

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Физика Б1.О.14

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Грачева И.Н. , Дулов Е.Н. , Налетов В.В.

Рецензент(ы): Недопекин О.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Таюрский Д. А.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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 ; доцент, к.н. (доцент) Налетов В.В. (Кафедра общей физики, Отделение физики), Vladimir.Naletov@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
ОПК-3	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Выпускник, освоивший дисциплину:

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 в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.14 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (не предусмотрено)" и относится к обязательным дисциплинам.

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 22 зачетных(ые) единиц(ы) на 792 часа(ов).

Контактная работа - 466 часа(ов), в том числе лекции - 168 часа(ов), практические занятия - 124 часа(ов), лабораторные работы - 174 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 146 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 180 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение	1	2	0	0	0
2.	Тема 2. Кинематика материальной точки. Кинематика твёрдого тела	1	4	6	4	4
3.	Тема 3. Динамический метод описания механических систем	1	6	6	5	4
4.	Тема 4. Законы сохранения в механике	1	2	5	3	3
5.	Тема 5. Закон тяготения Ньютона	1	2	2	2	2
6.	Тема 6. Основы механики абсолютно твердого тела	1	4	4	3	3
7.	Тема 7. Основы механики абсолютно упругого тела	1	2	2	3	2
8.	Тема 8. Основы механики жидкостей и газов	1	4	3	0	2
9.	Тема 9. Механические колебания	1	6	4	4	3
10.	Тема 10. Упругие волны	1	4	4	4	3
11.	Тема 11. Введение в молекулярную физику	2	1	0	0	0
12.	Тема 12. Феноменологическая термодинамика	2	5	5	7	2
13.	Тема 13. Молекулярно-кинетическая теория	2	3	3	5	2
14.	Тема 14. Статистические распределения	2	4	3	0	2
15.	Тема 15. Второе начало термодинамики	2	5	4	7	2
16.	Тема 16. Реальные газы	2	4	3	5	2
17.	Тема 17. Жидкое состояние	2	3	3	5	2
18.	Тема 18. Твердые тела	2	2	1	5	2
19.	Тема 19. Фазовые превращения	2	5	2	7	2
20.	Тема 20. Элементы физической кинетики	2	4	2	5	2
21.	Тема 21. Электромагнитное взаимодействие. Понятие об электрическом заряде.	3	2	2	2	4
22.	Тема 22. Электрическое поле в вакууме. Напряженность электрического поля.	3	4	4	4	4

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
23.	Тема 23. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы. Емкость.	3	4	6	2	6
24.	Тема 24. Электростатическое поле в диэлектриках.	3	4	6	2	6
25.	Тема 25. Энергия электрического поля. Энергия системы зарядов.	3	2	4	0	4
26.	Тема 26. Постоянный электрический ток. Линейные электрические цепи	3	2	8	8	8
27.	Тема 27. Электропроводность металлов и полупроводников. Зонная теория твердых тел. p-n переход, полупроводниковый диод.	3	8	0	4	6
28.	Тема 28. Электрический ток в жидкостях и газах.	3	2	0	2	4
29.	Тема 29. Магнитное поле в вакууме. Магнитное поле в веществе.	3	4	8	2	6
30.	Тема 30. Электромагнитная индукция. Индукционная катушка. Явление самоиндукции. Электрические колебания в цепях переменного тока.	3	2	6	2	4
31.	Тема 31. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны и их основные свойства.	3	2	0	0	2
32.	Тема 32. Световые волны как электромагнитные волны.	4	4	2	4	0
33.	Тема 33. Геометрическая оптика. Центрированные оптические системы.	4	4	4	6	4
34.	Тема 34. Фотометрия. Спектральный состав излучения. Дисперсия. Групповая и фазовая скорость света.	4	2	2	4	4
35.	Тема 35. Двухлучевая и многолучевая интерференция света.	4	8	2	6	6
36.	Тема 36. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера.	4	8	2	6	4
37.	Тема 37. Поляризация света. Распространение света в анизотропных средах.	4	6	4	6	0
38.	Тема 38. Тепловое излучение. Квантовые свойства света. Лазеры.	4	4	2	4	0
39.	Тема 39. Свойства атомных ядер.	5	2	0	0	2
40.	Тема 40. Радиоактивность.	5	2	0	6	2
41.	Тема 41. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил.	5	2	0	6	2
42.	Тема 42. Модели атомных ядер.	5	2	0	0	2
43.	Тема 43. Ядерные реакции.	5	2	0	6	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
44.	Тема 44. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.	5	2	0	9	2
45.	Тема 45. Частицы и взаимодействия.	5	2	0	0	4
46.	Тема 46. Эксперименты в физике высоких энергий.	5	2	0	0	4
47.	Тема 47. Техника ускорителей.	5	2	0	0	2
48.	Тема 48. Спектроскопия ядерных излучений и частиц.	5	2	0	9	4
49.	Тема 49. Электромагнитные взаимодействия. Сильные взаимодействия. Слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий.	5	2	0	0	2
50.	Тема 50. Современные астрофизические представления.	5	2	0	0	2
	Итого		168	124	174	146

4.2 Содержание дисциплины

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 теплоёмкость идеального газа. Зависимость теплоёмкости 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 близкогодействия и дальнегодействия. 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. Двухлучевая 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, межнуклонное 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-Буггера, 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 полное 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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Idaho State University, Electricity and Magnetism Demonstrations - <http://www.physics.isu.edu/physdemos/electricity.html>

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

Лекции_СПГУ - <http://www.phys.spbu.ru/library/studentlectures/krylov/electr.html>

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

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 1			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	УК-1, ОПК-1	2. Кинематика материальной точки. Кинематика твёрдого тела

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Контрольная работа	УК-1 , ОПК-1	3. Динамический метод описания механических систем 4. Законы сохранения в механике
3	Контрольная работа	УК-1 , ОПК-1	6. Основы механики абсолютно твердого тела 9. Механические колебания
4	Лабораторные работы	УК-1 , ОПК-3 , ОПК-1	1. Введение 2. Кинематика материальной точки. Кинематика твёрдого тела 3. Динамический метод описания механических систем 4. Законы сохранения в механике 5. Закон тяготения Ньютона 6. Основы механики абсолютно твердого тела 7. Основы механики абсолютно упругого тела 9. Механические колебания 10. Упругие волны
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-3, УК-1	
Семестр 2			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	УК-1 , ОПК-1	12. Феноменологическая термодинамика 13. Молекулярно-кинетическая теория
2	Контрольная работа	УК-1 , ОПК-1	14. Статистические распределения 15. Второе начало термодинамики 16. Реальные газы
3	Контрольная работа	УК-1 , ОПК-1	17. Жидкое состояние 19. Фазовые превращения
4	Лабораторные работы	УК-1 , ОПК-3 , ОПК-1	12. Феноменологическая термодинамика 13. Молекулярно-кинетическая теория 15. Второе начало термодинамики 16. Реальные газы 17. Жидкое состояние 18. Твердые тела 19. Фазовые превращения 20. Элементы физической кинетики
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-3, УК-1	
Семестр 3			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ОПК-1 , ОПК-3	22. Электрическое поле в вакууме. Напряженность электрического поля. 23. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы. Электроёмкость. 26. Постоянный электрический ток. Линейные электрические цепи 27. Электропроводность металлов и полупроводников. Зонная теория твердых тел. p-n переход, полупроводниковый диод. 28. Электрический ток в жидкостях и газах. 29. Магнитное поле в вакууме. Магнитное поле в веществе. 30. Электромагнитная индукция. Индукционная катушка. Явление самоиндукции. Электрические колебания в цепях переменного тока. 31. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны и их основные свойства.
2	Контрольная работа	ОПК-1	21. Электромагнитное взаимодействие. Понятие об электрическом заряде. 22. Электрическое поле в вакууме. Напряженность электрического поля. 23. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы. Электроёмкость. 24. Электростатическое поле в диэлектриках. 25. Энергия электрического поля. Энергия системы зарядов.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Контрольная работа	ОПК-1	26. Постоянный электрический ток. Линейные электрические цепи 29. Магнитное поле в вакууме. Магнитное поле в веществе. 30. Электромагнитная индукция. Индукционная катушка. Явление самоиндукции. Электрические колебания в цепях переменного тока. 31. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны и их основные свойства.
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-3, УК-1	
Семестр 4			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ОПК-3 , ОПК-1	33. Геометрическая оптика. Центрированные оптические системы. 34. Фотометрия. Спектральный состав излучения. Дисперсия. Групповая и фазовая скорость света. 35. Двулучевая и многолучевая интерференция света. 36. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. 37. Поляризация света. Распространение света в анизотропных средах. 38. Тепловое излучение. Квантовые свойства света. Лазеры.
2	Контрольная работа	ОПК-1	33. Геометрическая оптика. Центрированные оптические системы. 34. Фотометрия. Спектральный состав излучения. Дисперсия. Групповая и фазовая скорость света. 35. Двулучевая и многолучевая интерференция света.
3	Контрольная работа	ОПК-1	36. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. 37. Поляризация света. Распространение света в анизотропных средах. 38. Тепловое излучение. Квантовые свойства света. Лазеры.
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-3, УК-1	
Семестр 5			
	Текущий контроль		
1	Тестирование	ОПК-1	39. Свойства атомных ядер. 40. Радиоактивность. 41. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. 42. Модели атомных ядер.
2	Тестирование	ОПК-1	43. Ядерные реакции. 44. Взаимодействие ядерного излучения с веществом. 45. Частицы и взаимодействия. 46. Эксперименты в физике высоких энергий.
3	Тестирование	ОПК-1	47. Техника ускорителей. 48. Спектроскопия ядерных излучений и частиц. 49. Электромагнитные взаимодействия. Сильные взаимодействия. Слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий. 50. Современные астрофизические представления.
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-3, УК-1	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 1					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
					2
					3
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	4
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Семестр 2					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
					2
					3
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	4
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Семестр 3					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
					3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Семестр 4					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
					3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Семестр 5					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	1 2 3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 1

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Тема 2

Примерные задачи на контрольной работе:

1. Корабль движется по экватору на восток со скоростью $v_0 = 30$ км/ч. С юго-востока под углом $\varphi = 60^\circ$ к экватору дует ветер со скоростью $v = 15$ км/ч. Найти скорость v' ветра относительно корабля и угол φ' между экватором и направлением ветра в системе отсчета, связанной с кораблем.
2. Два шарика бросили одновременно из одной точки в горизонтальном направлении в противоположные стороны со скоростями $v_1 = 3,0$ м/с и $v_2 = 4,0$ м/с. Найти расстояние между шариками в момент, когда их скорости окажутся взаимно перпендикулярными.
3. Точка движется по окружности со скоростью $v = at$, где $a = 0,50$ м/с². Найти ее полное ускорение в момент, когда она пройдет $\eta = 0,10$ длины окружности после начала движения.
4. Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что угол φ его поворота зависит от времени как $\varphi = \beta t^2$, где $\beta = 0,20$ рад/с². Найти полное ускорение a точки A на ободе колеса в момент $t = 2,5$ с, если скорость точки A в этот момент $v = 0,65$ м/с.

2. Контрольная работа

Темы 3, 4

Примерные задачи на контрольной работе:

1. Аэростат массы $m = 250$ кг начал опускаться с ускорением $a = 0,20$ м/с². Определить массу балласта, который следует сбросить за борт, чтобы аэростат получил такое же ускорение, но направленное вверх.

2. В установке (см. рис.) массы тел равны m_0 , m_1 и m_2 , массы блока и нитей пренебрежимо малы и трения в блоке нет. Найти ускорение a , с которым опускается тело m_0 , и силу натяжения нити, связывающей тела m_1 и m_2 , если коэффициент трения равен k .
3. Небольшое тело пустили вверх по наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 15^\circ$ с горизонтом. Найти коэффициент трения, если время подъема тела оказалось в $\eta = 2,0$ раза меньше времени спуска.
4. Винтовку навели на вертикальную черту мишени, находящейся точно в северном направлении, и выстрелили. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти, на сколько сантиметров и в какую сторону пуля, попав в мишень, отклонится от черты. Выстрел произведен в горизонтальном направлении на широте $\varphi = 60^\circ$, скорость пули $v = 900$ м/с, расстояние до мишени $s = 1,0$ км.
5. Поезд массы $m = 2000$ т движется на северной широте $\varphi = 60^\circ$. Определить: а) модуль и направление силы бокового давления поезда на рельсы, если он движется вдоль меридиана со скоростью $v = 54$ км/ч; б) в каком направлении и с какой скоростью должен был бы двигаться поезд, чтобы результирующая сил инерции, действующих на поезд в системе отсчета "Земля", была равна нулю.
6. Мотоциклист едет по вертикальной цилиндрической стенке радиуса $R = 5,0$ м. Центр масс человека с мотоциклом расположен на $l = 0,8$ м от стенки. Коэффициент трения между колесами и стенкой $k = 0,34$. С какой минимальной скоростью может ехать мотоциклист по горизонтальной окружности?
7. Ствол пушки направлен под углом $\Theta = 45^\circ$ к горизонту. Когда колеса пушки закреплены, скорость снаряда, масса которого в $\eta = 50$ раз меньше массы пушки, $v_0 = 180$ м/с. Найти скорость пушки сразу после выстрела, если колеса ее освободить.
8. Шайба массы $m = 50$ г соскальзывает без начальной скорости по наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, и, пройдя по горизонтальной плоскости расстояние $l = 50$ см, останавливается. Найти работу сил трения на всем пути, считая всюду коэффициент трения $k = 0,15$.
9. Небольшая шайба А соскальзывает без начальной скорости с вершины гладкой горки высотой H , имеющей горизонтальный трамплин (см. рис.). При какой высоте h трамплина шайба пролетит наибольшее расстояние s ? Чему оно равно?
10. Небольшая шайба массы m без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высоты h и попадает на доску массы M , лежащую у основания горки на гладкой горизонтальной плоскости (см. рис.). Вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской как единое целое. Найти суммарную работу сил трения в этом процессе.

3. Контрольная работа

Темы 6, 9

Примерные задачи на контрольной работе:

1. Имеется тонкий однородный стержень массы m и длины L . Найти его момент инерции относительно оси, проходящей через: а) его конец и перпендикулярной самому стержню; б) его центр и составляющей угол α со стержнем.
2. Показать, что для тонкой пластинки произвольной формы имеется следующая связь между моментами инерции: $I_1 + I_2 = I_3$, где 1, 2, 3 ? три взаимно перпендикулярные оси, проходящие через одну точку, причем оси 1 и 2 лежат в плоскости пластинки.
3. Однородный сплошной цилиндр радиуса R раскрутили вокруг его оси до угловой скорости ω_0 и затем поместили в угол. Коэффициент трения между цилиндром и стенками равен k . Сколько времени цилиндр будет вращаться в этом положении?
4. Частица совершает гармонические колебания вдоль оси X около положения равновесия $x = 0$ с частотой $\omega = 4,00$ 1/с. В некоторый момент координата частицы $x_0 = 25,0$ см и ее скорость $v_{x0} = 100$ см /с. Найти координату x и скорость v_x частицы через $t = 2,40$ с после этого момента.
5. Неподвижное тело, подвешенное на пружинке, увеличивает ее длину на $\Delta z = 40$ мм. Найти период малых вертикальных колебаний тела.
6. Найти добротность осциллятора, у которого амплитуда смещения уменьшается в $\eta = 2,0$ раза через каждые $\eta = 110$ периодов колебаний.
7. Амплитуды смещений вынужденных гармонических колебаний при частотах $\omega_1 = 400$ 1/с и $\omega_2 = 600$ 1/с равны между собой. Найти частоту ω , при которой амплитуда смещения максимальна.

4. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10

Тема 1. Введение в механику

- Определение плотности твёрдого тела

Тема 2. Кинематика материальной точки. Кинематика твёрдого тела

- Измерение кинематических характеристик прямолинейного движения

- Измерение кинематических характеристик вращательного движения вокруг закрепленной оси

Тема 3. Динамический метод описания механических систем

- Силы на наклонной плоскости

- Измерение коэффициента трения покоя

- Проверка второго закона Ньютона для прямолинейного движения

- Измерение коэффициентов трения скольжения и качения

- Проверка III закона Ньютона в процессе удара

Тема 4. Законы сохранения в механике

Экспериментальная проверка закона сохранения импульса при движении на плоскости

Законы сохранения момента импульса и энергии (столкновение при вращении)

Тема 5. Закон тяготения Ньютона

Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника

Измерение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника

Измерение гравитационной постоянной с помощью гравитационного торсионного балансира (весов) Кавендиша

Тема 6. Основы механики абсолютно твердого тела

Измерение моментов инерции тел правильной формы

Проверка теоремы Штайнера

Изучение прецессии гироскопа

Проверка уравнения динамики вращательного движения

Тема 7. Основы механики абсолютно упругого тела

Исследование упругого и пластичного удлинения проволоки

Исследование зависимости частоты колебаний струны от её длины и натяжения

Измерение скорости звуковых импульсов в твёрдых телах

Тема 9. Механические колебания

Пружинный маятник

Изучение свободных и вынужденных колебаний торсионного маятника

Изучение явления резонанса торсионного маятника

Изучение колебаний связанных маятников

Тема 10. Упругие волны

Исследование волн на поверхности воды

Измерение частоты камертона методом биений

Изучение эффекта Доплера ультразвуковых волн

Проверка закона дисперсии звуковых волн в воздухе

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Предмет и методы физики. Физические модели. Системы единиц измерения. Понятие размерности. Время. Синхронизация времени.
2. Пространство. Система отсчета. Декартова система координат. Материальная точка. Абсолютно твердое тело. Траектория движения.
3. Определение вектора. Единичный вектор. Операции над векторами. Разложение вектора на составляющие в декартовой системе координат.
4. Векторный способ описания движения. Радиус-вектор. Вектор перемещения. Вектор средней скорости. Вектор скорости. Вектор ускорения. Зависимость радиус-вектора от времени при равноускоренном движении. Прямая и обратная задачи кинематики.
5. Координатный способ описания движения. Выражение радиус-вектора, вектора скорости и вектора ускорения через зависимость координат материальной точки от времени. Модуль вектора скорости.
6. Описание движения с помощью параметров траектории. Пройденный путь. Тангенциальное и нормальное направления. Вектор и модуль скорости. Вектор ускорения через его нормальную и тангенциальную составляющие. Модуль вектора ускорения.
7. Движение по окружности. Вектор угловой скорости. Вектор углового ускорения. Связь периода вращения с угловой скоростью для равномерного вращения. Связь между линейными и угловыми величинами, описывающими движение.
8. Динамика материальной точки. Свободное движение. Первый закон Ньютона. Инерциальная система отсчета.
9. Масса. Импульс материальной точки. Закон сохранения импульса.
10. Понятие силы. Второй закон Ньютона. Принцип суперпозиции. Третий закон Ньютона.
11. Сложение скоростей. Инварианты преобразования Галилея. Принцип относительности Галилея.
12. Импульс силы. Закон сохранения импульса системы материальных точек. Сохранение проекции импульса на определенное направление. Движение центра масс системы материальных точек.
13. Движение тел переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.
14. Силы в механике. Упругая сила. Закон Гука. Сила трения. Трение сухое и вязкое. Трение скольжения и покоя. Сила сопротивления.
15. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес. Первая космическая скорость. Невесомость. Движение тела по наклонной плоскости.
16. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Поступательная сила инерции. Пример: подвес с грузом на тележке, движущейся с ускорением.
17. Векторное произведение векторов. Центробежная сила и сила Кориолиса (без вывода). Силы, действующие на тела в системе координат связанной с поверхностью земли. Маятник Фуко.
18. Работа. Кинетическая энергия. Связь работы силы по перемещению материальной точки с изменением ее кинетической энергии. Мощность.
19. Консервативные (потенциальные) силы. Диссипативные силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия гравитационного притяжения.

20. Потенциальная энергия упругой силы. Закон сохранения полной механической энергии. Внутренняя энергия. Преобразование энергии. Закон сохранения энергии.
21. Потенциальная энергия гравитационного притяжения. Вторая космическая скорость.
22. Потенциальная энергия и сила поля.
23. Момент импульса и момент силы относительно точки и относительно оси. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса системы материальных точек.
24. Уравнение движения тела, вращающегося относительно оси. Момент инерции. Кинетическая энергия вращающегося тела.
25. Равновесие. Статика. Центр тяжести. Условие равновесия.
26. Столкновения. Законы сохранения при столкновениях. Центральный неупругий удар шаров. Преобразование энергии.
27. Столкновения. Законы сохранения при столкновениях. Центральный упругий удар шаров. Нецентральный удар гладких упругих шаров.
28. Движение тел, связанных ньютоновской силой тяготения. Законы Кеплера.
29. Кинематика твердого тела. Плоское движение. Разложение движения твердого тела на поступательное и вращательное. Мгновенная ось вращения. Собственный момент импульса.
30. Динамика твердого тела. Уравнения движения твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела.
31. Свободные оси. Главные оси тела. Гироскоп. Прецессия гироскопа. Несвободный гироскоп.
32. Основы механики абсолютно упругого тела. Закон Гука. Удлинение (сжатие). Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Сдвиг. Всестороннее сжатие. Энергия упругих деформаций.
33. Основы механики жидкостей и газов. Агрегатные состояния вещества. Гидростатика. Давление жидкости и газа. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Плавание тел. Барометрическая формула.
34. Гидродинамика. Кинематическое описание жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Эйлера и закон Бернулли. Вязкость. Сопротивление движению в жидкостях и газах.
35. Колебания. Свободные колебания. Гармонические колебания. Сложение гармонических колебаний с близкими частотами. Затухающие колебания. Декремент затухания.
36. Представление гармонических колебаний в виде векторных диаграмм и в комплексной форме.
37. Вынужденные колебания. Явление резонанса. Амплитудно-частотная и фазо-частотная зависимость. Добротность. Поглощение энергии при вынужденных колебаниях.
38. Волны в сплошной среде. Типы волн, волновой фронт, волновая поверхность. Уравнение плоской волны.
39. Интерференция волн. Стоячие волны. Акустический эффект Доплера.

Семестр 2

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 12, 13

Тема 12

1. В сосуде объемом $V = 30$ л содержится идеальный газ при температуре 0°C . После того как часть газа была выпущена наружу, давление в сосуде понизилось на $\Delta p = 0,78$ атм (без изменения температуры). Найти массу выпущенного газа. Плотность данного газа при нормальных условиях $\rho = 1,3$ г/л.
2. Сосуд объемом $V = 20$ л содержит смесь водорода и гелия при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ и давлении $p = 2,0$ атм. Масса смеси $m = 5,0$ г. Найти отношение массы водорода к массе гелия в данной смеси.
3. Какое количество тепла надо сообщить азоту при изобарическом нагревании, чтобы газ совершил работу $A = 2,0$ Дж?
4. Один моль некоторого идеального газа изобарически нагрели на $\Delta T = 72$ К, сообщив ему количество тепла $Q = 1,60$ кДж. Найти приращение его внутренней энергии и величину $\gamma = C_p/C_v$.

Тема 13

1. Плотность смеси гелия и азота при нормальных условиях $\rho = 0,60$ г/л. Найти концентрацию атомов гелия.
2. Найти число атомов в молекуле газа, у которого при $?$ замораживании? колебательных степеней свободы постоянная γ увеличивается в $\eta = 1,20$ раза.

2. Контрольная работа

Темы 14, 15, 16

Тема 14

1. Азот массы $m = 15$ г находится в закрытом сосуде при $T = 300$ К. Какое количество теплоты необходимо сообщить азоту, чтобы средняя квадратичная скорость его молекул возросла в $\eta = 2,0$ раза?
2. Найти температуру газообразного азота, при которой скоростям молекул $v_1 = 300$ м/с и $v_2 = 600$ м/с соответствуют одинаковые значения функции распределения $F(v)$.
3. Найти силу, действующую на частицу со стороны однородного поля, если концентрации этих частиц на двух уровнях, отстоящих друг от друга на $\Delta h = 30$ мм (вдоль поля), различаются в $\eta = 2,0$ раза. Температура системы $T = 280$ К.

Тема 15

1. Моль идеального газа из жестких двухатомных молекул совершает цикл Карно. Температура нагревателя $T_1 = 400$ К. Найти КПД цикла, если при адиабатическом сжатии газа затрачивается работа $A = 2,0$ кДж.

2. Найти КПД цикла, состоящего из двух изобар и двух адиабат, если в пределах цикла давление изменяется в η раз. Рабочее вещество – идеальный газ с показателем адиабаты γ .

3. Гелий массы $m = 1,7$ г адиабатически расширили в $p = 3,0$ раза и затем изобарически сжали до первоначального объема. Найти приращение энтропии газа.

Тема 16

1. Один моль некоторого газа находится в сосуде объемом $V = 0,250$ л. При $T_1 = 300$ К давление газа $p_1 = 90$ атм, а при $T_2 = 350$ К давление $p_2 = 110$ атм. Найти постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа.

2. Один моль кислорода расширили от объема $V_1 = 1,00$ л до $V_2 = 5,0$ л при постоянной температуре $T = 280$ К. Вычислить количество поглощенного газом тепла. Газ считать ван-дер-ваальсовским.

3. Контрольная работа

Темы 17, 19

Тема 17

1. В дне сосуда со ртутью имеется круглое отверстие диаметра $d = 70$ мкм. При какой максимальной толщине слоя ртути она еще не будет вытекать через это отверстие?

2. Вертикальный капилляр с внутренним диаметром 0,50 мм погрузили в воду так, что длина выступающей над поверхностью воды части капилляра $h = 25$ мм. Найти радиус кривизны мениска.

Тема 19

1. Пространство в цилиндре под поршнем, имеющее объем $V_0 = 5,0$ л, занимает один насыщенный водяной пар, температура которого $t = 100$ °С. Найти массу жидкой фазы, образовавшейся в результате изотермического уменьшения объема под поршнем до $V = 1,6$ л. Насыщенный пар считать идеальным газом.

2. Вычислить постоянные Ван-дер-Ваальса для углекислого газа, если его критическая температура $T_{кр} = 304$ К и критическое давление $p_{кр} = 73$ атм.

3. Найти удельный объем насыщенного водяного пара при нормальном давлении, если известно, что уменьшение давления на $\Delta p = 3,2$ кПа приводит к уменьшению температуры кипения воды на $\Delta T = 0,9$ К.

4. Лед с начальной температурой $t_1 = 0$ °С, нагревая, превратили сначала в воду, а затем в пар при $t_2 = 100$ °С. Найти приращение удельной энтропии системы.

Тема 20

1. Во сколько раз средняя длина свободного пробега молекул азота, находящегося при нормальных условиях, больше среднего расстояния между его молекулами?

2. Как зависят средняя длина свободного пробега и число столкновений каждой молекулы в единицу времени от температуры T идеального газа в следующих процессах: а) изохорическом; б) изобарическом?

3. В результате некоторого процесса вязкость идеального газа увеличилась в $\alpha = 2,0$ раза, а коэффициент диффузии – в $\beta = 4,0$ раза. Как и во сколько раз изменилось давление газа?

4. Теплопроводность гелия в 8,7 раза больше, чем у аргона (при нормальных условиях). Найти отношение эффективных диаметров атомов аргона и гелия.

4. Лабораторные работы

Темы 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20

Тема 12. Феноменологическая термодинамика

Зависимость объема газа от температуры при постоянном давлении

Зависимость давления газа от объема при постоянной температуре

Зависимость давления газа от температуры при постоянном объеме

Превращение механической энергии в теплоту

Превращение электрической энергии в тепловую энергию

Тема 13. Молекулярно-кинетическая теория

Исследование броуновского движения

Определение показателя адиабаты C_p/C_V разных газов с использованием прибора по изучению упругого резонанса газов

Измерение коэффициента Пуассона и изохорической теплоемкости воздуха

Скорость звука в газах

Тема 15. Второе начало термодинамики

Фрикционные потери в двигателе, работающем на нагретом воздухе

Определение коэффициента полезного действия двигателя на горячем воздухе, работающего как нагреватель

Определение коэффициента полезного действия двигателя на горячем воздухе, работающего как холодильник

pV диаграмма двигателя, работающего на нагретом воздухе

Исследование режимов работы теплового насоса

Тема 16. Реальные газы

Исследование эффекта Джоуля-Томсона для различных газов

Тема 17. Жидкое состояние

Определение плотности растворов

Измерение поверхностного натяжения методом отрыва

Определение коэффициента объемного расширения жидкостей

Тема 18. Твердые тела

Измерение зависимости линейного расширения твердых тел от температуры

Определение удельной теплоемкости твердых тел

Тема 19. Фазовые превращения

Водоструйный вакуумный насос

Определение скрытой теплоты испарения воды

Определение удельной теплоты плавления льда

Наблюдение фазового перехода жидкость-газ в критической точке

Понижение точки замерзания воды

Исследование зависимости давления насыщенного пара воды от температуры

Тема 20. Элементы физической кинетики

Определение кинематических характеристик молекул газа

Определение теплопроводности методом единичной пластины

Определение вязкости жидкости методом Стокса

Исследование зависимости вязкости жидкости от температуры и концентрации на шариковом вискозиметре

Экзамен

Вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену

1. Предмет молекулярной физики. Массы атомов и молекул. Количество вещества. Агрегатные состояния вещества. Модель идеального газа.
2. Методы изучения систем многих частиц. Динамический метод. Статистический метод. Термодинамический метод.
3. Температура: Термометрическое тело и термометрическая величина. Шкала температур. Термодинамическая шкала температур. Термометры. Международная практическая шкала температур.
4. Термодинамическая система. Состояние системы. Обратимые и необратимые процессы. Уравнение состояния идеального газа.
5. Работа. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Первое начало термодинамики.
6. Теплоемкость и внутренняя энергия идеального газа.
7. Процессы в идеальных газах: изобарный, изохорный, изотермический и адиабатический.
8. Давление газа на стенку. Основное уравнение кинетической теории.
9. Степени свободы. Распределение энергии по степеням свободы. Средняя энергия молекул.
10. Внутренняя энергия и теплоёмкость идеального газа. Зависимость теплоёмкости от температуры.
11. Основные понятия теории вероятностей: Вероятность. Плотность вероятности. Теоремы вероятности. Нормировка вероятности. Среднее значение случайной величины. Функция распределения вероятностей.
12. Распределение Максвелла. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.
13. Распределение Больцмана. Экспериментальная проверка распределения Больцмана. Барометрическая формула. Атмосфера планет.
14. Направление процессов. Тепловая машина. Формулировки второго начала. Цикл Карно.
15. Первая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Вторая теорема Карно.
16. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Вычисление и применение энтропии.
17. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Вероятность микросостояния и статистический вес.
18. Статистический смысл второго начала термодинамики и энтропии.
19. Термодинамические функции и условия термодинамической устойчивости: Математические выражения. Полный дифференциал. Термодинамические функции (потенциалы). Условия термодинамической устойчивости.
20. Силы взаимодействия. Химическая связь. Ковалентная, ионная и металлическая связь. Молекулярные силы. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал межмолекулярного взаимодействия. Жидкое и газообразное состояния.
21. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы уравнения Ван-дер-Ваальса. Определение параметров критической точки.
22. Экспериментальные изотермы. Изотермы системы газ-жидкость.
23. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Насыщенный пар. Свойства вещества в критическом состоянии. Теплота фазового превращения.
24. Эффект Джоуля-Томсона. Эффект Джоуля - Томсона в газе Ван-дер-Ваальса. Сжижение газов.
25. Поверхностное натяжение. Силы поверхностного натяжения. Давление под изогнутой поверхностью. Формула Лапласа.
26. Условие равновесия на границе сред. Краевой угол. Капиллярные явления. Поверхностно активные вещества. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры.
27. Структура жидкостей. Парная функция распределения.
28. Жидкие растворы. Растворимость. Теплота растворения. Закон Рауля. Закон Генри. Зависимость растворимости от температуры. Диаграммы состояния раствора. Осмотическое давление. Обратный осмос.
29. Кристаллы и аморфные тела. Теплоемкость твердых тел. Классическая теория. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Тепловое расширение.

30. Фазовые переходы. Условия фазового равновесия. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояния (фазовая диаграмма).
31. Эмпирические уравнения процессов переноса. Эффективный диаметр молекулы. Средняя длина свободного пробега.
32. Молекулярно-кинетическая интерпретация явлений переноса. Плотность потока. Общее уравнение переноса. Диффузия. Вязкость (внутреннее трение). Теплопроводность. Анализ коэффициентов переноса.
33. Процессы переноса в разреженных газах.
34. Процессы переноса в жидкостях. Процессы переноса в твердых телах.

Семестр 3

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31

- Принципы работы и использование аналоговых и цифровых электроизмерительных приборов.
- Законы электрических цепей. Экспериментальное исследование процессов в электрических цепях.
- Элементарный заряд и удельный заряд электрона. Их измерение.
- Измерение диэлектрической проницаемости.
- Измерение магнитной проницаемости.
- Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов электрических цепей. Их регистрация и трактовка.
- Согласованные и несогласованные линии.
- Закон Кулона и его экспериментальная проверка.
- Закон Ампера и его экспериментальная проверка.
- Проверка законов электростатики моделированием полей неподвижных зарядов в электролитической ванне.
- Устройство и принцип действия синхронных и асинхронных двигателей.
- Измерение магнитной постоянной.
- Закон электромагнитной индукции и его экспериментальная проверка.
- Измерение индукции магнитного поля Земли.
- Экспериментальные температурные зависимости удельного сопротивления проводников и полупроводников и их трактовка

2. Контрольная работа

Темы 21, 22, 23, 24, 25

1. Найти отношение электрической и гравитационной сил взаимодействия между двумя электронами, протонами.
2. Найти напряженность электрического поля на оси равномерно заряженного кольца.
3. Найти напряженность электрического поля внутри равномерно заряженной сферы.
4. Найти напряженность электрического поля внутри равномерно заряженного шара как функцию расстояния r от центра шара.
5. Рассчитать емкость сферического конденсатора, если радиус внутренней сферы равен a , а радиус внешней сферы равен b .
6. К заряженному до напряжения U конденсатору емкости C подключили параллельно незаряженный конденсатор такой же емкости. Как изменилась энергия системы?
7. Точечный заряд q находится в центре шара радиуса R из однородного диэлектрика. Рассчитать поверхностную плотность связанных зарядов на внешней поверхности диэлектрика.
8. Точечный заряд q находится над бесконечной проводящей плоскостью. С какой силой он к ней притягивается?
9. Чему равна плотность связанных зарядов на границе раздела проводник-диэлектрик, если проводник заряжен с поверхностной плотностью σ ?
10. Рассчитать напряженность в центре статично поляризованного шара.

3. Контрольная работа

Темы 26, 29, 30, 31

1. На рисунке показана электрическая цепь постоянного тока. Чему равен ток через резистор R_1 ?
2. Рассчитать сопротивление однородного проводника в форме конуса.
3. Конденсатор емкостью C зарядили до напряжения U и подключили к резистору R . Через какое время напряжение на конденсаторе уменьшится в два раза?
4. К источнику постоянного тока с ЭДС равной 5 В и внутренним сопротивлением $0,5\text{ Ом}$ подключили реостат. Чему равна максимально возможная тепловая мощность, выделяемая на реостате?
5. Рассчитать силу взаимодействия между двумя параллельными проводниками с током.
6. По круговому витку радиуса R течет постоянный ток I . Чему равен его магнитный момент?
7. Чему равно магнитное поле внутри катушки с током I , если плотность намотки равна N/l ?
8. По П-образному проводнику скользит с постоянной скоростью v проводящая перемычка длины L . Система находится в магнитном поле с индукцией B . Чему равна ЭДС индукции?
9. В постоянном магнитном поле B с постоянной частотой ω вращают круговой проводящий виток с общим сопротивлением R . Рассчитайте силу тока, протекающую в витке за счет электромагнитной индукции.
10. Получить из уравнений Максвелла волновое уравнение для электромагнитной волны.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Электрический заряд и его свойства. Точечный заряд. Закон Кулона. Планетарная модель атома. Образование ионов.
2. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.
3. Понятие потенциала ЭП. Потенциал точечного заряда. Принцип суперпозиции для потенциалов. Связь потенциала и напряженности ЭП. Наглядная картина ЭП: пример.
4. Проводники в ЭП. Напряженность внутри и вне проводника, его потенциал, поверхностная плотность зарядов на проводнике.
5. Электроёмкость. Конденсаторы. Расчет емкости плоского конденсатора.
6. Диэлектрики в ЭП. Строение диэлектриков. Вектор поляризованности. Вектор электрического смещения в диэлектрике. Понятие диэлектрической проницаемости. Граничные условия.
7. Энергия электрического поля. Энергия системы зарядов, проводника, конденсатора.
8. Электрический ток, понятия силы тока, плотности тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме. Сопротивление. Сторонние силы, ЭДС. Напряжение.
9. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность тока. КПД источника тока, полезная мощность.
10. Зонная теория твердых тел. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории. Носители заряда в металлах и полупроводниках.
11. Электролиз. Законы Фарадея.
12. Поле движущихся зарядов. Классический опыт Эрстеда. Взаимодействие токов. Закон Ампера. Сила Лоренца. Вектор магнитной индукции, силовые линии. Закон Био-Савара-Лапласа.
13. Магнитное поле прямого, бесконечно длинного тока; бесконечно длинного соленоида.
14. Магнитное поле в веществе. Молекулярные токи. Напряженность магнитного поля, магнитная восприимчивость. Граничные условия для векторов B и H .
15. Магнитный поток. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца. Токи Фуко.
16. Колебательный LC-контур без затухания. Частота колебаний, перекачка энергии.
17. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн.
18. Силовые линии ЭП. Теорема Остроградского-Гаусса в интегральной форме.
19. Заряд на проводнике неправильной форме (острия и впадины).
20. Энергия магнитного поля.

Семестр 4

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 33, 34, 35, 36, 37, 38

Параксиальное приближение. Центрированные оптические системы и измерение их параметров.

Основные интерференционные схемы с методами деления амплитуды и волнового фронта. Их сборка и юстировка.

Пространственная и временная когерентность. Измерение длины и радиуса когерентности. Звёздный интерферометр.

Многолучевая интерференция. Эталон Фабори-Перо.

Закон Малюса и его экспериментальная проверка.

Исследование и использование полу и четверть волновых пластинок.

Методы исследования оптической активности.

Законы фотометрии и их экспериментальная проверка.

Законы излучения и их экспериментальная проверка.

Методы спектроскопии. Исследование спектров излучения, отражения, пропускания.

Исследование спектра солнечного света.

Дифракция Фраунгофера на единичных и периодических преградах и методы её исследования.

Дифракция Френеля и методы её исследования. Зонная пластинка. Киноформы.

2. Контрольная работа

Темы 33, 34, 35

1. При каком значении угла падения A луч, отраженный от поверхности воды, будет перпендикулярен преломленному лучу?
2. Найти построением главные фокусы и главные точки толстой линзы.
3. Рассчитать положение главных плоскостей и главных фокусов толстой линзы.
4. При фиксированном расстоянии между предметом и экраном, равном L , получили два раза четкое изображение предмета на экране при двух различных положениях тонкой собирающей линзы. Линзы передвигали на S . Чему равно ее фокусное расстояние?
5. Чему равна групповая скорость для закона дисперсии v пропорциональна корню из k ?
6. Точечный источник с силой света I освещает площадку S на расстоянии 1 м от источника. Чему равна ее освещенность?

7. Расстояние от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана равны соответственно $a=25\text{ см}$ и $b=100\text{ см}$. Бипризма стеклянная с преломляющим углом $\gamma=20^\circ$. Найти длину волны света, если ширина интерференционной полосы на экране $x=0.55\text{ мм}$.
8. Диаметр третьего темного кольца в устройстве кольца Ньютона равен D . Радиус кривизны линзы R . Определите длину волны света.
9. В опыте с зеркалом Ллойда ширина интерференционной полосы на экране равна x , длина волны света λ , расстояние до экрана M . Чему равно расстояние между когерентными источниками света?
10. На тонкую пленку с показателем преломления n падает луч света с длиной волны λ . Чему равен угол падения, если отражение при этом угле максимально?

3. Контрольная работа

Темы 36, 37, 38

1. Плоская световая волна с длиной волны 640 нм с интенсивностью I падает нормально на круглое отверстие радиуса $R=1.2\text{ мм}$. Найти интенсивность в центре дифракционной картины на экране, отстоящем на $b=1.5\text{ м}$ от отверстия.
2. На пути плоской световой волны интенсивностью I_0 расположили непрозрачный экран в форме полукруга, который закрывает для точки наблюдения половину первой зоны Френеля по диаметру. Чему равна интенсивность света в точке наблюдения?
4. На дифракционную решетку с периодом d падает монохроматическая световая волна с длиной λ . Под каким углом дифракции будет наблюдаться третий максимум?
5. Естественный свет с длиной волны 656 нм падает на систему из двух скрещенных поляризаторов, между которыми находится кварцевая пластинка, вырезанная перпендикулярно оптической оси. При какой минимальной толщине пластинки система будет пропускать $n=0.3$ светового потока?
6. На дифракционную решетку с периодом d падает монохроматическая световая волна с длиной λ . Чему равен максимальный порядок наблюдаемого максимума?
7. Рассчитайте разрешающую способность решетки с периодом d и длиной λ во втором максимуме.
8. Естественный свет с длиной волны 656 нм падает на систему из двух скрещенных поляризаторов, между которыми находится кварцевая пластинка, вырезанная перпендикулярно оптической оси. При какой толщине пластинки интенсивность света на выходе не будет зависеть от угла поворота второго поляризатора?
9. Естественный свет падает на систему из трех поляризаторов, оси которых повернуты друг относительно друга на один и тот же угол. Чему равен этот угол, если интенсивность света на выходе ослаблена в три раза?
10. Рассчитайте светимость Солнца, зная температуру его поверхности.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Уравнения Максвелла. Вывод из уравнений Максвелла основных свойств электромагнитной волны. Плоская гармоническая электромагнитная волна. Скорость распространения.
2. Энергия поля электромагнитной волны. Поле излучения диполя. Связь с излучением световых волн атомами. Цуг волны
3. Законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение. Принцип работы рефрактометров. Устройство диэлектрического световода.
4. Центрированные оптические системы. Кардинальные элементы ЦОС: главные фокусы, главные точки, фокальные плоскости. Оптическая сила системы. Поперечное увеличение системы.
5. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала.
6. Простейшие оптические системы: телескоп, микроскоп, толстая линза, тонкая линза.
7. Фотометрия. Энергетический и (или) световой подход. Основные фотометрические величины.
8. Стеклянная призма как спектральный прибор. Спектральное разложение излучения. Понятие спектра. Связь ширины спектра с длительностью светового импульса.
9. Дисперсия. Классическая теория дисперсии. Дисперсия вдали и вблизи линии поглощения. Поглощение света.
10. Фазовая и групповая скорости света.
11. Двухлучевая интерференция. Понятие оптической разности хода, ширины интерференционной картины.
12. Пространственная и временная когерентность.
13. Интерференционные схемы. Бипризма Френеля. Зеркало Ллойда. Получение двух когерентных источников, связь ширины интерференционной картины с параметрами системы.
14. Интерференционные схемы. Бизеркала Френеля. Получение двух когерентных источников, связь ширины интерференционной картины с параметрами системы.
15. Интерференция в тонких пленках. Отражение от плоскопараллельной пластинки, характер интерференционной картины в рассеянном свете.
16. Отражение от клина, кольца Ньютона.
17. Интерферометр Майкельсона, интерферометр Рэлея.
18. Интерферометр Фабри-Перо. Устройство интерференционных фильтров.
19. Дифракция Френеля на круглых препятствиях. Зонная пластинка.
20. Дифракция Френеля на прямоугольных препятствиях. Спираль Корню.
21. Дифракция Фраунгофера на щели.

22. Дифракционная решетка, условие главных и добавочных максимумов, построение дифракционной картины от решетки в монохроматическом свете.
23. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Дисперсия и разрешающая способность решетки.
24. Поляризация света. Закон Малюса. Плоская, круговая и эллиптическая поляризация.
25. Формулы Френеля, вывод формул Френеля из граничных условий для электромагнитного поля на границе раздела двух диэлектриков.
26. Угол Брюстера, коэффициент отражения.
27. Двойное лучепреломление. Поверхности лучевых скоростей. Построение Гюйгенса. Поляризационные устройства.
28. Суперпозиция поляризованных волн (интерференция). Пластинки в $\lambda/4$ и $\lambda/2$.
29. Кристаллические пластинки между поляризаторами (скрещенными, параллельными). Искусственное двойное лучепреломление. Ячейка Керра.
30. Вращение плоскости поляризации. Оптически активные вещества. Эффект Фарадея.
31. Тепловое излучение. Формула Планка.
32. Фотоны. Импульс фотона. Давление света. Фотоэффект.
33. Люминесценция. Физические основы.
34. Лазерные источники излучения. Принцип действия

Семестр 5

Текущий контроль

1. Тестирование

Темы 39, 40, 41, 42

Примеры вопросов к письменной работе в форме тестирования (необходимо выбрать правильный ответ из трёх предложенных вариантов):

1. Размеры ядер заключены в диапазоне:

1.1. от 10-13 до 10-12м

1.2. от 10-14 до 10-12м

1.3. от 10-15 до 10-14м

2. Масса ядра:

2.1. меньше суммы масс составляющих его нуклонов

2.2. больше суммы масс составляющих его нуклонов

2.3. равна сумме масс составляющих его нуклонов

3. Ядро меньше атома:

3.1. примерно в 10 раз

3.2. примерно в 10000 раз

3.3. примерно в 1000000 раз

4. Доля нейтронов в ядре:

4.1. возрастает с ростом заряда ядра

4.2. убывает с ростом заряда ядра

4.3. остается неизменной при изменении заряда ядра

5. Спектр бета частиц, испускаемых бета-радиоактивными ядрами:

5.1. Непрерывный

5.2. Дискретный

5.3. В некоторых случаях непрерывный, в некоторых дискретный

6. В основе теории альфа-распада лежит рассмотрение:

6.1. туннельного эффекта

6.2. квантовой статистики нуклонов

6.3. спин-орбитального взаимодействия

7. Бета частица:

7.1. существует внутри ядра до момента его распада, подобно альфа-частице

7.2. рождается в процессе бета-распада ядра

7.3. рождается в процессе альфа-распада ядра

8. Число известных радиоактивных цепочек (семейств, рядов) составляет:

8.1. один

8.2. четыре

8.3. шестнадцать

9. В альфа-распаде испускается именно альфа-частица, потому что:

9.1. другая частица не может быть испущена по закону сохранения четности

9.2. альфа частица имеет повышенную энергию связи среди легких ядер

9.3. альфа частица имеет пониженную энергию связи среди легких ядер

10. Масса ядра:

10.1. меньше суммы масс составляющих его нуклонов

- 10.2. больше суммы масс составляющих его нуклонов
- 10.3. равна сумме масс составляющих его нуклонов
- 11. Удельная энергия связи нуклонов в ядре для большинства ядер это:
 - 11.1. примерно 1 кэВ
 - 11.2. примерно 5 ГэВ
 - 11.3. примерно 8 МэВ
- 12. Наиболее стабильные ядра это:
 - 12.1. четно-четные ядра
 - 12.2. нечетно-четные ядра
 - 12.3. нечетно-нечетные ядра
- 13. Укажите частицу с наибольшей проникающей способностью:
 - 13.1. нейтрон
 - 13.2. гамма-квант
 - 13.3. нейтрино
- 14. Барн в ядерной физике это:
 - 14.1. внесистемная единица длины
 - 14.2. внесистемная единица площади
 - 14.3. внесистемная единица энергии
- 15. Увеличение энергии альфа-частицы в два раза приведет к увеличению её пробега в веществе:
 - 15.1. в два раза
 - 15.2. более, чем в два раза
 - 15.3. менее, чем в два раза
- 16. Формула Бора описывает торможение в веществе:
 - 16.1. нерелятивистских заряженных частиц
 - 16.2. релятивистских заряженных частиц
 - 16.3. гамма-квантов

2. Тестирование

Темы 43, 44, 45, 46

Примеры вопросов к письменной работе в форме тестирования (необходимо выбрать правильный ответ из трёх предложенных вариантов):

- 1. Согласно оболочечной модели ядра, четность ядра ${}^1_0\text{H}$ равна:
 - 1.1. -1
 - 1.2. 0
 - 1.3. +1
- 2. Выражение для энергии симметрии формулы Вайцзеккера получается в:
 - 2.1. капельной модели ядра
 - 2.2. модели ферми газа
 - 2.3. оболочечной модели ядра
- 3. Нуклонные состояния в ядре вырождены по:
 - 3.1. орбитальному квантовому числу
 - 3.2. главному квантовому числу
 - 3.3. магнитному квантовому числу полного момента
- 4. Угловое распределение продуктов прямых ядерных реакций:
 - 4.1. изотропно
 - 4.2. неизотропно
 - 4.3. описывается формулой Брейта-Вигнера
- 5. Реакции ядер с медленными нейтронами преимущественно происходят:
 - 5.1. через образование составного ядра
 - 5.2. по механизму прямых ядерных реакций
 - 5.3. с выбиванием протона
- 6. Реакции ядер с дейтонами преимущественно происходят:
 - 6.1. через образование составного ядра
 - 6.2. по механизму прямых ядерных реакций
 - 6.3. при делении ядер
- 7. Характерное ядерное время это:
 - 7.1. время жизни составного ядра
 - 7.2. период полураспада радиоактивного ядра
 - 7.3. время пролёта нуклона через ядро
- 8. Укажите частицу с наибольшей проникающей способностью:
 - 8.1. нейтрон

8.2. гамма-квант

8.3. нейтрино

9. Барн в ядерной физике это:

9.1. внесистемная единица длины

9.2. внесистемная единица площади

9.3. внесистемная единица энергии

10. Увеличение энергии альфа-частицы в два раза приведет к увеличению её пробега в веществе:

10.1. в два раза

10.2. более, чем в два раза

10.3. менее, чем в два раза

11. Формула Бора описывает торможение в веществе:

11.1. нерелятивистских заряженных частиц

11.2. релятивистских заряженных частиц

11.3. гамма-квантов

3. Тестирование

Темы 47, 48, 49, 50

Примеры вопросов к письменной работе в форме тестирования (необходимо выбрать правильный ответ из трёх предложенных вариантов):

1. Барн в ядерной физике это:

1.1. внесистемная единица длины

1.2. внесистемная единица площади

1.3. внесистемная единица энергии

Ядра изотопического мультиплета имеют:

2.1. схожие схемы уровней энергии

2.2. одинаковую четность

2.3. одинаковый заряд

3. Изотопический спин это:

3.1. механический момент количества движения некоторого изотопа

3.2. способ математического описания зарядовой инвариантности межнуклонных сил

3.3. доказательство наличия у нейтрино массы покоя

4. Орбитальное квантовое число нуклона, находящегося на уровне $1s_{1/2}$ равно:

4.1. 0

4.2. $1/2$

4.3. 1

5. Спектр бета-частиц:

5.1. всегда состоит только из одной узкой спектральной линии

5.2. дискретный

5.3. непрерывный

6. Спектр альфа-частиц:

6.1. всегда состоит только из одной узкой спектральной линии

6.2. дискретный

6.3. непрерывный

7. Кварки взаимодействуют посредством виртуальных частиц:

7.1. фотонов

7.2. промежуточных бозонов

7.3. глюонов

8. Бесконечный радиус действия имеют взаимодействия:

8.1. Слабые

8.2. Сильные

8.3. Электромагнитные

9. Комптоновское гало гамма-спектра это результат:

9.1. упругого рассеяния фотонов

9.2. неупругого рассеяния фотонов

9.3. закона сохранения барионного числа

10. Конфайнмент это:

10.1. свойство сильного взаимодействия

10.2. свойство слабого взаимодействия

10.2. свойство гравитационного взаимодействия

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Масштабы физических величин в ядерной физике. Внесистемные единицы измерения длины, энергии, сечения. Энергетическая шкала масс.
2. Определение размеров ядер в опытах по рассеянию частиц. Формула Резерфорда. Сечение рассеяния. Формула Мотта. Зависимость радиуса ядра от массового числа.
3. Рассеяние электронов как инструмент определения внутренней структуры ядер и частиц.
4. Альфа-распад. Закономерности. Вывод закона Гейгера-Неттола.
5. Бета-распад. Закономерности. Гипотеза нейтрино. Теория бета-распада Ферми. Вывод аналитического выражения для бета-спектра и правила Сарджента по теории Ферми.
6. Капельная модель ядра. Несжимаемость ядерного вещества. Формула Вайцзеккера. Физический смысл слагаемых в этой формуле. Дорожка стабильности по капельной модели. Другие применения.
7. Недостатки капельной модели ядра. Оболочечная модель. Количественная оценка вклада спин-орбитального взаимодействия. Схема уровней энергии ядра.
8. Модель Ферми-газа для ядра. Энергия симметрии и плотность ядерных уровней в этой модели.
9. Электромагнитные моменты ядер. Разложение потенциала ядра в ряд по мультиполям. Ядерный магнетон. Эффект Зеемана и квадрупольное взаимодействие.
10. Законы сохранения в ядерных реакциях.
11. Четность, пространственная и внутренняя. Четность системы частиц. Закон сохранения четности.
12. Прямые ядерные реакции. Определение характеристик ядерных уровней в реакциях с участием дейтона.
13. Ядерные реакции с образованием составного ядра. Модель Бора, вывод формулы Брейта-Вигнера.
14. Формула Бора для энергетических потерь при прохождении заряженной частицы через вещество.
15. Изоспин, закон сохранения изоспина. Зеркальные ядра и ядерные изоспиновые мультиплеты. Изоспиновые мультиплеты среди элементарных частиц.
16. Свойства ядерных (межнуклонных) сил. Межнуклонные силы как проявление фундаментального сильного взаимодействия. Глюоны.
17. Деление ядер. Параметр деления. Цепная ядерная реакция. Ядерные реакторы.
18. Ядерные реакции синтеза. Термоядерные реакции в звездах.
19. Кинематика ядерных реакций. Порог реакции.
20. Магнитный момент ядра в одночастичной модели оболочек. Модель Шмидта.
21. Спин и четность ядра согласно оболочечной модели.
22. Наблюдаемый и собственный квадрупольный момент ядра. Предсказания одночастичной модели оболочек и причина их расхождения с экспериментом. Отсутствие у ядер дипольных моментов: связь с законом сохранения четности.
23. Элементарные частицы, определение, классификация. Фундаментальные частицы и взаимодействия. Законы сохранения в физике частиц.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 1			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	8
		2	8
		3	9

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	4	25
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 2			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	8
		2	8
		3	9
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	4	25
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 3			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
		3	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 4			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
		3	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 5			
Текущий контроль			
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	1	16
		2	17
		3	17
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

- Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Том 1. Механика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.В. Сивухин. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2010. - 560 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2313>. - Загл. с экрана.
- Иродов, И.Е. Механика. Основные законы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Е. Иродов. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2014. - 309 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66341>. - Загл. с экрана.
- Иродов, И.Е. Физика макросистем. Основные законы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Е. Иродов. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 210 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84090>. - Загл. с экрана.
- Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Е. Иродов. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2012. - 431 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4389>. - Загл. с экрана.
- Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Савельев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 436 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98245>. - Загл. с экрана.
- Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Савельев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 224 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/706>. - Загл. с экрана.
- Бутиков Е. И. Оптика [Электронный ресурс] : Учебные пособия Электрон. дан. СПб. : Лань, 2012. 608 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2764>
- Савельев, И.В. Курс общей физики в 3 т., Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. СПб: Изд. Лань, 2018. - 500 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/98246/>
- Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Для вузов. В 5 т. Т.III. Электричество: учебное пособие. М.: Физматлит, 2015. - 656 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/72015/>
- Капитонов, И.М. Введение в физику ядра и частиц: учебник / И.М. Капитонов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2189>
- Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики : учеб. пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2019. - 212 с. - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/1002478>

12. Савельев, И.В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И.В. Савельев. - Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. - Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц - 2011. - 384 с. - Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/708>

13. Ландсберг, Г.С. Элементарный учебник физики : учебник / Г.С. Ландсберг. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 3 : Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика ? 2009. - 656 с. - Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/2239>

7.2. Дополнительная литература:

1. Фриш, С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны [Электронный ресурс] : учебник / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 480 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/416>. - Загл. с экрана.

2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Том 2. Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.В. Сивухин. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2006. - 544 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2316>. - Загл. с экрана.

3. Лозовский, В.Н. Курс физики. В 2-х тт. Т.1 [Электронный ресурс] : учебник / В.Н. Лозовский. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 576 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/236>. - Загл. с экрана.

4. Лозовский, В.Н. Курс физики. В 2-х тт. Т.2 [Электронный ресурс] : учебник / В.Н. Лозовский. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 608 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/239>. - Загл. с экрана.

5. Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: в 3 томах / К.Н. Мухин. - Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. - Том 1: Физика атомного ядра - 2009. - 384 с. - Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/277>

6. Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: в 3 томах / К.Н. Мухин. - Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. - Том 2: Физика ядерных реакций - 2009. - 326 с. - Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/279>

7. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 360 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/956758>

8. Барсуков, О.А. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии: монография / О.А. Барсуков. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 560 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2722>

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/kapitonov2018/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.

Вид работ	Методические рекомендации
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'.
контрольная работа	Важно помнить, что задачи, на основе которых составляются контрольные задания, являются упрощёнными версиями задач стандартного задачника Иродова И.Е. из набора 'Основная литература'. Поэтому своевременное выполнение домашних заданий - залог успеха на контрольных и в целом успешной аттестации по дисциплине. Перед контрольной работой имеет смысл просмотреть все домашние задания по данной теме и попытаться ликвидировать обнаруженные пробелы в знаниях и умениях.
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.
тестирование	В ходе подготовки к тестированию изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

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

Освоение дисциплины "Физика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

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.

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

Освоение дисциплины "Физика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

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 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено .