

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Электричество и магнетизм

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Медицинская физика

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.09.03 Электричество и магнетизм относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ИД ОПК-1: Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИД ОПК-1: Знает фундаментальные понятия и законы классической электродинамики в вакууме, проводниках, диэлектриках, магнетиках, законы Ома и Кирхгофа.	Контрольная работа Коллоквиум	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	10
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	в том числе
--	-------	-------------

	(часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1 Введение	4	2	2	4	
Тема 2 Электростатика	8	4	3	7	1
Тема 3 Работа сил электростатического поля	8	5	2	7	1
Тема 4 Энергия электрического поля	6	4	2	6	
Тема 5 Электрическое поле в присутствии проводников.	9	5	3	8	1
Тема 6 Электрическое поле в присутствии диэлектриков.	10	6	3	9	1
Тема 7 Электронная теория поляризации диэлектриков.	5	4		4	1
Тема 8 Постоянный электрический ток	7	4	2	6	1
Тема 9 Постоянное магнитное поле	9	5	3	8	1
Тема 10 Магнитное поле в присутствии магнетиков.	9	5	3	8	1
Тема 11 Природа диа- , ферро- и парамагнетизма.	4	4		4	
Тема 12 Электромагнитная индукция	10	6	3	9	1
Тема 13 Токи в различных средах	10	6	3	9	1
Тема 14 Уравнения Максвелла	7	4	3	7	
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	64	32	98	10

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение. Электромагнитное взаимодействие и его место среди других взаимодействий в природе. Электрический заряд. Микроскопические носители заряда. Опыт Милликена. Закон сохранения электрического заряда.
2. Электростатика. Закон Кулона и его полевая трактовка. Вектор напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Остроградского-Гаусса, ее представление в дифференциальной форме. Теорема Ирншоу. Электрический диполь. Поле диполя. Силы, действующие на диполь в электрическом поле.
3. Работа сил электростатического поля. Энергия электрического поля. Потенциальность электрического поля. Потенциал. Нормировка потенциала. Связь потенциала с вектором напряженности электростатического поля. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Теорема о циркуляции и ее представление в дифференциальной форме. Уравнение Пуассона и математическая постановка задач электростатики. Роль граничных условий. Энергия системы электрических зарядов. Энергия взаимодействия и собственная энергия. Энергия электростатического поля и ее объемная плотность. Энергия электрического диполя во внешнем поле.
5. Электрическое поле в присутствии проводников. Напряженность поля у поверхности и внутри

проводника. Распределение заряда по поверхности проводника. Электростатическая защита. Измерение потенциала проводника. Эквипотенциальные поверхности. Метод зеркальных изображений. Связь между зарядом и потенциалом проводника. Емкость. Конденсаторы. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Силы, действующие на проводники в электрическом поле.

6. Электрическое поле в присутствии диэлектриков. Диэлектрики. Вектор поляризации. Свободные и связанные заряды. Связь вектора поляризации со связанным зарядом. Вектор электрической индукции. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость вещества. Материальное уравнение для векторов электрического поля. Понятие о тензоре диэлектрической проницаемости. Теорема Остроградского-Гаусса в присутствии диэлектриков. Ее дифференциальная форма. Граничные условия для векторов поляризации напряженности и индукции электрического поля. Преломление линий поляризации, напряженности и индукции на границе двух диэлектриков. Принципиальные методы измерения напряженности и индукции электрического поля в однородном диэлектрике. Энергия диэлектрика во внешнем электрическом поле. Пондеромоторные силы в электрическом поле и методы их вычисления.

7. Электронная теория поляризации диэлектриков. Локальное поле. Неполарные диэлектрики. Формула Клаузиуса-Моссоти. Полярные диэлектрики. Функция Ланжевена. Поляризация ионных кристаллов. Пирозлектрики. Прямой и обратный пьезоэффект и его применение. Сегнетоэлектрики. Доменная структура сегнетоэлектриков. Гистерезис. Точка Кюри сегнетоэлектрика. Применение сегнетоэлектриков.

8. Стационарный электрический ток. Сила и плотность тока. Линии тока. Электрическое поле в проводнике с током и его источники. Уравнение непрерывности. Условие стационарности тока. Электрическое напряжение. Закон Ома для участка цепи. Электросопротивление. Удельная электропроводность вещества. Дифференциальная форма закона Ома. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца и его дифференциальная форма. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа. Токи в сплошных средах. Заземление. Закон сохранения энергии для цепей постоянного тока.

9. Постоянное магнитное поле. Электромагнетизм. Магнитостатика. Взаимодействие токов. Элемент тока. Закон Био-Саварра-Лапласа и его полевая трактовка. Вектор индукции магнитного поля. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции. Вихревой характер магнитного поля. Векторный потенциал. Его связь с вектором индукции магнитного поля. Отсутствие в природе магнитных зарядов. Элементарный ток и его магнитный момент. Поле элементарного тока. Элементарный ток в магнитном поле. Понятие о магнитном диполь-дипольном взаимодействии. Сила Лоренца. Эффект Холла. Магнитное поле движущегося заряда. Потенциальная функция тока. Поток вектора магнитной индукции (магнитный поток). Коэффициент самоиндукции (индуктивность) контура. Коэффициент взаимоиנדукции.

10. Магнитное поле в присутствии магнетиков. Понятие о молекулярных токах. Вектор намагниченности и его связь с молекулярными токами. Вектор напряженности магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества. Материальное уравнение для векторов магнитного поля. Понятие о тензоре магнитной проницаемости. Граничные условия для векторов напряженности и индукции магнитного поля. Магнитное поле в полости в однородном магнетике. Принципиальные методы измерения напряженности и индукции магнитного поля в магнетиках.

11. Природа диа-, ферро- и парамагнетизма. Классификация магнетиков: диамагнетики,

парамагнетики и ферромагнетики. Классическое описание диамагнетизма. Ларморова прецессия. Объяснение парамагнетизма по Ланжевону. Гиромангнитное отношение. Опыты Эйнштейна-де-Гааза. Опыт Барнетта. Ферромагнетики. Доменная структура. Гистерезис намагничивания. Кривая Столетова. Остаточная и коэрцитивная индукция. Температурная зависимость намагниченности. Точка Кюри.

Силы, действующие на магнетики в магнитном поле. Магнитные материалы и их применение.

12. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции Фарадея и его формулировка в дифференциальной форме. Правило Ленца. Индукционные методы измерения магнитных полей. Токи Фуко. Магнитная энергия контура с током. Магнитная энергия совокупности контуров с током. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля. Энергия магнитного поля в веществе.

13. Токи в различных средах. Механизм электропроводности. Проводники. Основные положения классической электронной теории проводимости Друде-Ленца. Опыты Толмена и Стьюарта. Законы Ома и Джоуля-Ленца в классической теории. Закон Видемана-Франца. Трудности классической теории. Понятие о зонной теории твердых тел. Энергетические уровни и формирование энергетических зон. Принцип Паули. Статистика Ферми-Дирака. Полупроводники. Особенности зонной структуры диэлектриков, полупроводников и металлов. Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество. Термоэлектродвижущая сила. Термодпары. Эффект Пельтье. Явление Томсона. Сверхпроводимость. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейснера, критическое магнитное поле. Применение сверхпроводников. Электролиты. Закон Фарадея. Токи в газах. Основные типы газового разряда. Плазменное состояние вещества. Электропроводность плазмы. Электрический ток в вакууме. Электронная эмиссия.

14. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла как обобщение экспериментальных данных. Ток смещения. Вихревое электрическое поле. Взаимные превращения электрического и магнитного полей. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Иродов И. Е. И83. Электромагнетизм : основные законы : учеб. пособие для студентов вузов. - 11-е изд. - М. : Лаборатория знаний, 2019. - 319 с. : ил. - (Общая физика). - ISBN 978-5-00101-150-7 : 660.00.

Перов А. А. Математические методы в курсе общей физики : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подгот. 03.03.02 "Физика", 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника", 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника", 09.03.02 "Информационные системы и технологии" / А. А. Перов, В. И. Перова ; ННГУ. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2022. - 186 с. - ISBN 978-5-91326-723-8 : 87.06.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

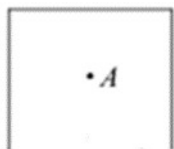
1. Два точечных заряда — отрицательный, равный по модулю 3 мкКл, и положительный, равный по модулю 4 мкКл, расположены на расстоянии 1 м друг от друга. На расстоянии

1 метр от каждого из этих зарядов помещают положительный заряд Q , модуль которого равен 2 мкКл . Определите модуль силы, действующей на заряд Q со стороны двух других зарядов. Ответ выразите в мН и округлите до целого числа.

2. Шар радиусом 10 см равномерно заряжен электрическим зарядом. В таблице представлены результаты измерений модуля напряжённости E электрического поля от расстояния r до поверхности этого шара. Чему равен модуль заряда шара?

r , см	10	20	30	40	50
E , В/м	900	400	225	144	100

3. Проволочный каркас, изогнутый в виде буквы П, заряжен равномерно по длине положительным зарядом. Определите, как направлен относительно рисунка вектор напряжённости электростатического поля, создаваемого этим заряженным каркасом в точке А.



Какова разность потенциалов между точками поля, если при перемещении заряда 12 мкКл из одной точки в другую электростатическое поле совершает работу $0,36 \text{ мДж}$? (Ответ дать в вольтах).

4. Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии d друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (рис. 1). Пластины закрепили на изолирующих подставках и спустя длительное время отключили от источника (рис. 2).

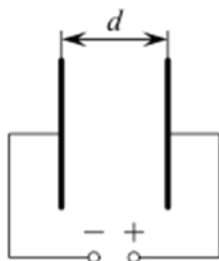


Рис. 1

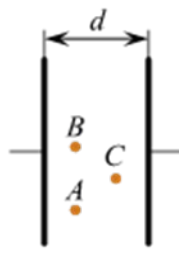


Рис. 2

Ответьте на следующие вопросы:

- 1) Напряжённость электрического поля в точке А больше, чем в точке В?
- 2) Потенциал электрического поля в точке А больше, чем в точке С?
- 3) Если увеличить расстояние между пластинами d , то как изменятся напряжённость электрического поля в точке С?

4) Если пластины полностью погрузить в керосин, то как изменится энергия электрического поля конденсатора?

6) Если ровно посередине между пластинами конденсатора вставить металлическую пластину толщиной $d/2$, то чему будет равно изменение энергии электрического поля конденсатора?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	зачтено – успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания
не зачтено	не зачтено – невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

- Вектор напряженности электрического поля.
- Принцип суперпозиции электрических полей
- Поток вектора напряженности электрического поля.
- Теорема Остроградского-Гаусса в интегральной и дифференциальной формах.
- Работа сил электростатического поля.
- Потенциал электрического поля.
- Нормировка потенциала электрического поля.
- Связь потенциала и напряженности электрического поля.
- Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.
- Энергия системы электрических зарядов.
- Энергия взаимодействия зарядов.
- Собственная энергия системы зарядов.
- Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии электростатического поля.
- Связь между зарядом и потенциалом проводника.
- Емкость уединенного проводника.
- Конденсаторы. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов.
- Энергия заряженного конденсатора.
- Силы, действующие на проводник в электрическом поле.
- Вектор поляризации.
- Свободные и связанные заряды.
- Связь вектора поляризации со связанными зарядами.
- Вектор электрической индукции.
- Диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость вещества.
- Материальные уравнения для векторов электрического поля.
- Электронная теория поляризации диэлектриков.
- неполярные диэлектрики.
- Формула Клаузиуса-Мосотти.
- Полярные диэлектрики.

- Функция Ланжевена.
- Поляризация ионных кристаллов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	зачтено – успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания
не зачтено	не зачтено – невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

						полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

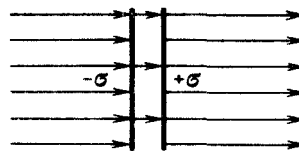
Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенций ОПК-1

1. Площадь обкладок плоского конденсатора S , расстояние между ними d . Как изменится емкость конденсатора, если между его обкладками поместить металлическую пластину толщины $d/3$ и площади S ?
2. В однородном электрическом поле напряженности E перпендикулярно направлению поля расположены две плоские равномерно заряженные пластины площади S . Поверхностная

плотность заряда пластин $+\sigma$ и $-\sigma$, расстояние между ними d . Какую работу нужно



совершить, чтобы поменять пластины местами?

3. Магнитный поток через неподвижный контур с сопротивлением R изменяется в течение времени t по закону $\Phi = at(\tau - t)$. Найти количество тепла, выделенное в контуре за это время. Индуктивностью контура пренебречь.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	превосходное владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, свободное владение источниками. Практическая часть курса успешно выполнена.
отлично	исчерпывающее владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твёрдое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, свободное владение источниками. Практическая часть курса успешно выполнена.
очень хорошо	полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. Ответы последовательные и в целом правильные, хотя допускаются неточности, знакомство с отдельными теориями и фактами. Практическая часть курса успешно выполнена.
хорошо	достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. Ответы последовательные и в целом правильные, хотя допускаются неточности, поверхностное знакомство с отдельными теориями и фактами, достаточно формальное отношение к рекомендованным для подготовки материалам. Практическая часть курса успешно выполнена.
удовлетворительно	фрагментарные знания, расплывчатые представления о предмете. Ответ содержит как правильные утверждения, так и ошибки, возможно, грубые. Испытуемый плохо ориентируется в учебном материале, не может устранить неточности в своем ответе даже после наводящих вопросов. Практическая часть курса успешно выполнена.
неудовлетворительно	отсутствие ответа хотя бы на один из основных вопросов, либо грубые

Оценка	Критерии оценивания
	ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией. Практическая часть курса не выполнена или выполнена не в полном объеме.
плохо	отсутствие ответа на оба основных вопроса, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не владение терминологией. Практическая часть курса не выполнена или выполнена не в полном объеме.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Вектор напряженности электрического поля.
2. Принцип суперпозиции электрических полей
3. Поток вектора напряженности электрического поля.
4. Теорема Остроградского-Гаусса в интегральной и дифференциальной формах.
5. Работа сил электростатического поля.
6. Потенциал электрического поля.
7. Нормировка потенциала электрического поля.
8. Связь потенциала и напряженности электрического поля.
9. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.
10. Энергия системы электрических зарядов.
11. Энергия взаимодействия зарядов.
12. Собственная энергия системы зарядов.
13. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии электростатического поля.
14. Связь между зарядом и потенциалом проводника.
15. Емкость уединенного проводника.
16. Конденсаторы. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсаторов.
17. Энергия заряженного конденсатора.
18. Силы, действующие на проводник в электрическом поле.
19. Вектор поляризации.
20. Свободные и связанные заряды.
21. Связь вектора поляризации со связанными зарядами.
22. Вектор электрической индукции.
23. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость вещества.
24. Материальные уравнения для векторов электрического поля.
25. Электронная теория поляризации диэлектриков.
26. Неполярные диэлектрики.
27. Формула Клаузиуса-Мосотти.
28. Полярные диэлектрики.
29. Функция Ланжевена.
30. Поляризация ионных кристаллов.
31. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах.
32. Работа и мощность тока.
33. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
34. Сторонние силы. ЭДС.

35. Законы Кирхгофа.
36. Закон Био-Савара-Лапласа и его полевая трактовка.
37. Вектор индукции магнитного поля.
38. Действие магнитного поля на ток. Сила Ампера.
39. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в интегральной и дифференциальной формах.
40. Вектор намагниченности и его связь с молекулярными токами.
41. Вектор напряженности магнитного поля.
42. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость вещества.
43. Материальное уравнение для векторов магнитного поля.
44. Закон электромагнитной индукции Фарадея в интегральной и дифференциальной формах.
45. Правило Ленца.
46. Индукционные методы измерения магнитных полей.
47. Токи Фуко.
48. Магнитная энергия контура с током.
49. Магнитная энергия совокупности контуров с током.
50. Энергия магнитного поля.
51. Объемная плотность энергии магнитного поля
52. Энергия магнитного поля в веществе.
53. Проводники.
54. Основные положения классической электронной теории проводимости Друде-Ленца.
55. Опыты Толмена и Стьюарта.
56. Законы Ома и Джоуля-Ленца в классической теории.
57. Электромагнитное поле.
58. Уравнения Максвелла.
59. Ток смещения.
60. Вихревое электрическое поле.
61. Взаимные превращения электрического и магнитного полей.
62. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	превосходное владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, свободное владение источниками. Практическая часть курса успешно выполнена.
отлично	исчерпывающее владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, свободное владение источниками. Практическая часть курса успешно выполнена.

Оценка	Критерии оценивания
очень хорошо	полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. Ответы последовательные и в целом правильные, хотя допускаются неточности, знакомство с отдельными теориями и фактами. Практическая часть курса успешно выполнена.
хорошо	достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. Ответы последовательные и в целом правильные, хотя допускаются неточности, поверхностное знакомство с отдельными теориями и фактами, достаточно формальное отношение к рекомендованным для подготовки материалам. Практическая часть курса успешно выполнена.
удовлетворительно	фрагментарные знания, расплывчатые представления о предмете. Ответ содержит как правильные утверждения, так и ошибки, возможно, грубые. Испытуемый плохо ориентируется в учебном материале, не может устранить неточности в своем ответе даже после наводящих вопросов. Практическая часть курса успешно выполнена.
неудовлетворительно	отсутствие ответа хотя бы на один из основных вопросов, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией. Практическая часть курса не выполнена или выполнена не в полном объеме.
плохо	отсутствие ответа на оба основных вопроса, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не владение терминологией. Практическая часть курса не выполнена или выполнена не в полном объеме.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Калашников С. Г. Электричество : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов] . - 5-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1985. - 576 с. : ил. - (Общий курс физики). - 1.60., 80 экз.
2. Матвеев Алексей Николаевич. Электричество и магнетизм : учеб. пособие для студентов вузов. - 2-е изд. - М. : Оникс 21 век : Мир и Образование, 2005. - 464 с. : ил. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / МГУ им. М. В. Ломоносова ; ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - На тит. л. посвящ.: 250 лет МГУ им. М. В. Ломоносова. - ISBN 5-329-01419-0 : 190.00., 2 экз.
3. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов : [в 5 т.]. Т. 1. Механика. - Изд. 4-е, стер. - М. : Физматлит : МФТИ, 2005. - 560 с. - ISBN 5-9221-0225-7 (т. 1) : 265.00., 6 экз.
4. Сборник задач по общему курсу физики : в 5 кн. Кн. 3. Электричество и магнетизм / С. П. Стрелков [и др.] ; под ред. И. А. Яковлева. - Изд. 5-е, стер. - Москва : Физматлит : Лань, 2006. - 232

с. - ISBN 5-9221-0604-X : 200.20., 3 экз.

5. Иродов Игорь Евгеньевич. Задачи по общей физике : [учеб. пособие для вузов]. - Изд. 5-е, испр. - М. : Лаборатория базовых знаний : Физматлит, 2002. - 432 с. : ил. - ISBN 5-93208-128-7 : 115.00., 9 экз.

6. Фаддеев Михаил Андреевич. Элементарная обработка результатов эксперимента : учеб. пособие. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 128 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0817-7 : 110.22., 2 экз.

7. Иродов Игорь Евгеньевич. Задачи по общей физике : учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов / И. Е. Иродов. - 16-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2023. - 431 с. : ил. - (Общая физика). - ISBN 978-5-93208-340-6 : 1500.00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Тамм Игорь Евгеньевич. Основы теории электричества : учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов. - Изд. 11-е, испр. и доп. - М. : Физматлит, 2003. - 616 с. - ISBN 5-9221-0313-X : 272.80., 3 экз.

2. Фейнман Ричард П. Фейнмановские лекции по физике = The Feynman Lectures on Physics : [пер. с англ.]. Т. 5. Электричество и магнетизм. - Изд. 2-е. - М.: Мир, 1977. - 300 с. - 1.34., 9 экз.

3. Фейнман Ричард П. Фейнмановские лекции по физике = The Feynman Lectures on Physics : [пер. с англ.]. [Вып.] 6. Электродинамика. - М. : Мир, 1966. - 343 с. : ил. - 1.50., 24 экз.

4. Фейнман Ричард П. Фейнмановские лекции по физике = The Feynman Lectures on Physics : [пер. с англ.]. Вып. 7. Физика сплошных сред. - М. : Мир, 1966. - 290 с. : ил. - 1.30., 22 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://phys.unn.ru/library.asp?contenttype=Library>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Зайцева Екатерина Владимировна, кандидат физико-математических наук
Белова Ольга Васильевна.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 30.11.2024, протокол № б/н.