диссоциация. Закон Ома для электролитов. Электролиз, законы Фарадея; применение электролиза. Гальванические элементы. Аккумуляторы.
2. По известным чувствительности и сопротивлению школьного демонстрационного гальванометра рассчитать сопротивление шунта, который надо включить с гальванометром для измерения тока до 3 А. Результат сравнить (прибором типа ММВ) с сопротивлением аналогичного шунта в гальванометре.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 17

1. Газовый разряд, условия его возникновения, вольтамперная характеристика. Четыре вида разрядов, их применение. Молния. Плазма.

12. Прибором типа ММВ (или другим омметром) измерить сопротивления двух катушек, а затем, соединяя их параллельно и последовательно, сравнить полученные в опытах данные с расчётными.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 18

1. Магнитное поле, его описание. Закон Ампера. Круговой ток в магнитном поле. Магнитный момент витка с током.

2. Для предложенной преподавателем системы зарядов (заряженного тела) найти напряжённость и потенциал электрического поля в заданной точке.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 19

1. Закон Био-Савара. Принцип суперпозиции. Поле кругового и прямого токов.

2. Дано электрическое поле с потенциалом, указанным преподавателем (например, $\varphi = 5x^2 + 3y + 5$). Заряд $+1$ нКл помещен в точку $A(1,2)$ этого поля. Найти энергию заряда и действующую на него в точке A силу, а также работу перемещения в точку $B(3,4)$.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 20

1. Закон полного тока (теорема о циркуляции для магнитного поля). Вихревой характер этого поля. Поле тороида и соленоида. Теорема Гаусса для магнитного поля.

2. В установке для измерения электрических полей с помощью вилки найти направление силовых линий поля двух пластин и показать, что это поле близко к однородному; найдя его напряжённость с помощью вилки, сравнить результаты с расчётом (измерив расстояние и напряжение между пластинами).

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 21

1. Магнитное поле в веществе. Диа- и парамагнетики.

2. С помощью цифрового осциллографа получить осциллограмму напряжения на выходе ГЗШ.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 22

1. Магнитные свойства ферромагнетиков. Природа ферромагнетизма.
2. Подав от генератора ГЗШ сигналы разной частоты (50, 200, 500 Гц) и амплитуды (выходы 5, 600 и 2000 Ом), получить на экране осциллографа устойчивое изображение одного периода синусоиды примерно одной амплитуды.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 23

1. Сила Лоренца. Движение заряда в магнитном поле. Эффект Холла. Работа в магнитном поле; магнитный поток.
6. Используя в качестве источников переменного тока звуковой генератор и В-24 (или РНШ), получить на экране осциллографа фигуры Лиссажу для нескольких отношений частот.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 24

1. опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Два механизма появления индукционного тока. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
5. Измерив напряжение на реостате, подсоединённом к выпрямителю типа В-24, вычислить ток через него и рассчитать погрешность измерения.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 25

1. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Явления при замыкании и размыкании цепи с индуктивностью. Явление взаимной индукции; трансформатор. Энергия магнитного поля. Магнитное поле Земли.
4. Объяснив порядок измерений с помощью школьного демонстрационного амперметра, назначение всех его клемм и шунтов, измерить ток через реостат, подсоединённый к выпрямителю типа В-24.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

10.04.2025

БИЛЕТ № 26

1. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный переменный ток: сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи такого тока. Метод векторных диаграмм. Закон Ома для переменного тока.
3. Объяснив порядок измерений с помощью школьного демонстрационного вольтметра, назначение всех клемм и добавочных сопротивлений, измерить им напряжение в сети и на клеммах выпрямителя типа ВУП.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 27

1. Резонанс токов и напряжений. Мощность в цепи переменного тока. Действующее значение переменного тока.
2. В собранной электрической цепи объяснить назначение всех элементов, начертить схему этой цепи и с помощью омметра найти место обрыва цепи (добиться, чтобы лампочка загорелась).

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

ПЕДАГОГИ. Электричество и магнетизм

И.о. зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
10.04.2025

БИЛЕТ № 28

1. Ток смещения. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны. Энергия и скорость электромагнитной волны. Вектор Пойнтинга. Излучение электромагнитных волн. Опыты Герца.
2. Объяснив назначение всех клемм и ручек выпрямителя (типов В-24, ВУП, ВС 4-12 и пр.), авометром измерить все напряжения, правильно выбирая пределы измерений, шкалы, вид тока и пр.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, умение показано без замечаний и теоретический вопрос раскрыт полностью.
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент свободно владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, но умение показано с замечаниями или теоретический вопрос раскрыт не полностью.
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент частично владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, но умение показано с замечаниями и теоретический вопрос раскрыт не полностью.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, или не показано умение, или не раскрыт теоретический вопрос.

СПИСКИ ПОНЯТИЙ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ по дисциплине «Электричество и магнетизм»

Часть 1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА.

ЗАНЯТИЕ 1. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции.

Электромагнитное взаимодействие. Электрический заряд. Его свойства: два вида зарядов, их взаимодействие; элементарный заряд "е", его носители; дискретность; релятивистская инвариантность; закон сохранения заряда.

Модели заряженных тел: точечный заряд; заряженные нить, поверхность, объём. Линейная, поверхностная и объёмная плотности заряда. Вычисление заряда тела с их помощью.

Закон Кулона в вакууме, его физическое содержание; название и смысл всех обозначений в формуле. (ВНИМАНИЕ! ЭТО НАДО БУДЕТ СДЕЛАТЬ ВО ВСЕХ ФОРМУЛАХ ВСЕХ СПИСКОВ, ХОТЯ УПОМИНАТЬСЯ БОЛЬШЕ НЕ БУДЕТ!). Направление силы; границы применимости закона.

Десятичные приставки: Гига (Г), Мега (М), кило (к), санти (с), милли (м), микро (мк), нано (н), пико (п).

Электрическое поле. Вектор напряжённости E , его смысл, направление. Сила, действующая на точечный заряд q в точке поля напряжённостью E . Напряжённость поля точечного заряда. Однородное поле. Принцип суперпозиции для поля точечных и распределённых зарядов.

Электрический диполь; дипольный момент p .

Силовая линия. Вид силовых линий поля точечного заряда, диполя, однородного поля.

=====

По ходу раскрытия списка указать единицы всех вводимых электрических величин в системе СИ (ВНИМАНИЕ! ЭТО НАДО БУДЕТ СДЕЛАТЬ ДЛЯ ВСЕХ ПОНЯТИЙ ВСЕХ СПИСКОВ, ХОТЯ УПОМИНАТЬСЯ БОЛЬШЕ НЕ БУДЕТ!).

ЗАНЯТИЕ 2. Потенциал. Работа электрического поля. Связь напряжённости и потенциала.

Потенциал электростатического поля; его смысл. Потенциал поля нескольких зарядов. Потенциальная энергия точечного заряда в точке поля с известным потенциалом. Работа перемещения заряда в поле. Разность потенциалов, её отличие от изменения потенциала, смысл. Прямая и обратная связь E и φ .

Потенциал поля точечного заряда. Эквипотенциальные поверхности; их вид для поля точечного заряда, диполя, однородного поля.

ЗАНЯТИЕ 3. Теорема Гаусса. Поле в диэлектриках и проводниках. Ёмкость проводника. Конденсаторы.

Энергия заряженного тела и электрического поля.

Поток вектора напряжённости; его смысл. Теорема Гаусса. Напряжённость и потенциал полей бесконечных равномерно заряженных нити, плоскости, двух разноименно заряженных параллельных плоскостей; вид силовых линий и эквипотенциальных поверхностей этих полей.

Свободные (сторонние) и связанные заряды. Диэлектрик. Вектор поляризованности, его смысл. Поверхностная плотность связанных зарядов. Диэлектрическая восприимчивость. Относительная диэлектрическая проницаемость, связь её с восприимчивостью, смысл. Закон Кулона в безграничном однородном жидком (газообразном) диэлектрике. Напряжённость и потенциал поля точечного заряда в этом случае.

Свободный заряд. Проводник. Свойства заряженного проводника: распределение поля, заряда, потенциала, вид силовых линий поля. Те же свойства для незаряженного проводника, внесённого в электрическое поле.

Ёмкость проводника; её смысл. Ёмкость шара. Конденсатор. Его ёмкость. Ёмкость плоского конденсатора. Ёмкость при соединении конденсаторов; распределение зарядов и напряжений.

Энергия заряженного тела и конденсатора. Объёмная плотность энергии электрического поля.

Часть 2. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

ЗАНЯТИЕ 4. Сила и плотность постоянного тока. Сторонние силы и ЭДС. Законы Ома.

Электрический ток. Сила тока; её смысл. Ток проводимости; конвекционный ток. Плотность тока; её смысл и связь со скоростью движения зарядов тока проводимости. Связь силы и плотности тока.

Постоянный ток. Его сила. Связь силы тока и числа элементарных зарядов, протекающих через поперечное сечение проводника.

Смысл электрического сопротивления. Сопротивление проводника постоянного сечения. Закон Ома для проводника в интегральной и дифференциальной формах. Смысл удельного сопротивления. Резистор. Сопротивление при параллельном и последовательном соединении резисторов; распределение токов и напряжений при этом. Шунт и добавочное сопротивление; их величина.

Источник тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС); её смысл. Электрическая цепь. Закон Ома для участка цепи с ЭДС; правило знаков. Напряжение и разность потенциалов. Закон Ома для замкнутой цепи.

ЗАНЯТИЕ 5. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока. Источники тока.

Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока на участке цепи и в замкнутой цепи. Полезная мощность и КПД источника тока. Условие получения максимума полезной мощности в замкнутой цепи постоянного тока.

Определение общих ЭДС и внутреннего сопротивления при параллельном и последовательном соединении n одинаковых элементов.

Зависимость сопротивления металлов от температуры.

ЗАНЯТИЕ 6. Электрический ток в различных средах.

Носители тока в металлах. Дрейф. Скорость распространения поля. Концентрация атомов металла с известными массой килограмм-атома и плотностью.

Смысл работы выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия. Устройство вакуумного диода.

Электролиты. Носители тока в них. Заряд иона с известной валентностью. Электролиз. Два закона Фарадея для электролиза. Смысл электрохимического эквивалента и постоянной Фарадея; химический эквивалент.

Газовый разряд; два условия его возникновения. Носители тока в газе. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. График вольтамперной характеристики газового разряда; ток насыщения. Подвижность носителей тока; её смысл. Плотность тока несамостоятельного разряда; плотность тока насыщения несамостоятельного разряда.

Полупроводник. Собственный и примесный полупроводники; носители тока в них. Зависимость сопротивления полупроводников от температуры.

В часы ИРС - контрольная работа по электростатике и постоянному току.

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 1-6.

Часть 3. МАГНЕТИЗМ.

ЗАНЯТИЕ 7. Закон Био-Савара. Поля токов различной конфигурации.

Магнитное поле. Направление вектора магнитной индукции. Вектор элемента тока; его направление. Закон Био-Савара; направление (правило буравчика) и модуль индукции. Напряжённость H магнитного поля в вакууме; закон Био-Савара для поля H . Принцип суперпозиции.

Величина и направление полей B и H в центре кругового тока; то же для точек на оси кругового тока. Вектор магнитного момента рамки с током; его направление. Величина и направление полей B и H прямого тока конечной длины и бесконечного прямого тока. Силовая линия (линия индукции). Вид силовых линий магнитного поля кругового и длинного прямого токов.

ЗАНЯТИЕ 8. Закон полного тока. Магнитное поле Земли.

Циркуляция вектора напряженности магнитного поля $\Gamma = ?$. Закон полного тока; правило знаков. Вид силовых линий магнитного поля тороида.

Поля B и H тонкого тороида и длинного соленоида; то же на краю длинного соленоида. Вид силовых линий магнитного поля тороида и соленоида.

Вид силовых линий магнитного поля Земли и полосового постоянного магнита. Величина магнитного поля Земли в Горно-Алтайске.

ЗАНЯТИЕ 9. Сила Ампера. Сила Лоренца.

Сила Ампера; её направление (правила буравчика и левой руки) и модуль. Сила, действующая на прямой ток в однородном магнитном поле. Модуль и направление сил взаимодействия 2-х параллельных прямых токов.

Магнитный момент рамки из N одинаковых витков. Вращающий момент, действующий на рамку с током в однородном магнитном поле; его направление (правило буравчика). Взаимодействие постоянных магнитов.

Сила Лоренца; её модуль, направление. Радиус окружности, описываемой заряженной частицей, влетающей в однородное магнитное поле под прямым и произвольным углом к силовым линиям.

ЗАНЯТИЕ 10. Магнитное поле в веществе. Магнитный поток.

Магнетик. Гипотеза Ампера о природе магнетизма. Причина появления собственного поля в магнетике, внесенном во внешнее поле; полное поле такого магнетика. Магнитная проницаемость вещества; её смысл.

Вектор намагниченности J . Смысл введения вектора H при описании поля в магнетике. Магнитная восприимчивость; её связь с магнитной проницаемостью. Связь индукции, напряженности и намагниченности.

Диа-, пара-, ферромагнетик; их восприимчивость, проницаемость, вид зависимости $J(H)$. Основная кривая индукции и петля гистерезиса ферромагнетика.

Магнитный поток; его смысл. Потокосцепление.

Часть 4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.

ЗАНЯТИЕ 11. Явление электромагнитной индукции (ЭМИ). Явления самоиндукции и взаимной индукции. Энергия контура с током и магнитного поля.

Явление ЭМИ. Закон Фарадея. Индукционный ток; его сила. Правило Ленца. Заряд, протекающий в контуре, помещенном в меняющееся магнитное поле. ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле.

Явление самоиндукции. Индуктивность (коэффициент самоиндукции) контура; её смысл. ЭДС самоиндукции. Индуктивность соленоида.

Явление взаимной индукции. Устройство трансформатора. Коэффициент трансформации; отношение токов и напряжений.

Работа перемещения контура с током в магнитном поле. Энергия контура с током. Объёмная плотность энергии магнитного поля.

ЗАНЯТИЕ 12. Закон Ома для переменного тока. Мощность в цепи переменного тока.

Переменный ток. Синусоидальный переменный ток: его уравнение, мгновенное значение, амплитуда, фаза, начальная фаза, круговая (циклическая) частота и её связь с частотой и периодом, график. Амплитуда, частота, круговая частота и период сетевого напряжения.

Активное (омическое), индуктивное и ёмкостное сопротивления в цепи переменного тока. Закон Ома и векторная диаграмма для резистора, конденсатора и катушки индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома и векторная диаграмма для последовательно соединённых активного сопротивления, ёмкости и индуктивности. Угол сдвига фаз тока и напряжения. Реактивное и полное сопротивление (импеданс) такой цепи.

Действующие (эффективные) значения переменного синусоидального тока и напряжения; их смысл. Мощность в цепи переменного тока. Коэффициент мощности; его смысл и способ увеличения. Условие наибольшей полезной мощности в цепи переменного тока.

В часы ИРС - контрольная работа по магнетизму и электромагнитным явлениям.

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 7-12.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью и правильно раскрыл список понятий, правильно указав единицы всех физических величин и смысл всех обозначений в формулах;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент полностью и правильно раскрыл список понятий, но не везде правильно указал единицы всех физических величин и смысл всех обозначений в формулах;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент не полностью или не везде правильно раскрыл список понятий, не везде указав единицы всех физических величин и смысл всех обозначений в формулах;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если список отсутствует без уважительной причины.

ДОМАШНИЕ ЗАДАЧИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

по дисциплине «Электричество и магнетизм»

Часть 1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА.

ЗАНЯТИЕ 1. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции.

Домашнее задание № 1

1. Считая протон и электрон в атоме водорода неподвижными точечными зарядами, удалёнными на $5 \cdot 10^{-11}$ м, найти напряжённость электрического поля в точках В и С (см. рис.3.1).
2. Одинаковые шарики массой по 0.2 г имеют равные заряды по 10 нКл и подвешены на нити, как показано на

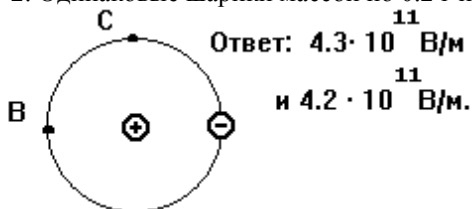


Рис.3.1.

Ответ: $4.3 \cdot 10^{11}$ В/м
и $4.2 \cdot 10^{11}$ В/м.

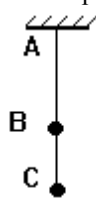


Рис.3.2.

рис.3.2, на расстоянии $BC = 3$ см. Найти силу натяжения нити на участках АВ и ВС. Рассмотреть случаи зарядов одного и разных знаков (4 и 3 мН, 4 и 1 мН).

3. Сколько избыточных электронов содержит пылинка массой 10^{-11} г, если в поле горизонтального плоского конденсатора с расстоянием между пластинами 5 мм при напряжении 76.5 В она находится в равновесии? (40)
4. Одинаковые металлические шарики с зарядами $+q$ и $+4q$ находились на расстоянии r . Затем шарики соприкоснулись. На какое расстояние надо их развести, чтобы сила взаимодействия не изменилась? (1.25r)
5. В однородное поле напряжённостью 40 кВ/м внесли точечный заряд 27 нКл. Найти напряжённость результирующего поля в 9 см от заряда на линиях, проходящих через заряд: а) на силовой линии однородного поля; б) на прямой, перпендикулярной силовым линиям. (70 и 10, 50 и 50 кВ/м).
6. Два заряда по 25 нКл удалены на 24 см. С какой силой действуют они на третий заряд 2 нКл, удалённый на 15 см от каждого из двух первых зарядов, если они одноимённые? разноимённые? (24 и 32 мкН).

Добавочные задачи (обязательны только для задолжников по домашним заданиям!): Сахаров Д.И. "Сборник задач по физике", 20-3, 20-6. Далее задачник Д.И. Сахарова будет обозначаться буквой С.

ЗАНЯТИЕ 2. Потенциал. Работа электрического поля. Связь напряжённости и потенциала.

Домашнее задание № 2

1. В вершинах правильного 6-угольника стороной 5 см находятся равные точечные заряды 6.6 нКл. Найти работу электрических сил по перемещению заряда 3.3 нКл из центра 6-угольника в середину одной из сторон. (2.5 мкДж).
2. Шарик массой 1 г и зарядом 10 нКл перемещается из точки А с потенциалом 600 В в точку В с нулевым потенциалом. Какой была его скорость в точке А, если в точке В она стала 20 см/с? (16.7 см/с).
3. В однородном поле напряжённостью 1 кВ/м перемещён заряд -25 нКл на 2 см по силовой линии. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии заряда, разность потенциалов начальной и конечной точек поля. (-0.5 и 0.5 мкДж, 20 В)

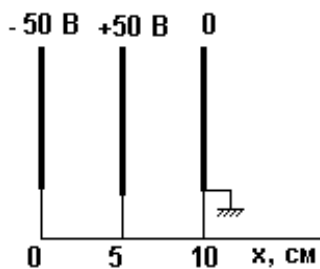


Рис.3.3

4. Какой станет кинетическая энергия покоившегося заряда 1 нКл при разгоне его полем из точки, находившейся на расстоянии 3 см от точечного заряда 1 мКл, в точку, удалённую на 10 см? (210 мкДж)

5. Покоившийся электрон получил в однородном поле ускорение 10^{12} м/с². Найти: напряжённость поля; скорость частицы через 1 мкс; работу поля и разность потенциалов, пройденную электроном за это время. (5.7 В/м, 1 Мм/с, $4.5 \cdot 10^{-19}$ Дж, 2.8 В)

6. На рис.3.3 дано положение заряженных пластин и их потенциалы. Начертить силовые линии электрического поля, построить графики зависимости напряжённости и потенциала между пластинами в зависимости от расстояния X.

Добавочные задачи: С.21-13, 21-17.

ЗАНЯТИЕ 3. Теорема Гаусса. Поле в диэлектриках и проводниках. Ёмкость проводника.

Конденсаторы. Энергия заряженного тела и электрического поля.

Домашнее задание № 3.

1. На плоскости, наклонённой к горизонту под углом 60° , лежит монета диаметром 2 см. Каков поток вектора напряжённости электрического поля Земли ($E \approx 130$ В/м) через её поверхность? (0.02 Вм)
2. С помощью теоремы Гаусса рассчитать поле длинного цилиндра радиуса R, заряженного по поверхности с постоянной плотностью σ . Ответ: $E = 0$ для $r < R$ и $E = \sigma R / (\epsilon_0 r)$ для $r > R$.

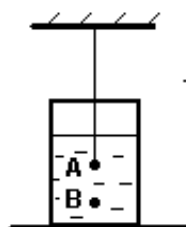


Рис.3.4

3. Две пластины площадью $S = 2 \text{ дм}^2$ находятся в керосине ($\epsilon = 2$) на расстоянии $d = 4 \text{ мм}$. С какой силой они взаимодействуют при разности потенциалов $U = 150 \text{ В}$? Ответ: $F = \epsilon \epsilon_0 U^2 S / (2d^2) = 0.25 \text{ мН}$.

4. Найти плотность связанных зарядов на поверхностях слюдяной пластинки ($\epsilon = 7$) толщиной 0.2 мм , служащей изолятором плоского конденсатора под напряжением 400 В . (100 мКл/м^2)

5. На каком удалении от погружённого в керосин ($\epsilon = 2$, плотность 800 кг/м^3) шарика А (рис.3.4) с зарядом 7 нКл находится стальная пылинка В объёмом 9 мм^3 (плотность стали 7800 кг/м^3) с зарядом -2.1 нКл , если она находится в равновесии? (1 см)

6. Найти заряд положительного шарика массой 0.18 г из вещества плотностью 1800 кг/м^3 , уравновешенного в жидком диэлектрике плотностью 900 кг/м^3 , где создано направленное вверх однородное поле напряжённостью 45 кВ/м . (20 нКл)

7. Определить ёмкость плоского конденсатора площадью обкладок $S = 200 \text{ см}^2$, если между обкладками находится стекло ($\epsilon_1 = 7$) толщиной $d_1 = 1 \text{ мм}$, покрытое с обеих сторон слоем парафина ($\epsilon_2 = 2$) толщиной d_2 по 0.2 мм . Ответ: $C = \epsilon_0 \epsilon_1 \epsilon_2 S / (\epsilon_2 d_1 + 2 \epsilon_1 d_2) = 516 \text{ пФ}$.

8. Пластины плоского воздушного конденсатора площадью 300 см^2 раздвинуты на 3 мм . Между ними помещена металлическая пластина той же площади толщиной 1 мм , конденсатор заряжен до 600 В и отсоединён от источника питания. Найти работу удаления пластины из конденсатора (12 мкДж).

9. Шар радиусом 5 см , заряженный до потенциала 100 кВ , соединили проводником с незаряженным шаром радиусом 6 см . Найти заряд и потенциал каждого шара после соединения (250 и 300 нКл , 45 кВ).

10. На погружённом в керосин проводящем шаре диаметром 6 см находится заряд 20 нКл . Найти объёмную плотность энергии электрического поля на удалении 2 и 4 см от центра шара (0 и $1,1 \text{ мДж/м}^3$).

11. Пластины плоского конденсатора площадью 200 см^2 разделены слоем слюды ($\epsilon = 6$) толщиной 2 мм . Какой наибольший заряд можно сообщить конденсатору, если допустимо напряжение 3 кВ ? (1.6 мКл)

12. Расстояние между пластинами заряженного плоского конденсатора уменьшили в 2 раза. Во сколько раз изменились энергия и объёмная плотность энергии поля, если конденсатор: а) отключили от источника, б) не отключали. (Упала вдвое, не изменилась; выросли в 2 и 4 раза)

Добавочные задачи: С.20-25, 23-4, С.24-16, 24-30.

Часть 2. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

ЗАНЯТИЕ 4. Сила и плотность постоянного тока.

Сторонние силы и ЭДС. Законы Ома.

Домашнее задание № 4.

1. При зарядке аккумулятора током 3 А соединённый с ним вольтметр показывает 4.25 В , а при разрядке током 4 А - 3.9 В . Найти ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора (4.1 В , 50 мОм).

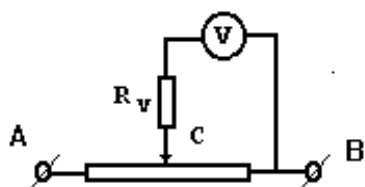


Рис.3.5.

2. Гальванический элемент даёт на внешнее сопротивление 4 Ом ток 0.2 А , а на сопротивление 7 Ом - 0.14 А . Найти ток его короткого замыкания, когда внешнее сопротивление близко к нулю (0.47 А).

3. От источника напряжением 45 В надо питать спираль сопротивлением 20 Ом , рассчитанную на напряжение 20 В . Есть три реостата а) 6 Ом , 2 А ; б) 30 Ом , 4 А ; в) 800 Ом , 0.6 А . Какой из них нужно использовать? (Доказать, что второй)

4. Элемент с ЭДС 1.1 В внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут на сопротивление 9 Ом . Найти ток в цепи и падение потенциала вне и внутри элемента. (0.11 А , 0.99 и 0.11 В)

5. К зажиму В и скользящему контакту С реостата сопротивлением 60 Ом подключен вольтметр (рис.3.5). Когда длина левой (на рисунке) части обмотки реостата вдвое больше длины правой части, вольтметр показывает 8 В , а при перемещении контакта С к точке А до конца - 28 В . Найти сопротивление вольтметра, считая напряжение между точками А и В постоянным. (80 Ом)

6. Четыре лампы, рассчитанные на напряжение 3 В и силу тока 0.3 А , надо включить параллельно и питать от источника напряжением 5.4 В . Какой резистор надо включить последовательно лампам? Как изменится накал ламп, если одну из них отключить? (2 Ом ; увеличится)

Добавочные задачи: С.25-13, 25-20.

ЗАНЯТИЕ 5. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока. Источники тока.

Домашнее задание № 5.

1. Батарея состоит из 5 последовательно соединённых элементов с ЭДС 1.4 В и внутренним сопротивлением 0.3 Ом . При каком токе её полезная мощность равна 8 Вт ? Какова максимальная полезная мощность? ($8/3$ или 2 А ; $49/6 \text{ Вт}$).

2. Найти работу тока на участке сопротивлением 12 Ом , где ток в течение 5 с равномерно вырос с 2 до 10 А . (2480 Дж).

3. Найти работу электрических сил и выделение тепла за 1 с в таких случаях: а) в проводе с током 1 А под напряжением 2 В ; б) в аккумуляторе с ЭДС 1.3 В , заряжаемом током 1 А под напряжением 2 В ; в) в батарее аккумуляторов с ЭДС 2.6 В , отдающей на внешнее сопротивление ток 1 А под напряжением 2 В . Ответы: а) $+2$ и $+2 \text{ Дж}$; б) $+2$ и $+0.7 \text{ Дж}$; в) -2 и $+0.6 \text{ Дж}$.

4. Генератор питает 50 соединённых параллельно ламп сопротивлением 300 Ом каждая, и напряжение на его зажимах равно 120 В. Внутреннее сопротивление генератора - 0.1 Ом, сопротивление подводящих проводов - 0.4 Ом. Найти ЭДС генератора, силу тока в линии, напряжение на лампах, полезную мощность, потери мощности внутри генератора и в подводящих проводах. (20 А, 130 В, 120 В, 2 кВт, 40 Вт, 160 Вт)

5. На лампе написано 220 В, 100 Вт. Для измерения сопротивления вольфрамовой нити на лампу подали напряжение 2 В, и ток был равен 54 мА. Оценить температуру накала нити в рабочем состоянии. ($\approx 2500^\circ\text{C}$)

6. От источника с ЭДС ε и внутренним сопротивлением r питают 3 включенных последовательно резистора сопротивлением 3 r каждый. Как изменятся ток в цепи, напряжение на зажимах источника и полезная мощность, если резисторы включить параллельно? (Рост в 5, падение в 1.8, рост в 2.8 раза)

Добавочные задачи: С.27-2, 27-9.

ЗАНЯТИЕ 6. Электрический ток в различных средах.

Домашнее задание № 6.

1. Определить импульс всех электронов провода длиной 10 км с постоянным током 400 А. ($2.3 \cdot 10^{-5}$ кг·м/с).

2. Амперметр в цепи электролитической ванны с раствором AgNO_3 показывает ток 0.9 А. Так ли это, если за 5 мин выделилось 316 мг серебра? (Нет, 0.94 А)

3. Между электродами разрядной трубки, удалёнными на 10 см, напряжение 5 В. Число пар ионов 10^8 $1/\text{м}^3$, причём подвижность положительных ионов - 0.03 $\text{м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$, отрицательных - 300 $\text{м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. Найти плотность тока в трубке. Какую часть тока создаёт движение положительных ионов? (0.24 $\text{мкА}/\text{м}^2$; 0.0001).

4. Найти ток насыщения ионизационной камеры с удалёнными на 6.2 см плоскими электродами площадью по 100 см^2 , если внешний ионизатор образует за 1 с 10^9 пар одновалентных ионов каждого знака в 1 см^3 . (100 нА).

5. Концентрация электронов проводимости в Ge при комнатной температуре равна $3 \cdot 10^{19}$ м^{-3} . Какая часть атомов даёт электроны, если плотность германия 5400 $\text{кг}/\text{м}^3$, а молярная масса - 73 $\text{кг}/\text{кмоль}$. ($6.7 \cdot 10^{-10}$).

6. В электронно-лучевой трубке пучок электронов с кинетической энергией $W = 8$ кЭв пролетает между управляющими пластинами длиной $x = 4$ см, удалёнными на расстояние $d = 2$ см. Какое напряжение U подали на пластины, если пучок на выходе из них сместился на $y = 0.8$ см? ($U = 4Wy/d \cdot ex^2 = 3,2$ кВ)..

Добавочные задачи: С.29-6, 30-2.

В часы ИРС - контрольная работа по электростатике и постоянному току.

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 1-6.

Часть 3. МАГНЕТИЗМ.

ЗАНЯТИЕ 7. Закон Био-Савара. Поля токов различной конфигурации.

Домашнее задание № 7.

1. По трём длинным параллельным прямым проводам, расположенным в одной плоскости на равном расстоянии 3 см, текут токи $I_1 = I_2$ в одном и $I_3 = 2I_1$ в противоположном направлении. Найти положение прямой с нулевой напряжённостью суммарного поля. (Если ток I_3 с краю, то в 1 см от среднего провода; если I_3 посередине, то решения нет).

2. По 2-м длинным параллельным прямым проводам, расположенным на расстоянии 5 см, текут в одном направлении токи 5 и 10 А. Найти напряжённость поля в точке, удалённой на 2 см от первого и 5 см от второго провода. (56 А/м).

3. Найти напряжённость поля в центре прямоугольника со сторонами $a = 16$ и $b = 30$ см, обтекаемого током $I = 6$ А. Ответ: $H = 2 I (a^2 + b^2)^{1/2} / \pi ab = 27$ А/м.

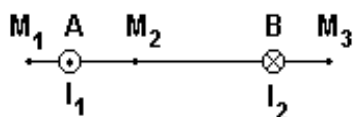


Рис.3.9.

4. Найти напряжённость поля, созданного током $I = 5$ А, текущим по проводу в виде правильного треугольника стороной $a = 30$ см, в вершине правильного тетраэдра, построенного на этом треугольнике. Ответ: $H = I \sqrt{3} / (6\pi a) = 1.5$ А/м.

5. По проводу, согнутому в виде кольца радиусом 11 см, течёт ток 14 А. Найти напряжённость поля в центре кольца и в точке на оси кольца, удалённой на 10 см от его плоскости. (64 и 26 А/м)

6. Два длинных параллельных прямых провода А и В с токами $I_1 = 20$ и $I_2 = 30$ А (на рис.3.9 показаны направления токов) находятся на расстоянии $AB = 10$ см. Найти напряжённость поля в точках M_1 , M_2 и M_3 , если $M_1A = 2$ см, $AM_2 = 4$ см и $BM_3 = 3$ см. (120, 159 и 135 А/м)

Добавочные задачи: С.31-12, 31-13.

ЗАНЯТИЕ 8. Закон полного тока. Магнитное поле Земли.

Домашнее задание № 8.

1. Найти напряжённость поля на удалении $r = 0.5$ см от оси круглого медного провода радиусом $R = 2$ см с током $I = 500$ А. ($I r / 2\pi R^2 = 1$ кА/м).

2. По длинному горизонтальному проводу, нормальному плоскости магнитного меридиана, на запад идёт ток 15 А. Величина поля Земли 40 А/м, угол наклона (с поверхностью) 70° . Указать точку вблизи середины провода, где результирующее поле равно нулю. Какова напряжённость поля на 5 см выше и ниже провода? (На 2.1 см ниже и 5.6 см южнее провода; около 70 и 50 А/м).

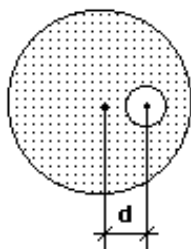


Рис.3.10.

3. По длинному прямому соленоиду с плотностью намотки 35 витков на 1 см длины, течёт ток силой 2 А. Найти напряжённость поля вблизи середины соленоида и в центре одного из его оснований. (7000 и 3500 А/м)

4. На торе диаметрами внутренним 10 и внешним 40 мм равномерно намотаны 500 витков. Найти максимум и минимум напряжённости поля при токе в обмотке 5 А. (около 20 и 80 кА/м)

5. Внутри длинного прямого цилиндрического провода с постоянной плотностью тока j имеется цилиндрическая полость, ось которой параллельна оси провода и удалена от неё на расстояние d (рис.3.10). Найти напряжённость поля в полости. ($H = jd / 2$. Поле однородно и нормально направлениям j и d)

6. Прямой длинный соленоид плотно намотан в один слой проволокой диаметром 0.8 мм. Найти напряжённость поля в центре соленоида при токе в 1 А. (1250 А/м)

Добавочные задачи: С.31-9, 31-24.

ЗАНЯТИЕ 9. Сила Ампера. Сила Лоренца.

Домашнее задание № 9.

1. Из проволоки длиной 20 см сделали сначала квадратный, затем круглый контур. Найти действующие на них вращающие моменты в однородном поле индукцией 0.1 Тл, если ток в контурах 2 А, а их плоскость составляет угол 45° с направлением поля. (0.35 и 0.45 мН·м).

2. Электрон движется в магнитном поле индукцией $B=2$ мТл по винтовой линии радиусом $R=2$ см и шагом (расстоянием между витками) $h=5$ см. Найти скорость электрона. Ответ: $v = eB(h^2 + 4\pi^2 R^2)^{1/2} / 2\pi m = 7.6$ Мм/с.

3. Найти нормальное и тангенциальное ускорения электрона, движущегося со скоростью v в совпадающих по направлению электрическом E и магнитном B полях, если а) скорость направлена вдоль полей, б) перпендикулярна им. Ответ: а) $a_n=0$, $a_t = eE / m$; б) $a_t=0$, $a_n = e(B^2 v^2 + E^2)^{1/2} / m$.

4. Горизонтальный проводник длиной l и массой m подвешен на тонких проволочках в вертикальном однородном магнитном поле. Найти индукцию B этого поля, если при пропускании по проводнику тока I он отклоняется от вертикали на угол α . [$B = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha / (I \cdot l)$].

5. По кольцу из свинцовой проволоки диаметром $d = 10$ см сечением $S = 0.7$ мм² идёт ток $I = 7$ А, и проволока нагрета почти до плавления. Порвётся ли она при включении однородного поля индукцией $B=1$ Тл, перпендикулярного плоскости кольца, если прочность свинца на разрыв при таком нагреве $p=2$ Н / мм²? [Нет. Для разрыва нужно поле $B = 2Sp / (Id) = 4$ Тл]

6. Электрон со скоростью 10 Мм / с влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно его силовым линиям. Какова индукция поля, если электрон описал окружность радиусом 1 см? (5.6 мТл)

Добавочные задачи: С.31-30, 31-48.

ЗАНЯТИЕ 10. Магнитное поле в веществе. Магнитный поток.

Домашнее задание № 10.

1. На железное кольцо сечением 7 см² и средним диаметром 15 см равномерно навито 500 витков провода с током 0.6 А. Считая индукцию по сечению одинаковой, найти магнитный поток. При каком токе поток будет 840 мкВб? Здесь и в задачах ниже взять кривую индукции на стр.90 (700 мкВб и 1 А).

2. Ток $I = 20$ А идёт по полой тонкостенной трубе радиусом $R = 5$ см и обратно по сплошному проводнику радиусом $r = 1$ мм, проложенному по оси трубы. Длина трубы $l=20$ м. Найти магнитный поток такой системы, пренебрегая полем внутри металла. Ответ: $\Phi = \mu_0 I (\ln R/r) / 2\pi = 313$ мкВб.

3. По цилиндрическому медному проводу радиусом $R = 2$ см и длиной $l=3$ м течёт ток $I = 500$ А. Найти магнитный поток, пронизывающий одну из половин осевого сечения провода. ($\Phi = \mu_0 I / 4\pi = 150$ мкВб)

4. Два одинаковых железных кольца средним диаметром 10 см имеют обмотки по 100 витков каждое. В одном из колец сделан поперечный разрез шириной 1 мм. По обмотке сплошного кольца идёт ток 2 А. Какой ток нужно пустить по обмотке разрезанного кольца для получения той же, что в сплошном, индукции. Считать магнитный поток в железе и воздухе одинаковым. (10 А)

5. По графику кривой индукции определить магнитную проницаемость железа при напряжённости 400 и 1600 А/м. (Около 1700 и 670)

6. Внутри соленоида сечением 100 см² индукция поля равна 2 мТл. Каким станет магнитный поток, если в соленоид ввести железный сердечник, заполняющий сечение полностью? Во сколько раз он вырастет? (1,4 мВб; в 700 раз)

Добавочные задачи: С.31-21, 31-41.

Часть 4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.

ЗАНЯТИЕ 11. Явление электромагнитной индукции (ЭМИ). Явления самоиндукции и взаимной индукции. Энергия контура с током и магнитного поля.

Домашнее задание № 11.

1. Плоскость кругового контура радиусом 2 см сопротивлением 1 Ом нормальна силовым линиям однородного поля индукцией 0.2 Тл. Какой заряд пройдет по контуру при повороте его на 90° . (250 мкКл).

2. Плоскость квадратной рамки из медной проволоки сечением 1 мм² площадью 25 см² перпендикулярна однородному магнитному полю, индукция которого меняется как $B=B_0 \sin 100\pi t$, где $B_0=0.01$ Тл. Найти зависимость от времени магнитного потока через рамку, ЭДС индукции и тока в ней. ($\Phi=25 \sin 100\pi t$ мкВб; $E = -7.85 \cos 100\pi t$ мВ; $i=2.3 \cos 100\pi t$ А).

3. Найти ЭДС индукции в проводнике с длиной активной части 0.25 м, движущемся в однородном магнитном поле индукцией 8 мТл со скоростью 5 м/с под углом 30° к силовым линиям. (5 мВ).

4. Сколько витков содержит обмотка сечением 50 см², если при изменении в ней за 5 мс поля В с 0.1 до 1.1 Тл возникает ЭДС индукции 100 В? (100)

5. При вращении металлов электроны перераспределяются, создавая электрическое поле. С какой частотой должен вращаться вокруг вертикальной оси горизонтальный медный диск, чтобы это поле исчезло, если вертикальную составляющую магнитного поля Земли принять равной 40 А/м. ($1.4 \cdot 10^6$ об/с)

6. На деревянном тонком цилиндре длиной l=20 см плотно намотаны две медные проволоки сечением S=2 мм². Одна из них замкнута накоротко. Какой заряд пройдёт по ней, если вторую подключить к аккумулятору с ЭДС $\epsilon = 2$ В и малым внутренним сопротивлением? ($q = \mu_0 \epsilon S^2 / 4\pi l \rho^2 = 13.8$ мКл)

7. Катушка с железным сердечником имеет длину 50 см, площадь поперечного сечения 10 см² и 1000 витков. Найти индуктивность катушки при токах 0.1, 0.2 и 1 А. Использовать график индукции из раздела 6 пособия [1]. (8, 5 и 1.45 Гн)

8. В соленоид длиной 50 см с плотностью намотки 400 м⁻¹ и площадью поперечного сечения 10 см² вставили ферромагнитный сердечник, так что при токе 5 А магнитный поток составил 1.6 мВб. Найти индуктивность соленоида и магнитную проницаемость сердечника в этих условиях. (64 мГн и 640).

9. Формула индуктивности $L = \mu_0 \mu N^2 S / l$ справедлива лишь для длинного соленоида. На практике нужно учитывать отношение диаметра соленоида D к его длине l. Для этого правую часть умножают на эмпирический коэффициент k, значение которого при однослойной равномерной намотке дано в таблице:

D/l	0.00	0.02	0.1	0.2	0.33	0.5	1	2	5	10	100
k	1.00	0.992	0.959	0.92	0.872	0.818	0.688	0.526	0.32	0.203	0.035

С учётом таблицы найти индуктивность: а) однослойной катушки длиной 10 см из витков диаметром 5 см, если диаметр проволоки 0.5 мм; б) кольца диаметром 10 см из проволоки диаметром 1 мм. (0.81 мГн; 0.35 мкГн)

10. Обмотка электромагнита индуктивностью 0.2 Гн имеет сопротивление 10 Ом и находится под постоянным напряжением. За какое время в обмотке выделится тепло, равное энергии магнитного поля сердечника? (10 мс)

11. Найти ЭДС самоиндукции в обмотке электромагнита индуктивностью 0.4 Гн, где сила тока равномерно выросла на 5 А за 20 мс. (100 В)

12. Индуктивность катушки из 1000 витков с железным сердечником сечением 20 см² - 20 мГн. При каком токе индукция поля в катушке равна 1 мТл? (0.1 А)

Добавочные задачи: С.31-21, 31-42.

ЗАНЯТИЕ 12. Закон Ома для переменного тока. Мощность в цепи переменного тока.

Домашнее задание № 12.

1. Найти ёмкость конденсатора, при включении которого в розетку (220 В, 50 Гц) идёт ток 2.5 А. (36 мкФ)

2. Найти ток в цепи из последовательно соединённых конденсатора ёмкостью 20 мкФ и резистора сопротивлением 150 Ом, включенных в сеть (110 В, 50 Гц). Каковы напряжения на конденсаторе и резисторе? (0.5 А; 80 и 75 В)

3. При включении в розетку (220 В, 50 Гц) последовательно соединённых конденсатора ёмкостью 10 мкФ и дросселя активным сопротивлением 120 Ом по цепи идёт ток 1 А. Найти индуктивность дросселя. (1.6 Гн)

4. В сеть 120 В, 50 Гц включили соединённые параллельно конденсатор ёмкостью 20 мкФ и дроссель сопротивлением 100 Ом, индуктивностью 0.5 Гн. Найти токи через конденсатор, дроссель и общий ток из сети. (0.75, 0.64, 0.4 А)

5. При включении в сеть U=120 В (50 Гц) последовательно соединённых резистора сопротивлением R=20 Ом и дросселя напряжение на дросселе U₂=91 В, а на резисторе U₁=44 В. Какие мощности P₂ и P₁ потребляют дроссель и резистор? Ответ: P₁=U₁²/R=97 Вт, P₂=(U²-U₁²-U₂²)/2R=105 Вт.

6. При включении в сеть переменного тока соединённых параллельно резистора сопротивлением 50 Ом и дросселя из сети потребляется ток 4.5 А. Какие мощности потребляют дроссель и резистор, если по дросселю идёт ток 2.8 А, а по резистору - 2.5 А? (154 и 312 Вт).

Добавочные задачи: С.33-22, 33-23.

В часы ИРС - контрольная работа по магнетизму и электромагнитным явлениям.

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 7-12.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью и правильно решил все задачи, правильно и полностью записав исходные физические условия задачи;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент полностью и правильно решил все задачи, но не везде правильно и полностью записав исходные физические условия задачи;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент не полностью или не везде правильно решил задачи, не везде правильно и полностью записав исходные физические условия задачи;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если исходные физические условия и решения задач отсутствуют без уважительной причины.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

по дисциплине «Электричество и магнетизм»

Контрольная работа № 1.

Электростатика и постоянный ток

Содержит 24 билета по 3 задачи в каждом. Билеты хранятся у преподавателя, ведущего практические занятия.

Контрольная работа № 2.

Магнетизм. Электромагнитные явления.

Содержит 24 билета по 3 задачи в каждом. Билеты хранятся у преподавателя, ведущего практические занятия.

Критерии оценки: полностью решенные без замечаний задачи билета (варианта) контрольной работы оцениваются в 5 баллов. Мелкие замечания (неверно или не полностью обозначены исходные данные задачи, не указаны единицы измерения результата, допущена математическая ошибка в расчётах, не учтены десятичные приставки и т.п.) снижают общую оценку на 0,1 балла за каждое замечание.

- оценка «отлично» выставляется, если студент набрал 4,5 баллов и более;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент набрал 3,5 балла и более, но менее 4,4 баллов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент набрал 2,5 балла и более, но менее 3,4 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент набрал менее 2,5 балла.

ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

по дисциплине «Электричество и магнетизм»

1. Эквипотенциальные поверхности, их вид для поля точечного заряда, диполя, однородного поля; доказать перпендикулярность силовых линий и эквипотенциальных поверхностей.
2. Расчёт поля длинной равномерно заряженной цилиндрической поверхности (предполагаемый вид силовых линий; выбор замкнутой поверхности; поток через нее; напряжённость поля; изменение потенциала).
3. Сегнетоэлектрики.
5. Высоковольтный генератор (генератор Ван-де-Граафа)
6. Ёмкость цилиндрического конденсатора. Доказать на основе формулы разности потенциалов для двух соосных цилиндрических поверхностей из самостоятельного задания № 2
7. Распределение токов и напряжений и общее сопротивление цепи при параллельном и последовательном соединении резисторов. б) включение и назначение омметра, амперметра и шунта к нему, вольтметра и добавочного сопротивления к нему; авометр. в) пусть сопротивление гальванометра r_g , он рассчитан на ток I_g , а надо измерить больший ток I , причём $n = I/I_g$. По законам параллельного соединения резисторов получить формулу сопротивления шунта $R_{ш} =$

$R_T/(n-1)$. г) Зная R_T и предел измерения гальванометра по напряжению U_T , по законам последовательного соединения резисторов получить формулу добавочного сопротивления $R_d = R_T(n' - 1)$, нужного для измерения большего в $n' = U/U_T$ раз напряжения U .

8. Мост Уитстона, его применение в измерительной технике.

9. Параллельное и последовательное соединение источников тока.

10. Экспериментально наблюдаемые свойства сверхпроводников (критическая температура; эффект Мейснера; критические поле и ток). Использование сверхпроводимости, открытие высокотемпературных сверхпроводников.

11. Термо-, фото- и тензорезистор, их применения.

12. Устройство и принцип действия электронного микроскопа, сканирующего туннельного микроскопа и электронно-лучевой трубки; основные блоки и принцип действия электронного осциллографа. Что видно на экране осциллографа при отношении частот исследуемого синусоидального сигнала и развёртки 3:2? 2:3?

13. Сверхбольшие интегральные схемы (СБИС) - основа современной микроэлектроники; их устройство и технология получения.

14. Применения электролиза; Аккумуляторы.

15. Четыре вида самостоятельных разрядов, их особенности, применение. Газовые разряды в природе, молния. Плазма; её применение; плазма в природе; проблема управляемого термоядерного синтеза.

16. Контур с током в неоднородном поле

17. Поле внутри длинного прямого цилиндрического провода с постоянным током.

18. Опыт Эйнштейна и де Гааза; антиферромагнетики; ферриты.

19. Учёт и применение вихревых токов. Устройство, принцип действия и применения бетатрона. Скин-эффект.

20. Учёт и применение вихревых токов. Устройство, принцип действия и применения бетатрона. Скин-эффект.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется, если студент полностью и правильно раскрыл все вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент не полностью раскрыл все вопросы, или не везде правильно;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент не полностью раскрыл все вопросы и не везде правильно;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если ответы на самостоятельно изучаемые вопросы отсутствуют без уважительной причины.

Вопросы теоретического собеседования в ходе выполнения лабораторных работ.

Работа № 1 (вводная). ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ.

Электроизмерительные приборы (виды приборов, обозначения на шкалах, предел измерения, цена деления, класс точности и погрешность прибора); обозначения в электрических схемах; расчёт погрешности измерений.

Первый цикл – работы с номерами 2-6.

Работа № 2. ИЗМЕРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО И ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФОВ.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Теория близкодействия. Электрическое поле, его основные свойства. Напряжённость электрического поля, силовые линии. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Поле диполя.

2. Потенциал. Потенциал поля точечных зарядов, системы зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряжённости и потенциала. Работа в электростатическом поле. Его потенциальность.

3. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия. Вакуумные приборы: диод, триод, электронно-лучевая трубка. Холодная эмиссия; другие виды эмиссий.

Работа № 3. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Свойства заряженного проводника в электростатике. Высоковольтный генератор. Проводник в электрическом поле. Электростатическая защита. Электрическое поле Земли.

Работа № 4а. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОДНИКОВ И ЗАВИСИМОСТИ ЕГО ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТОДОМ МОСТИКОВОЙ СХЕМЫ УИТСТОНА.

(работы 4а и 4б выполняются на одном занятии)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Электрический ток. Сила и плотность тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для металлического проводника.

2. Сторонние силы и ЭДС. Закон Ома для участка цепи с ЭДС и для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа.

3. Природа тока в металлах. Объяснение законов Ома и Джоуля-Ленца классической электронной теорией; её трудности.

Работа № 4б. ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА ЗЕЕБЕКА В МЕТАЛЛАХ И ГРАДУИРОВКА ТЕРМОПАРЫ.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Законы Вольта. Их объяснение КЭТ. Термоэлектрические явления в контакте металлов; термопара, термобатарея, их применение.

Работа № 5а. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЁННОЙ ЗОНЫ

(работы 5а и 5б выполняются на одном занятии)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Собственные и примесные полупроводники. Электронная и дырочная проводимость полупроводников.

Работа № 5б. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА.

ПОЛУЧЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАММ ПОДВОДИМОГО И ВЫПРЯМЛЕННОГО НАПРЯЖЕНИЙ.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Контактные явления в полупроводниках. Запирающий слой. Полупроводниковые диод, триод и лазер.

Работа № 6а. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕМЕНТАРНОГО ЗАРЯДА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА.

(работы 6а и 6б выполняются на одном занятии)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Электролитическая диссоциация. Закон Ома для электролитов. Электролиз, законы Фарадея; применение электролиза. Гальванические элементы. Аккумуляторы.

Работа № 6б. ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Газовый разряд. Условия его возникновения, вольтамперная характеристика. Четыре вида разрядов, их применение. Молния. Плазма.

Второй цикл – работы с номерами 7-10.

Работа № 7. ИЗМЕРЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ МАГНИТНЫМИ ДАТЧИКАМИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Магнитное поле, его описание. Закон Ампера. Круговой ток в магнитном поле. Магнитный момент витка с током.

2. Закон Био и Савара. Принцип суперпозиции. Магнитное поле прямого и кругового токов.

3. Сила Лоренца. Движение заряда в магнитном поле. Эффект Холла.

Работа № 8 ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛЕНОИДА

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Закон полного тока (теорема о циркуляции в магнитном поле). Вихревой характер магнитного поля. Теорема Гаусса для этого поля. Поле тороида и соленоида.

2. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Два механизма появления индукционного тока. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревые токи. Скин-эффект.

Работа № 9. ИЗМЕРЕНИЕ ИНДУКТИВНОСТИ И ЁМКОСТИ

И ПРОВЕРКА ЗАКОНА ОМА ДЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный переменный ток: сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи такого тока. Метод векторных диаграмм. Закон Ома для переменного тока.

Работа № 10. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Резонанс токов и напряжений. Мощность в цепи переменного тока. Действующее значение переменного тока.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания и теоретический вопрос раскрыт полностью.

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент свободно владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, но теоретический вопрос раскрыт не полностью.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент частично владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, и теоретический вопрос раскрыт не полностью.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания и не раскрыт теоретический вопрос.

Перечень отрабатываемых в лаборатории экспериментальных и практических умений

Работа № 1 (вводная). ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ.

На занятии изучаются порядок работы в лаборатории, правила техники безопасности, измеряются различные электрические величины (ток, напряжение и сопротивление). Перед занятием **НУЖНО САМОСТОЯТЕЛЬНО ИЗУЧИТЬ ЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»**: электроизмерительные приборы (обозначения на шкалах, предел измерения, цена деления, погрешность измерения и пр.); обозначения в электрических схемах; расчёт погрешности измерений. **ТОЛЬКО ЭТА РАБОТА ПРОХОДИТ ФРОНТАЛЬНО. ВСЕ ПРОЧИЕ ВЫПОЛНЯЮТСЯ В ДВА ЦИКЛА.**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Объяснив назначение всех клемм и ручек выпрямителя (типов В-24, ВУП, ВС 4-12 и пр.), авометром измерить все напряжения, правильно выбирая пределы измерений, шкалы, вид тока и пр.

2. В собранной на столе электрической цепи объяснить назначение всех элементов, начертить схему цепи и устранить все причины, мешающие горению лампочки (в том числе с помощью омметра найти место обрыва цепи).

3. Объяснив порядок измерений с помощью школьного демонстрационного вольтметра, назначение всех клемм и добавочных сопротивлений, измерить им напряжение в сети и на клеммах выпрямителя ВУП.

4. Объяснив порядок измерений с помощью школьного демонстрационного амперметра, назначение всех его клемм и шунтов, измерить ток через реостат, подсоединенный к выпрямителю типа В-24.

5. Измерив напряжение на реостате, подсоединенном к выпрямителю В-24, найти ток через него и рассчитать погрешность измерения.

Первый цикл – работы с номерами 2-6.

Работа № 2. ИЗМЕРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО И ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФОВ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Используя звуковой генератор и В-24 (или РНШ) как источники переменного тока, получить на экране осциллографа фигуры Лиссажу для нескольких отношений частот.

2. Подав от звукового генератора 3 сигнала разной частоты (50, 200 и 500 Гц) и амплитуды (выходы 5, 600 и 2000 Ом), получить на экране осциллографа устойчивое изображение периода синусоиды с примерно равной амплитудой.

3. С помощью цифрового осциллографа измерить данные напряжения на выходе звукового генератора.

Примечание: от генератора подавать на цифровой осциллограф напряжение не выше 10 В (!) и частотой не выше 500 Гц.

Работа № 3. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Собрав установку для исследования электрических полей, с помощью вилки найти направление силовых линий поля двух пластин и показать, что это поле близко к однородному; найдя его напряжённость с помощью вилки и теоретически (по расстоянию между пластинами и напряжению между ними), сравнить результаты.

Примечание: от ГЗШ подавать на пластины напряжение не выше 30 В частотой 500 Гц.

2. Дано электрическое поле с потенциалом, указанным преподавателем (например, $\varphi = 5x^2 + 3y + 5$). Заряд $+1$ нКл помещён в точку А(1,2) этого поля. Найти энергию заряда и действующую на него в точке А силу, а также работу перемещения в точку В(3,4).

3. Для предложенной преподавателем системы зарядов найти напряжённость и потенциал электрического поля в заданной точке.

Работа № 4а. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОДНИКОВ И ЗАВИСИМОСТИ ЕГО ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТОДОМ МОСТИКОВОЙ СХЕМЫ УИТСТОНА.

(работы 4а и 4б выполняются на одном занятии)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Омметром (прибором типа ММВ) измерить сопротивления двух катушек, а затем, соединяя их параллельно и последовательно, сравнить полученные в опытах данные с расчётными.

2. По известным чувствительности и сопротивлению школьного демонстрационного гальванометра найти сопротивление шунта, который надо включить с гальванометром для измерения тока до 3 А. Результат сравнить (прибором ММВ) с сопротивлением аналогичного шунта, имеющегося при гальванометре.

3. По чувствительности и сопротивлению школьного гальванометра найти величину добавочного сопротивления, необходимого для измерения постоянного напряжения до 15 В. Результат сравнить (прибором ММВ) с добавочным сопротивлением при гальванометре.

Работа № 46. ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА ЗЕЕБЕКА В МЕТАЛЛАХ И ГРАДУИРОВКА ТЕРМОПАРЫ.

*ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.*

1. Отградуировать термопару, определив её коэффициент термоЭДС.
2. Определив направление тока в цепи термопары, найти, в каком металле концентрация электронов больше. Какой спай нагреется за счет эффекта Пельтье при указанной преподавателем полярности внешней ЭДС?

Работа № 5а. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЁННОЙ ЗОНЫ

(работы 5а и 5б выполняются на одном занятии)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Сняв зависимость сопротивления полупроводника от температуры, найти ширину его запрещенной зоны.

Работа № 5б. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА.

ПОЛУЧЕНИЕ ОСЦИЛЛОГРАММ ПОДВОДИМОГО И ВЫПРЯМЛЕННОГО НАПРЯЖЕНИЙ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Собрав схему одно- и двухполупериодного выпрямителей, получить осциллограммы подводящего и выпрямленного напряжений.
2. С помощью цифрового осциллографа получить осциллограмму напряжения на выходе предложенного преподавателем выпрямителя и определить, является ли выпрямитель однополупериодным.

Примечание: цифровой осциллограф измеряет напряжения до 10 В!

Работа № 6а. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕМЕНТАРНОГО ЗАРЯДА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА.

(работы 6а и 6б выполняются на одном занятии)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Присоединив к батарее аккумуляторов реостат, измерить ток в цепи и найти, пренебрегая сопротивлением амперметра и проводов, каковы внутреннее сопротивление и ЭДС каждого элемента батареи.

Работа № 6б. ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Собрав схему релаксационного генератора, для 2-х значений его частоты получить устойчивое изображение сигнала на экране.

Второй цикл – работы с номерами 7-10.

Работа № 7. ИЗМЕРЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ МАГНИТНЫМИ ДАТЧИКАМИ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Магнитным зондом найти величину и направление магнитного поля Земли в лаборатории, отградуировав зонд по полю в центре кругового тока.
2. Отклоняя электронный пучок осциллографа, определить полярность полюсов постоянного магнита.
3. В предложенных преподавателем случаях показать путь расчёта магнитного поля системы токов.
4. В предложенных преподавателем случаях найти величину и направление сил Ампера или Лоренца.

Работа № 8 ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛЕНОИДА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Экспериментально показать баллистическим методом, что поле в центре соленоида близко к однородному. Объяснить суть метода.
2. Повторить основные опыты Фарадея.
3. К проводящему кольцу приближается (удаляется) полюс постоянного магнита. По правилу Ленца найти направление индукционного тока; найти также направление силы Ампера.
4. С помощью правила Ленца объяснить скин-эффект.

Работа № 9. ИЗМЕРЕНИЕ ИНДУКТИВНОСТИ И ЁМКОСТИ

И ПРОВЕРКА ЗАКОНА ОМА ДЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Имея источник переменного тока (типа В-24 или РНШ) и авометр, найти индуктивность катушки или ёмкость конденсатора.
2. С помощью звукового генератора и авометра продемонстрировать зависимость индуктивного и ёмкостного сопротивлений от частоты тока. Показать, что рост числа витков катушки и введение в неё ферромагнитного сердечника увеличивают индуктивность.

Работа № 10. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ.

1. Соединив последовательно предложенные преподавателем конденсатор известной ёмкости, лампочку и катушку, подключить их к звуковому генератору, добиться резонанса и найти индуктивность катушки.

Примечание: для катушки "3600" и конденсатора ёмкостью порядка единиц микрофард резонансная частота меньше 200 Гц.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, и умение показано без замечаний.
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент свободно владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, но умение показано с замечаниями.
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент частично владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, и умение показано с замечаниями.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, и умение не показано.