

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физика

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Грачева И.Н. (Кафедра общей физики, Отделение физики), Irina.Gracheva@kpfu.ru ; доцент, к.н. Дулов Е.Н. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Evgeny.Dulov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)
ПК-7	способностью готовить презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные физические явления и основные законы общей физики, включающую: классическую механику, молекулярную физику, электричество и магнетизм, оптику; границы их применимости;
- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;
- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;
- назначение и принципы действия важнейших физических приборов.

Должен уметь:

- применять общие законы общей физики для решения конкретных физических задач и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний;
- пользоваться основными измерительными приборами, используемыми в разделах общей физике, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи по физике;
- на основании наблюдений и экспериментов строить математические модели простейших физических явлений и использовать для изучения этих моделей доступный им математический аппарат.

Должен владеть:

- навыками экспериментального и теоретического анализа физических явлений, с позиции классических физических взаимодействий и законов общей физики;
- навыками работы с основными измерительными приборами;
- начальными навыками работы с учебной и научной литературой;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике;
- решать задачи из области классической общей физики;
- работать с современными образовательными и информационными технологиями.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.15 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 27.03.05 "Инноватика (Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1, 2, 3 курсах в 1, 2, 3, 4, 5 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 21 зачетных(ые) единиц(ы) на 756 часа(ов).

Контактная работа - 425 часа(ов), в том числе лекции - 160 часа(ов), практические занятия - 170 часа(ов), лабораторные работы - 90 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 5 часа(ов).

Самостоятельная работа - 169 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 162 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре; экзамен во 2 семестре; экзамен в 3 семестре; экзамен в 4 семестре; экзамен в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение	1	2	0	0	0	0	0	3
2.	Тема 2. Кинематика материальной точки. Кинематика твёрдого тела	1	4	0	6	0	4	0	2
3.	Тема 3. Динамический метод описания механических систем	1	6	0	4	0	3	0	5
4.	Тема 4. Законы сохранения в механике	1	2	0	5	0	1	0	4
5.	Тема 5. Закон тяготения Ньютона	1	4	0	4	0	2	0	5
6.	Тема 6. Основы механики абсолютно твердого тела	1	4	0	4	0	1	0	4
7.	Тема 7. Основы механики абсолютно упругого тела	1	4	0	4	0	1	0	5
8.	Тема 8. Основы механики жидкостей и газов	1	3	0	3	0	1	0	6
9.	Тема 9. Механические колебания	1	3	0	2	0	1	0	3
10.	Тема 10. Упругие волны	1	2	0	2	0	4	0	2
11.	Тема 11. Введение в молекулярную физику	2	1	0	4	0	0	0	5
12.	Тема 12. Феноменологическая термодинамика	2	3	0	5	0	3	0	3
13.	Тема 13. Молекулярно-кинетическая теория	2	3	0	4	0	2	0	5
14.	Тема 14. Статистические распределения	2	4	0	4	0	3	0	5
15.	Тема 15. Второе начало термодинамики	2	5	0	4	0	1	0	5
16.	Тема 16. Реальные газы	2	4	0	4	0	1	0	5
17.	Тема 17. Жидкое состояние	2	2	0	4	0	1	0	5
18.	Тема 18. Твердые тела	2	4	0	1	0	1	0	5
19.	Тема 19. Фазовые превращения	2	4	0	2	0	3	0	0

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
20.	Тема 20. Элементы физической кинетики	2	4	0	2	0	3	0	1
21.	Тема 21. Электромагнитное взаимодействие. Понятие об электрическом заряде.	3	2	0	2	0	1	0	4
22.	Тема 22. Электрическое поле в вакууме. Напряженность электрического поля.	3	4	0	2	0	1	0	4
23.	Тема 23. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы. Емкость.	3	4	0	2	0	1	0	4
24.	Тема 24. Электростатическое поле в диэлектриках.	3	4	0	2	0	1	0	4
25.	Тема 25. Энергия электрического поля. Энергия системы зарядов.	3	2	0	4	0	2	0	2
26.	Тема 26. Постоянный электрический ток. Линейные электрические цепи	3	2	0	2	0	2	0	2
27.	Тема 27. Электропроводность металлов и полупроводников. Зонная теория твердых тел. p-n переход, полупроводниковый диод.	3	6	0	3	0	4	0	2
28.	Тема 28. Электрический ток в жидкостях и газах.	3	2	0	3	0	2	0	4
29.	Тема 29. Магнитное поле в вакууме. Магнитное поле в веществе.	3	4	0	8	0	2	0	5
30.	Тема 30. Электромагнитная индукция. Индукционная катушка. Явление самоиндукции. Электрические колебания в цепях переменного тока.	3	2	0	6	0	2	0	4
31.	Тема 31. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны и их основные свойства.	3	2	0	0	0	0	0	4
32.	Тема 32. Световые волны как электромагнитные волны.	4	4	0	2	0	3	0	4
33.	Тема 33. Геометрическая оптика. Центрированные оптические системы.	4	4	0	8	0	3	0	8
34.	Тема 34. Фотометрия. Спектральный состав излучения. Дисперсия. Групповая и фазовая скорость света.	4	2	0	8	0	1	0	4
35.	Тема 35. Двухлучевая и многолучевая интерференция света.	4	6	0	6	0	3	0	6
36.	Тема 36. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера.	4	6	0	4	0	3	0	6
37.	Тема 37. Поляризация света. Распространение света в анизотропных средах.	4	8	0	4	0	3	0	6
38.	Тема 38. Тепловое излучение. Квантовые свойства света. Лазеры.	4	4	0	2	0	2	0	5
39.	Тема 39. Свойства атомных ядер.	5	4	0	1	0	0	0	4
40.	Тема 40. Радиоактивность.	5	4	0	2	0	6	0	4
41.	Тема 41. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил.	5	4	0	1	0	6	0	0

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
42.	Тема 42. Модели атомных ядер.	5	2	0	2	0	0	0	0
43.	Тема 43. Ядерные реакции.	5	2	0	2	0	2	0	3
44.	Тема 44. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.	5	2	0	4	0	2	0	2
45.	Тема 45. Частицы и взаимодействия.	5	2	0	4	0	0	0	0
46.	Тема 46. Эксперименты в физике высоких энергий.	5	0	0	4	0	0	0	0
47.	Тема 47. Техника ускорителей.	5	0	0	4	0	0	0	0
48.	Тема 48. Спектроскопия ядерных излучений и частиц.	5	1	0	3	0	2	0	0
49.	Тема 49. Электромагнитные взаимодействия. Сильные взаимодействия. Слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий.	5	1	0	4	0	0	0	0
50.	Тема 50. Современные астрофизические представления.	5	2	0	3	0	0	0	0
	Итого		160	0	170	0	90	0	169

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение

Предмет и методы физики. Физические модели. 1.2. Измерение. Единицы и размерности физических величин. Системы единиц физических величин. Введение в механику. Задача механики. Классическая механика. Макроскопические тела. Нерелятивистское движение. Пространство. Геометрическая модель пространства. Однородность и изотропность пространства. Тело отсчёта. Система координат (Декартова. Самостоятельно: полярная, цилиндрическая и сферическая). Время. Однородность и изотропность времени. Часы. Синхронизация времени. Система отсчета. Скаляры. Вектора. Определение. Единичный. Операции (сложение, вычитание, умножение). Орты. Разложение.

Тема 2. Кинематика материальной точки. Кинематика твёрдого тела

Системы отсчета и системы координат. Преобразования координат. Синхронизация часов. Перемещение, скорость, ускорение. Прямая и обратная задачи кинематики. Криволинейное движение. Радиус и центр кривизны траектории. Нормальное и тангенциальное ускорение. Угловая скорость и угловое ускорение. Преобразования Галилея. Сложение скоростей. Инварианты преобразований (длина, интервал времени).

Тема 3. Динамический метод описания механических систем

Масса и импульс материальной точки. Понятие силы. Измерение сил. Законы динамики Ньютона. Принцип относительности Галилея. Импульс системы материальных точек. Центр масс. Уравнение движения центра масс. Момент импульса системы материальных точек и момент силы. Работа сил. Мощность. Упругая сила. Трение. Трение сухое и вязкое. Трение скольжения, качения, покоя. Сила сопротивления. Силы инерции. Вращающиеся системы отсчета.

Тема 4. Законы сохранения в механике

Кинетическая и потенциальная энергия. Энергия взаимодействия. Законы сохранения в механике. Связь законов сохранения со свойствами пространства-времени. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Законы сохранения при столкновениях. Упругие и неупругие столкновения.

Тема 5. Закон тяготения Ньютона

Закон тяготения Ньютона. Гравитационная энергия. Понятие инертной и гравитационной масс. Опыт Этвеша. Опыты Кавендиша и Жолли по определению гравитационной постоянной. Уравнение движения тел относительно Земли. Вес. Невесомость. Принцип эквивалентности. Экспериментальные доказательства вращения Земли. Стационарные и нестационарные орбиты спутников. Приливы.

Тема 6. Основы механики абсолютно твердого тела

Степени свободы твердого тела. Разложение движения твердого тела на поступательное и вращательное. Углы Эйлера. Уравнения движения твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела. Момент инерции тела. Тензор инерции. Главные оси и главные компоненты тензора инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Свободные оси. Гироскоп. Прецессия гироскопа. Применения гироскопов.

Тема 7. Основы механики абсолютно упругого тела

Деформация. Изотропные и анизотропные тела. Кристаллические и аморфные. Поликристаллы.

Напряжение. Натяжение. Давление. Относительное удлинение (сжатие). Упругая и пластическая деформация. Текучесть. Предел прочности. Упругий гистерезис. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Виды деформаций. Растяжение/сжатие. Сдвиг. Изгиб и кручение. Всестороннее сжатие. Энергия упругих деформаций.

Тема 8. Основы механики жидкостей и газов

Гидростатика. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Плавание тел. Давление жидкости и газа. Измерение давления. Барометрическая формула. Кинематическое описание жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Эйлера и закон Бернулли. Применение уравнения Бернулли. Вязкость. Сопротивление движению в жидкостях.

Тема 9. Механические колебания

Свободные и затухающие колебания. Биения. Представление гармонических колебаний в виде векторных диаграмм и в комплексной форме. Вынужденные колебания. Автоколебания. Параметрическое возбуждение колебаний. Энергия собственных колебаний. Явление резонанса. Поглощение энергии при вынужденных колебаниях. Резонанс. Резонансный метод исследования колебаний.

Тема 10. Упругие волны

Типы волн (продольная и поперечная). Волновой фронт, волновая поверхность. Уравнение плоской волны. Фазовая скорость волны. Сферическая волна. Скорость упругих волн в различных средах. Интерференция волн. Условие минимума и максимума. Стоячие волны. Колебание струны. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса. Акустический эффект Доплера.

Тема 11. Введение в молекулярную физику

Введение в молекулярную физику. Предмет молекулярной физики. Модель материального тела. Массы атомов и молекул. Количество вещества. Агрегатные состояния вещества. Основные признаки агрегатных состояний. Модель идеального газа. Методы изучения систем многих частиц. Динамический метод. Статистический метод. Термодинамический метод.

Тема 12. Феноменологическая термодинамика

Температура. Термометрическое тело и термометрическая величина. Эмпирические температурные шкалы. Абсолютная термодинамическая шкала температур (шкала Кельвина) Термометры. Международная практическая шкала температур. Первое начало термодинамики: Термодинамическая система. Состояние системы. Обратимые и необратимые процессы. Уравнение состояния идеального газа. Работа. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Первое начало термодинамики. Теплоемкость и внутренняя энергия идеального газа. Процессы в идеальных газах: изобарный, изохорный, изотермический и адиабатический.

Тема 13. Молекулярно-кинетическая теория

Молекулярно-кинетическая теория. Число ударов молекул о стенку. Давление газа на стенку. Основное уравнение кинетической теории. Физический смысл температуры. Степени свободы. Распределение энергии по степеням свободы. Средняя энергия молекул. Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа. Зависимость теплоемкости от температуры.

Тема 14. Статистические распределения

Основные понятия теории вероятностей: Вероятность. Плотность вероятности. Теоремы вероятности. Нормировка вероятности. Среднее значение случайной величины. Функция распределения вероятностей. Распределение Максвелла. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Распределение Больцмана. Экспериментальная проверка распределения Больцмана. Барометрическая формула. Атмосфера планет.

Тема 15. Второе начало термодинамики

Направление процессов. Тепловая машина. Формулировки второго начала. Цикл Карно. Первая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Вторая теорема Карно. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Вычисление и применение энтропии. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Вероятность микросостояния и статистический вес. Статистический смысл второго начала термодинамики и энтропии. Термодинамические функции и условия термодинамической устойчивости: Математические выражения. Полный дифференциал. Термодинамические функции (потенциалы). Условия термодинамической устойчивости.

Тема 16. Реальные газы

Силы взаимодействия. Химическая связь. Ковалентная, ионная и металлическая связь. Молекулярные силы. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал межмолекулярного взаимодействия. Жидкое и газообразное состояния. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы уравнения Ван-дер-Ваальса. Определение параметров критической точки. Экспериментальные изотермы. Изотермы системы газ-жидкость. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Насыщенный пар. Свойства вещества в критическом состоянии. Теплота фазового превращения. Эффект Джоуля-Томсона. Эффект Джоуля - Томсона в газе Ван-дер-Ваальса. Сжижение газов.

Тема 17. Жидкое состояние

Поверхностное натяжение. Силы поверхностного натяжения. Давление под изогнутой поверхностью. Формула Лапласа. Условие равновесия на границе сред. Краевой угол. Капиллярные явления. Поверхностно активные вещества. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры. Структура жидкостей. Парная функция распределения. Жидкие растворы. Растворимость. Теплота растворения. Закон Рауля. Закон Генри. Зависимость растворимости от температуры. Диаграммы состояния раствора. Осмотическое давление. Обратный осмос.

Тема 18. Твердые тела

Твердые тела. Кристаллы и аморфные тела. Кристаллическая решетка. 16.6. Дефекты кристаллических решеток. Определение. Точечные дефекты. Дислокации. Теплоемкость твердых тел. Классическая теория. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Фононы. Колебательная энергия решетки. Теплоемкость кристалла. Тепловое расширение.

Тема 19. Фазовые превращения

Фаза. Фазовые переходы. Условия фазового равновесия. Теплота фазового превращения. Фазовые переходы первого рода. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояния (фазовая диаграмма). Область применимости. Зависимость давления насыщенного пара от температуры Фазовые переходы второго рода.

Тема 20. Элементы физической кинетики

Эмпирические уравнения процессов переноса. Эффективный диаметр молекулы. Средняя длина свободного пробега. Молекулярно-кинетическая интерпретация явлений переноса. Плотность потока. Общее уравнение переноса. Диффузия. Вязкость (внутреннее трение). Теплопроводность. Анализ коэффициентов переноса. Процессы переноса в разреженных газах. Процессы переноса в жидкостях. Процессы переноса в твердых телах.

Тема 21. Электромагнитное взаимодействие. Понятие об электрическом заряде.

Электромагнитное взаимодействие в природе. Тела, участвующие в электрическом взаимодействии. Понятие электрического заряда. Свойства электрического заряда, закон сохранения электрического заряда. Планетарная модель атома. Образование положительно и отрицательно заряженных ионов. Точечный заряд. Сила Кулона. Коэффициенты в системах СГСЭ и СИ.

Тема 22. Электрическое поле в вакууме. Напряженность электрического поля.

Физическое представление поля. Теория близкодействия и дальнего действия. Понятие напряженности как характеристики электрического поля. Напряженность поля точечного заряда. Теорема Остроградского-Гаусса. Вычисление поля заряженных бесконечной нити, плоскости, сферы, шара. Потенциал электрического поля. Связь напряженности с потенциалом. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности.

Тема 23. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы. Электроемкость.

Электрическое поле вблизи и внутри проводника. Связь напряженности электрического поля вблизи поверхности проводника с поверхностной плотностью зарядов на проводнике. Поле внутри полости в проводнике. Экранировка электрических полей проводящими оболочками. Общая задача электростатики. Понятие электроемкости. Конденсаторы: плоский, сферический, цилиндрический. Расчет электроемкости конденсатора.

Тема 24. Электростатическое поле в диэлектриках.

Полярные и неполярные диэлектрики. Поляризация диэлектрика во внешнем электрическом поле. Понятие поляризованности, связанных и свободных зарядов. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость. Введение вектора электрического смещения. Теоремы Остроградского Гаусса для напряженности, вектора поляризованности и электрического смещения. Граничные условия на границе раздела двух диэлектриков.

Тема 25. Энергия электрического поля. Энергия системы зарядов.

Энергия точечного заряда в электрическом поле, энергия системы точечных зарядов. Энергия системы протяженных заряженных тел, энергия заряженного конденсатора. Разделение энергии заряженных тел на собственную энергию и энергию взаимодействия. Плотность энергии электрического поля при наличии диэлектрика. Работа поля при поляризации диэлектрика.

Тема 26. Постоянный электрический ток. Линейные электрические цепи

Определение электрического тока, постоянный ток. Понятие силы тока, плотности тока. Закон Ома для участка цепи. Понятие напряжения и сопротивления. Сторонние электродвижущие силы. Определение электродвижущей силы (ЭДС) через работу по переносу заряда. Мощность электрического тока, закон Джоуля-Ленца. Линейные цепи, правила Кирхгофа.

Тема 27. Электропроводность металлов и полупроводников. Зонная теория твердых тел. p-n переход, полупроводниковый диод.

Природа носителей тока в металлах и полупроводниках. Классическая теория электропроводности металлов. Зонная теория твердых тел. Зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры. Собственные и примесные полупроводники. Свойства p-n перехода. Устройство полупроводникового диода, его выпрямительные свойства.

Тема 28. Электрический ток в жидкостях и газах.

Природа носителей электрического тока в жидкостях и газах. Проводники первого и второго рода. Электролиты. Законы электролиза. Постоянная Фарадея. Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный газовый разряд. Вольт-амперная характеристика газового разряда. Классификация самостоятельных газовых разрядов.

Тема 29. Магнитное поле в вакууме. Магнитное поле в веществе.

Поле движущихся зарядов. Сила взаимодействия проводников с током. Классические опыты Ампера и Эрстеда. Вектор индукции магнитного поля. Сила Лоренца. Теорема о циркуляции индукции магнитного поля. Теорема Гаусса для индукции магнитного поля. Магнитное поле прямого провода и витка с током. Силовые линии магнитного поля. Магнитное поле в веществе. Молекулярные токи. Магнитный момент витка с током. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.

Тема 30. Электромагнитная индукция. Индукционная катушка. Явление самоиндукции. Электрические колебания в цепях переменного тока.

Явление электромагнитной индукции. Закон индукции Фарадея. Правило Ленца. Понятие магнитного потока. Магнитное поле внутри катушки с током. Индуктивность. Явление самоиндукции. Свободные и вынужденные колебания в колебательном LC-контуре. Электрические колебания в цепях переменного тока. Резонанс токов и резонанс напряжений.

Тема 31. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны и их основные свойства.

Система уравнений Максвелла в интегральном и дифференциальном виде, смысл каждого уравнения. Токи смещения и вихревое электрическое поле. Электромагнитные волны, вывод их свойств на основе уравнений Максвелла. Шкала электромагнитных волн: радиоволны, инфракрасное излучение, видимый диапазон, ультрафиолетовое излучение, рентген, гамма-излучение.

Тема 32. Световые волны как электромагнитные волны.

Уравнения Максвелла. Система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Получение из системы уравнений Максвелла волнового уравнения электромагнитной волны. Основные свойства электромагнитных волн. Излучение диполя. Диаграмма направленности. Вектор Умова-Пойтинга. Понятие интенсивности света. Шкала электромагнитных волн.

Тема 33. Геометрическая оптика. Центрированные оптические системы.

Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Законы геометрической оптики. Преломление на сферической поверхности. Центрированная оптическая система (ЦОС) и ее кардинальные элементы. Построение изображения в ЦОС. Простейшие оптические приборы. Линза. Лупа. Микроскоп. Телескоп. Световоды.

Тема 34. Фотометрия. Спектральный состав излучения. Дисперсия. Групповая и фазовая скорость света.

Фотометрия: предмет и основные количественные характеристики поля излучения. Световой и энергетический подходы. Спектральное разложение излучения. Связь длительности импульса и его спектра. Электронная теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсии. Поглощение света. Разница между групповой и фазовой скоростью света.

Тема 35. Двулучевая и многолучевая интерференция света.

Интерференция света. Интерференция плоских волн. Оптическая разность хода. Получение когерентных волн в оптике. Метод деления амплитуды: интерференция в тонких пленках, "Кольца Ньютона", интерферометр Майкельсона. Метод деления волнового фронта: схема Юнга, "Бизеркала Френеля", "Бипризма Френеля", "Билинза Бийе". Временная и пространственная когерентность. Многолучевая интерференция, осуществляемая делением амплитуды. Интерферометр Фабри-Перо. Интерференционные светофильтры. Использование интерференции.

Тема 36. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера.

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля. Пятно Пуассона. Зонная пластинка. Фазовая пластинка. Дифракция Фраунгофера на щели, на прямоугольном отверстии. Спираль Корню. Дифракция Фраунгофера на периодических структурах. Дифракционная решетка. Условие максимумов, дифракционная решетка как спектральный прибор.

Тема 37. Поляризация света. Распространение света в анизотропных средах.

Понятие поляризованного света, плоская, круговая и эллиптическая поляризация. Отражение и преломление света на границе между диэлектриками. Формулы Френеля. Полное отражение света. Угол Брюстера. Коэффициент отражения R границы. Поляризация отраженного света. Распространение света в анизотропных средах. Тензор диэлектрической проницаемости. Распространение плоской э/м волны в анизотропной среде. Двойное лучепреломление. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные устройства. Искусственное двулучепреломление. Ячейка Керра.

Тема 38. Тепловое излучение. Квантовые свойства света. Лазеры.

Тепловое излучение. Понятие спектральной плотности излучения, закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина. Вывод формулы Планка. Квантование световой волны. Корпускулярно-волновой дуализм света. Фотоны. Явление фотоэффекта. Давление света. Люминесценция, ее физические основы. Квантовые генераторы света: лазеры, принцип работы.

Тема 39. Свойства атомных ядер.

Краткий исторический обзор эволюции представлений об ядре и частицах. Масштабы величин в ядерной физике. Внесистемные единицы измерения длины, энергии, площади. Квантовая лестница. Терминология и общепринятые обозначения. Ядерный парк. Изотопы, изотоны, изобары. Диаграмма Сегре. Размеры и массы ядер. Дефект масс, энергетическая шкала масс. Ядерный магнетон.

Тема 40. Радиоактивность.

Естественная и искусственная радиоактивность. Распространённость радиоактивных ядер в природе. Радиоактивные ряды. Виды радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Вековое равновесие. Закономерности альфа-распада, закон Гейгера-Нетолла. Закономерности бета-распада, правило Сарджента. Гипотеза нейтрино. Реакции спонтанного деления тяжёлых ядер.

Тема 41. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил.

Ядерные силы, межунолонное взаимодействие, свойства. Радиус действия ядерных сил. Интенсивность действия ядерных сил в сравнении с силами кулоновского расталкивания протонов в ядре. Мезонная модель Юкавы для ядерных сил. Пи-мезоны. Сильное взаимодействие. Ядерные силы как проявление фундаментального сильного взаимодействия.

Тема 42. Модели атомных ядер.

Капельная модель ядра. Формула Вайцзеккера для энергии связи ядра в капельной модели. Простейшие применения капельной модели. Модель Ферми-газа. Глубина ядерного потенциального ящика в модели Ферми-газа, экспериментальные подтверждения. Оболочечная модель. Объяснение некоторых свойств ядер в рамках оболочечной модели. Обобщенная и оптическая модели ядер.

Тема 43. Ядерные реакции.

Закономерности ядерных реакций. Сечение реакции, зависимость от энергии, зависимость от направления вылета частиц. Реакции с образованием составного ядра. Модель Бора. Формула Брейта-Вигнера. Прямые ядерные реакции. Реакции срыва и подхвата. Модель Оппенгеймера-Филлипса неполного проникновения нуклона в ядро. Применение прямых ядерных реакций к определению свойств ядер.

Тема 44. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.

Прохождение заряженных частиц через вещество. Формула Бора. Формула Бете как релятивистское обобщение формулы Бора. Ультрарелятивистский случай Прохождение гамма-излучение через вещество, закон Ламберта-Бутгера, сечение взаимодействия, типы взаимодействий. Связь микроскопической характеристики сечения взаимодействия с макроскопической характеристикой линейного коэффициента ослабления. Массовый коэффициент ослабления. Взаимодействие нейтронов с веществом.

Тема 45. Частицы и взаимодействия.

Элементарные частицы, определение и классификация. Изотопические мультиплеты среди элементарных частиц. Странность частиц, супермультиплеты. Гиперзаряд. Гипотеза кварков. Правило Накано-Нишиджимы-Геллмана. Фундаментальные бозоны и фермионы, Стандартная Модель в физике частиц. Кванты полей взаимодействий.

Тема 46. Эксперименты в физике высоких энергий.

Эксперименты по рассеянию частиц, от опытов Резерфорда до современных экспериментов. Использование волновых свойств частиц в экспериментах по рассеянию. Определение внутренней структуры ядер и частиц. Опыты Хофштадтера. Характер получаемой информации и ограничения. Внутренняя структура нейтрона и протона.

Тема 47. Техника ускорителей.

Основные этапы развития ускорителей. Высоковольтное ускорение. Индукционное ускорение. Принцип резонансного ускорения. Принцип автофазировки. Линейные ускорители заряженных частиц. Циклические ускорители заряженных частиц. Высоковольтное ускорение. Индукционное ускорение. Циклотроны. Синхротроны. Кинематика ядерных реакций, ускорители с неподвижной мишенью и ускорители на встречных пучках.

Тема 48. Спектроскопия ядерных излучений и частиц.

Рассеяние, спектроскопия и детекторы как основа экспериментальной ядерной физики. Типы детекторов, получаемая информация. Газоразрядные, сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы. Характеристики детекторов частиц - эффективность, временное и энергетическое разрешение. Спектр, виды спектров. Опыт Ферми по наблюдению частиц-резонансов.

Тема 49. Электромагнитные взаимодействия. Сильные взаимодействия. Слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий.

Развитие представлений о взаимодействиях в 19-20 веках. Константы взаимодействий. Заряды. Законы сохранения как проявление симметрий, теорема Нетер. Законы сохранения в физике частиц и их эмпирический характер. Электрослабое объединение в теории Вайнберга-Глэшоу-Салама. Цветовые заряды кварков и квантовая хромодинамика.

Тема 50. Современные астрофизические представления.

Термоядерные реакции как источник энергии звёзд. Звёздный нуклеосинтез. Жизненные циклы звёзд. Роль слабого взаимодействия. Протонный цикл. Осцилляции солнечных нейтрино. Углеродный цикл. Гипотеза Большого Взрыва. Первичный нуклеосинтез. Кривая распространённости химических элементов. Ядерная космохронология.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Idaho State University, Electricity and Magnetism Demonstrations -

<https://www.isu.edu/physics/facilities--research/physics-class-demos/electricity-and-magnetism/>

Видеолекции по физике от МИТ - <http://ocw.mit.edu/courses/physics/>

Лекции_СПГУ - <https://phys.spbu.ru/65-studentlectures.html>

Сайт Физика-Студент - <http://fizika-student.ru/>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Видеолекции и открытые образовательные материалы Физтеха - <http://lectoriy.mipt.ru/>

Википедия - <http://ru.wikipedia.org>

НИИЯФ МГУ: лекции проф. Б.С. Ишханова - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>

НИИЯФ МГУ: лекции проф. И.М. Капитонова - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/lect/kapitonov2019/index.html>

НИИЯФ МГУ: физика ядра и частиц, XX век - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/introduction/index.html>

Электронная библиотека издательства "Лань" - https://e.lanbook.com/books/919#fizika_obsie_kursy_918_header

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Учащимся рекомендуется самостоятельно вести конспекты лекций. Где стоит особое внимание уделить собственным вопросам, возникающим во время слушания лекций. Так же важно записывать сформулированные преподавателем определения и физические законы. Целесообразно оставлять в тетрадях примерно половину места свободным (например, четные страницы), что бы в дальнейшем при подготовке к экзамену заполнить их пояснениями.
практические занятия	Главное назначение практических занятий - более тесное общение преподавателя со студентами на темы определённые преподавателем заранее. При подготовке требуется попытаться выполнить все домашние задания и попытаться наиболее чётко сформулировать непонятные и проблемные этапы возникшие при этом. Непосредственно на занятии нужно обсудить возникшие вопросы с преподавателем.
лабораторные работы	Требуется проводить эксперименты и их обработку строго в соответствии с методическими рекомендациями к работам. Настоятельно рекомендуется пользоваться при постановке экспериментов, обработке данных и оформлении отчётов собственным компьютером (ноутбуком). Специализированное программное обеспечение LD (см пункт) лицензировано для студентов КФУ.
самостоятельная работа	Самостоятельную проработку лекционного материала следует начинать с разбора собственных конспектов, прибегая к помощи "Электронного учебника ИФ КФУ". Углублённое проникновение в тему достигается путём дополнительного использования книг из набора 'Основная литература' К материалам лекций следует обращаться в течение всего семестра, в частности, при подготовке домашних заданий к практическим занятиям и оформлении отчётов по физическому практикуму. При самостоятельном решении заданных на дом задач следует чётко следовать рекомендованным преподавателем алгоритмам решения. В качестве помощи могут использоваться методическое пособие Нигматуллина Р.Р. и др. , книги Иродова И.Е., Фирганга Е.В. из набора 'Основная литература', а также "Электронный учебник ИФ КФУ".

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Все экзаменационные билеты содержат по два вопроса: один из которых больше касается теории, а другой - эксперимента. При подготовке к "теоретическому" вопросу используйте (в порядке углубления знаний) собственные конспекты лекций, "Электронный учебник ИФ КФУ", другие учебники из основного и дополнительного списков литературы. Единственный надёжный способ подготовки к "экспериментальному" вопросу - своевременное выполнение заданий Общего физического практикума. Важно, что подготовка к защите работ ОФП - существенно упрощает также освоение теоретического материала данного курса.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.03.05 "Инноватика" и профилю подготовки "Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 томах / Д. В. Сивухин. - 6-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020 - Том 1 : Механика - 2020. - 560 с. - ISBN 978-5-9221-1512-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185713> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Иродов, И. Е. Механика. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская. - 15-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 312 с. - ISBN 978-5-93208-519-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/172250> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 8-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 210 с. - ISBN 978-5-00101-826-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135536> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская, В. А. Прокудин. - 14-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 434 с. - ISBN 978-5-93208-513-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/172247> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика : учебник для вузов / И. В. Савельев. - 20-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 436 с. - ISBN 978-5-507-52151-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/440105> (дата обращения: 23.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 3 : Молекулярная физика и термодинамика - 2022. - 212 с. - ISBN 978-5-8114-9197-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/187739> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Бутиков, Е. И. Оптика : учебное пособие / Е. И. Бутиков. - 3-е изд., доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1190-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210761> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебник для вузов / И. В. Савельев. - 18-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 500 с. - ISBN 978-5-507-51528-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/422636> (дата обращения: 23.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 томах / Д. В. Сивухин. - 6-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020 - Том 3 : Электричество - 2020. - 565 с. - ISBN 978-5-9221-1643-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185725> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Кузнецов, С. И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики : учебное пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. - 212 с. - ISBN 978-5-9558-0350-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2120774> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: по подписке.
11. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц - 2022. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-1211-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Элементарный учебник физики : учебное пособие : в 3 томах / под редакцией Г. С. Ландсберга. - 15-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 - Том 3 : Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика - 2021. - 664 с. - ISBN 978-5-9221-1591-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185693> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Фриш, С. Э. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны : учебник для вузов / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. - 14-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 472 с. - ISBN 978-5-507-50786-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/463463> (дата обращения: 23.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 томах / Д. В. Сивухин. - 6-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 - Том 2 : Термодинамика и молекулярная физика - 2021. - 544 с. - ISBN 978-5-9221-1514-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185719> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Лозовский, В. Н. Курс физики : учебник : в 2 томах / В. Н. Лозовский. - 6-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 1. - 2022. - 576 с. - ISBN 978-5-8114-0286-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210284> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Лозовский, В. Н. Курс физики : учебник : в 2 томах / В. Н. Лозовский. - 6-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - Том 2. - 2022. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-0287-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210287> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник : в 3 томах / К. Н. Мухин. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - Том 1 : Физика атомного ядра - 2022. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-0739-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210308> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник : в 3 томах / К. Н. Мухин. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - Том 2 : Физика ядерных реакций. - 2022. - 326 с. - ISBN 978-5-8114-0740-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210311> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Канн, К. Б. Курс общей физики : учебное пособие / К. Б. Канн. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2022. - 368 с. - ISBN 978-5-905554-47-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094750> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: по подписке.
8. Барсуков, О. А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии : монография / О. А. Барсуков. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 560 с. - ISBN 978-5-9221-1306-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2722> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц : учебник / И. М. Капитонов. - 4-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1250-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2189> (дата обращения: 25.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Управление инновационными проектами в сфере высоких технологий

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.