

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Цифровизация физических процессов
по направлению:	Программная инженерия
профиль подготовки:	Разработка программно-информационных систем высшая школа программной инженерии кафедра общей физики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

3 (осенний) - Дифференцированный зачет

4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 120 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 60 час.

лабораторные занятия: 60 час.

Самостоятельная работа: 96 час.

Всего часов: 216, всего зач. ед.: 6

Программу составили:

Г.И. Лапушкин, канд. физ.-мат. наук

П.В. Попов, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры общей физики 15.05.2023

Аннотация

Знания физики необходимы для понимания основ работы микросхем.

В результате студенты могут сознательно выбирать типы микросхем исходя из ожидаемого быстродействия, экономичности, длительности хранения информации в ячейках памяти, надёжности хранения.

Понимание физических основ позволит сознательно выбирать методы хранения данных в памяти для решения поставленной задачи.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Освоение студентами базовых знаний в области механики и электромагнетизма для дальнейшего изучения других разделов.

Задачи дисциплины

- формирование у обучающихся базовых знаний в области механики и электромагнетизма;
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач;
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ПК-1 Способен самостоятельно или в качестве члена малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-1.2 Способен проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена малого научного коллектива

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- фундаментальные законы и понятия механики, а также границы их применимости;
- основы кинематики: радиус-вектор, скорость, тангенциальное и нормальное ускорение, радиус кривизны траектории
- законы Ньютона в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта
- законы сохранения импульса, энергии, момента импульса
- законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси и при плоском движении
- основные понятия теории колебаний: свободные затухающие колебания, коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность, вынужденные колебания, резонанс, параметрическое возбуждение колебаний, автоколебания;
- базовые понятия теории упругости
- закон сохранения заряда, закон Кулона, принцип суперпозиции, теорема Гаусса в интегральном и дифференциальном виде;
- понятие потенциала и его связь с напряжённостью поля;
- основные понятия при вычислении электрического поля в веществе: векторы поляризации и электрической индукции, поляризуемость и диэлектрическая проницаемость;
- закон Ома в интегральной и дифференциальной формах, правила Кирхгофа, закон Джоуля–Ленца;
- закон Био–Савара, теорема о циркуляции для магнитного поля в интегральном и дифференциальном виде;
- основные понятия при вычислении магнитного поля в веществе: магнитная индукция и напряжённость поля, вектор намагниченности, токи проводимости и молекулярные токи;
- закон электромагнитной индукции, правило Ленца;
- уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме;
- закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга.

уметь:

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики и электромагнетизма;
- записывать и решать уравнения движения частицы и системы частиц, в том числе при реактивном движении
- применять законы сохранения для решения задач о динамике частицы, системы частиц или твёрдых тел
- применять законы сохранения при исследовании упругих и неупругих столкновений частиц
- рассчитывать периоды колебаний различных механических систем с одной степенью свободы, в том числе для колебания твёрдых тел
- применять теорему Гаусса для нахождения электрического поля в вакууме и в веществе;
- применять теорему о циркуляции для нахождения магнитного поля в вакууме и в веществе;
- применять энергетический метод вычисления сил в электрическом и магнитном поле;
- рассчитывать электрическую ёмкость и коэффициенты само- и взаимной индукции;
- использовать комплексную форму представления колебаний и векторные диаграммы при расчете колебательных контуров;
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- основными методами решения задач механики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики
- основными методами решения задач физики электромагнитных явлений;
- основными математическими инструментами, характерными для задач электричества и магнетизма.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Предмет и роль физики		2	2	3
2	Основы кинематики		2	2	3
3	Динамика частицы. Законы Ньютона		2	2	3
4	Динамика систем частиц. Законы сохранения		2	2	3
5	Момент импульса материальной точки; вращение твердого тела		2	2	4
6	Свободные и вынужденные гармонические колебания; Элементы теории упругости, звук.		2	2	4
7	Электростатика		2	2	4
8	Электрический ток		2	2	4
9	Магнитостатика		2	2	4
10	Уравнения Максвелла, поле в веществе		2	2	4
11	Электромагнитные колебания и волны		2	2	4
12	Взаимодействия электромагнитных волн со средой		2	2	4
13	Сдача заданий		6	6	4
14	Спектральный анализ сигналов		2	2	
15	Молекулярно-кинетическая теория, распределение Максвелла		2	2	3
16	Элементы статфизики. Распределения Больцмана и Гиббса		2	2	3
17	Первое начало термодинамики, термодинамические потенциалы		2	2	4
18	Фазовые переходы.		2	2	4
19	Флуктуации. Явления переноса		2	2	3
20	Законы излучения АЧТ		2	2	4
21	Фотоэффект. Волны и частицы в квантовой механике.		2	2	3
22	Уравнение Шредингера		2	2	3
23	Потенциальные барьеры, потенциальные ямы		2	2	4
24	Строение атома, спин		2	2	3
25	Кристаллическая решетка		2	2	4
26	Электронный газ		2	2	3
27	Полупроводники		2	2	4
28	Практические приложения		2	2	3
Итого часов			60	60	96
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		216 час., 6 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 3 (Осенний)

1. Предмет и роль физики

Физика как культура моделирования – сочетание экспериментальных, аналитических и численных методов в познании окружающей природы. Физические величины, единицы измерений СИ и СГС, внесистемные единицы. Границы применимости классического способа описания движения частицы.

2. Основы кинематики

Кинематика материальной точки. Материальная точка. Системы отсчёта и системы координат (декартова, полярная, сферическая). Радиус-вектор. Виды движения. Линейные и угловые скорости и ускорения. Траектория движения.

3. Динамика частицы. Законы Ньютона

Динамика материальной точки. Задание состояния частицы в классической механике. Основная задача динамики. Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Масса частицы. Инертная и гравитационная массы. Импульс частицы. Примеры взаимодействий, описывающие индивидуальные свойства сил (сила гравитационного притяжения, упругая сила, силы трения и сопротивления и пр.). Второй закон Ньютона как уравнение движения. Роль начальных условий. Третий закон Ньютона.

4. Динамика систем частиц. Законы сохранения

Закон сохранения импульса. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского. Реактивное движение. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия частицы. Понятие силового поля. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Потенциал поля. Закон сохранения энергии в механике. Динамика систем частиц (материальных точек). Центр инерции системы частиц (центр масс). Скорость и ускорение центра инерции системы частиц. Закон движения центра инерции. Система центра инерции (центра масс). Движение системы из двух взаимодействующих частиц (задача двух тел). Приведённая масса. Соотношение между кинетическими энергиями в различных системах отсчёта. Теорема Кёнига. Внутренняя энергия. Общефизический закон сохранения энергии. Анализ столкновения двух частиц для абсолютно упругого и неупругого ударов. Пороговая энергия при неупругом столкновении частиц.

5. Момент импульса материальной точки; вращение твёрдого тела

Момент импульса материальной точки относительно оси. Момент силы. Момент импульса системы материальных точек. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса. Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Вычисление моментов инерции твёрдых тел. Теорема Гюйгенса–Штейнера. Уравнение моментов. Кинетическая энергия вращающегося тела. Уравнения движения и равновесия твёрдого тела. Мгновенная ось вращения. Угловая скорость как вектор, сложение вращений. Независимость угловой скорости вращения твёрдого тела от положения оси, к которой отнесено вращение. Уравнение моментов относительно движущегося начала и движущейся оси. Плоское движение твёрдого тела. Качение. Скатывание и вкатывание тел на наклонную плоскость. Регулярная прецессия свободного вращающегося симметричного волчка (ротатора). Гироскопы. Движение свободного гироскопа. Уравнение движения гироскопа под действием сил (приближённая теория).

6. Свободные и вынужденные гармонические колебания; Элементы теории упругости, звук.

Механические колебания материальной точки. Гармонический осциллятор. Пружинный маятник и математический маятник. Частота и период колебаний. Анализ уравнения движения маятника. Роль начальных условий. Анализ колебаний материальной точки под действием вынуждающей синусоидальной силы. Резонанс. Резонансные кривые. Анализ затухающих колебаний. Сухое и вязкое трение. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность. Фазовая плоскость. Механические колебания тел. Физический маятник. Приведённая длина, центр качания. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях. Описание волнового движения. Волновое число, фазовая скорость. Понятие о бегущих и стоячих волнах. Упругие и пластические деформации. Растяжение и сжатие стержней. Коэффициент упругости, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Объёмная плотность энергии упругой деформации. Скорость распространения продольных упругих возмущений в стержнях.

7. Электростатика

Общий вид уравнений Максвелла, различие систем единиц СИ и СГС. Электрические заряды и электрическое поле. Закон сохранения заряда. Напряжённость электрического поля. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Электрическое поле диполя. Теорема Гаусса для электрического поля в интегральной и дифференциальной формах. Её применение для нахождения электростатических полей. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь напряжённости поля с градиентом потенциала. Граничные условия на заряженной поверхности. Уравнения Пуассона и Лапласа. Единственность решения электростатической задачи. Метод «изображений».

8. Электрический ток

Проводники в электрическом поле. Постоянный ток. Сила тока. Объёмная и поверхностная плотности тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение непрерывности для плотности заряда. Электродвижущая сила. Правила Кирхгофа. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля–Ленца. Токи в объёмных средах. Граничные условия на поверхности проводника и на границе двух диэлектриков. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля и её локализация в пространстве. Объёмная плотность энергии. Взаимная энергия зарядов. Энергия диполя в электрическом поле. Энергетический метод вычисления сил в электрическом поле.

9. Магнитостатика

Магнитное поле постоянных токов в вакууме. Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Закон Био–Савара. Магнитное поле равномерно движущегося точечного заряда. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент тока. Теорема о циркуляции для магнитного поля в вакууме и её применение к расчету магнитных полей. Магнитное поле тороидальной катушки и соленоида. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции.

10. Уравнения Максвелла, поле в веществе

Поляризация диэлектриков, свободные и связанные заряды, связь векторов E и D в общем случае. Вектор поляризации среды, поляризуемость среды. Электреты, доменная структура сегнетоэлектриков. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект, кварцевые резонаторы. Пьезокерамика как источник и приёмник звуковых волн.

Вектор намагниченности. Связь полей B и H в общем случае. Токи проводимости и молекулярные токи. Варианты магнитного поведения вещества - диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм. Доменная структура магнетиков. Гистерезис магнетиков. Электромагнитная индукция. Поток магнитного поля. ЭДС индукции в движущихся проводниках. Закон электромагнитной индукции в интегральной и дифференциальной формах. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Генерация магнитного поля в переменном электрическом поле, ток смещения.

Уравнения Максвелла в дифференциальном и интегральном виде, поля E , D , B , H . Ток смещения. Материальные уравнения. Граничные условия для векторов E , D , B , H .

11. Электромагнитные колебания и волны

Колебательный контур. Свободные затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность. Энергетический смысл добротности. Вынужденные колебания под действием синусоидальной силы. Амплитудная и фазовая характеристики. Резонанс. Процесс установления стационарных колебаний. Обратная связь. Условие самовозбуждения. Электрические флуктуации. Тепловой шум, формула Найквиста. Дробовой шум, формула Шоттки (без вывода). Флуктуационный предел измерения слабых сигналов. Комплексная форма представления колебаний. Векторные диаграммы. Комплексное сопротивление (импеданс). Правила Кирхгофа для переменных токов. Работа и мощность переменного тока. Амплитудная и фазовая модуляции.

12. Взаимодействия электромагнитных волн со средой

Волновое уравнение. Электромагнитные волны в однородном диэлектрике, их поперечность и скорость распространения. Поток энергии в электромагнитной волне. Закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга. Электромагнитная природа света. Монохроматические волны. Комплексная амплитуда. Плоские и сферические волны. Давление излучения. Электромагнитный импульс. Излучение диполя (без вывода). Понятие о линиях передачи энергии. Двухпроводная линия. Коэффициент стоячей волны (КСВ). Согласованная нагрузка. Скин-эффект. Электромагнитные волны на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Явление полного внутреннего отражения. Классическая теория дисперсии электромагнитных волн. Поглощение электромагнитной волны в среде, комплексный показатель преломления. Затухающие волны, закон Бугера. Нормальная и аномальная дисперсии. Диэлектрическая проницаемость холодной плазмы. Проникновение электромагнитных волн в плазму. Радиоволны в ионосфере и дальняя радиосвязь

13. Сдача заданий

Сдача заданий. Защита работ.

Семестр: 4 (Весенний)

14. Спектральный анализ сигналов

Понятие о спектральном разложении. Спектр одиночного прямоугольного импульса и периодической последовательности импульсов, спектр цуга. Соотношение неопределённости. Колебательный контур как спектральный прибор. Интегрирующая и дифференцирующая цепочки как высокочастотный и низкочастотный фильтры. Модуляция и детектирование сигналов. Амплитудная и фазовая модуляции.

15. Молекулярно-кинетическая теория, распределение Максвелла

Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Биномиальное распределение, распределение Пуассона, распределение Гаусса. Плотность вероятности. Условие нормировки. Средние величины и дисперсия, СКО. Независимые случайные величины. Распределение Максвелла. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости, распределение по энергиям.

16. Элементы статфизики. Распределения Больцмана и Гиббса

Распределение Больцмана в поле внешних сил. Барометрическая формула. Элементы статистической физики классических идеальных систем. Фазовое пространство, макро- и микросостояния, статистический вес макросостояния. Статистическое определение энтропии. Статистическая сумма. Понятие о каноническом распределении Гиббса.

17. Первое начало термодинамики, термодинамические потенциалы

Термодинамические потенциалы: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, энергия Гиббса. Связь статсуммы и статвеса с термодинамическими потенциалами. Уравнение состояния идеального газа.

Первое начало термодинамики. Политропа,

термодинамические процессы как частные случаи политропы, работа на политропе. Цикл Карно, теорема Карно.

Классическая теория теплоёмкостей: закон равномерного распределения энергии теплового движения по степеням свободы

18. Фазовые переходы.

Фазовые переходы. Условие фазового равновесия. Фазовые диаграммы. Фазовые переходы первого и второго рода. Изменение энтропии при фазовых переходах. Диаграмма плавкости на примере припоя из олова и свинца.

19. Флуктуации. Явления переноса

Связь вероятности флуктуации с изменением энтропии системы. Флуктуации аддитивных величин, зависимость флуктуаций от числа частиц. Флуктуация числа частиц в выделенном объёме. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов.

Теплопроводность. Уравнение теплопроводности. Температуропроводность. Принцип действия теплотрубок. Диффузия как процесс случайных блужданий. Задача о случайных блужданиях, среднее квадратичное смещение частицы при большом числе шагов. Расплывание облака частиц. Броуновское движение

20. Законы излучения АЧТ

Распределение Планка. Закон смещения Вина. Равновесное излучение как идеальный газ фотонов.

21. Фотоэффект. Волны и частицы в квантовой механике.

Фотоэффект. Кванты света, импульс фотона. Химическое действие света. Волна Де-Бройля, соотношение неопределенностей. Фотодиоды.

22. Уравнение Шредингера

Волна Де-Бройля. Соотношение неопределенностей. Волновая функция свободной частицы. Формализм квантовой механики. Понятие об операторах физических величин. Операторы координаты, импульса, потенциальной и кинетической энергии системы, гамильтониан. Собственные функции и собственные значения. Уравнение Шредингера. Свойства волновой функции стационарных задач: непрерывность, конечность, однозначность, непрерывность производной. Принцип суперпозиции квантовых состояний. Формула для среднего значения физической величины в заданном состоянии. Процесс квантового измерения физической величины — возможность получения только ее собственных значений в процессе идеального измерения.

23. Потенциальные барьеры, потенциальные ямы

Потенциальные барьеры. Потенциальные ямы. Осциллятор. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке конечной высоты, прохождение частицы над ямами и барьерами конечной ширины. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер конечной ширины (туннельный эффект). Туннельный ток. Бесконечно глубокая потенциальная яма. Связанные состояния частицы в одномерной симметричной потенциальной яме конечной глубины. Уровни энергии одномерного гармонического осциллятора (без вывода).

24. Строение атома, спин

Оператор момента импульса. Квантование собственных значений проекции момента на выделенную ось и квадрата момента импульса, сложение моментов. Спин электрона. Спектр атома водорода и водородоподобных атомов, квантовые числа, кратность вырождения. Принцип Паули, правило Хунда. Изотопический сдвиг. Таблица Менделеева. Основные типы химических элементов. Пример кремния.

25. Кристаллическая решетка

Структура и колебания кристаллической решетки. Фононы. Модель Дебая.

26. Электронный газ

Свободный электронный газ, энергия Ферми. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Зонная структура. Электропроводность металлов. Закон Видемана-Франца.

27. Полупроводники

Свойства полупроводников. Примесная и собственная проводимость. Закон действующих масс. Р-п переход. Пример кремния.

28. Практические приложения

Физические основы функционирования МОП - транзистора с плавающим затвором, физические механизмы, ограничивающие плотность записи, скорость записи и считывания данных, длительность хранения информации.

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

- Аудитория, оснащённая мультимедийным проектором и экраном.
- Оборудование для демонстраций.
- Учебные аудитории, оснащённые доской.
- Доступ к библиотекам учебной технической литературы, в том числе электронным, необходимый для осуществления самостоятельной работы обучающихся.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 1 : Механика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 4-е изд., стереотип. — М. : Физматлит , 2002, 2006, 2010, 2014 .— 560 с. — 560 с.
2. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 3 : Электричество : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 4-е изд., стереотип. — М. : Физматлит, 2002-2006, 2009 .— 656 с.
3. Основы физики [Текст] : Курс общей физики : в 2 т. Т. 1. Механика, электричество и магнетизм. Колебания и волны, волновая оптика / А. С. Кингсеп, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов ; под ред. А. С. Кингсеп. — 2-е изд., испр. — М. : Физматлит, 2007 .— 704 с.

Рекомендуемая литература.

4. Кириченко Н.А., Крымский К.М. Общая физика. Механика: учебное пособие. – М.: МФТИ, 2013.
5. Кириченко Н.А. Электричество и магнетизм.
6. Лабораторный практикум по общей физике. Т. 1. Механика под ред. А.Д. Гладуна. – М.: МФТИ, 2012.
7. Лабораторный практикум по общей физике. Т. 3. Электричество и магнетизм
8. Сборник задач по общему курсу физики. Ч. 1 / под ред. В.А. Овчинкина. – М.: Физмат-книга, 2013.
9. Сборник задач по общему курсу физики. Ч. 2 / под ред. В.А. Овчинкина

Дополнительная литература

Рекомендуемая литература

1. Ландау Л.Д., Ахиезер А.И., Лифшиц Е.М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. – М.: Наука, 1969.
2. Хайкин С.Э. Физические основы механики. – М.: Наука, 1971.
3. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика. – М.: Наука, 1983.
4. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1, 2. М.: Мир, 1977.
5. Корявов В.П. Методы решения задач в общем курсе физики. Механика. – М.: Студент, 2012.
6. Корявов В.П. Методы решения задач в общем курсе физики. Электричество и магнетизм.

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

Не используются

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

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. Литература, рекомендуемая к курсу, доступна в электронном виде (см. п. [1,2] перечня ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)), так что студенты могут читать учебники прямо со своих планшетов.

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

Студент, изучающий курс «Цифровизация физических процессов», должен не только изучить общие физические законы и понятия, но научиться применять их на практике.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на практических занятиях,
- подготовку к практическим занятиям, контрольной работе, сдаче заданий, дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения и проводить все необходимые вычисления, доводя задачу до конечного ответа. Задача считается решённой, если она содержит обоснованное решение: ссылки на применяемые физические законы и корректные выкладки, а также правильный численный ответ (если в задаче есть числовые данные).

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Программная инженерия
профиль подготовки:	Разработка программно-информационных систем высшая школа программной инженерии МФТИ - Яндекс кафедра общей физики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 3 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

Г.И. Лапушкин, канд. физ.-мат. наук
П.В. Попов, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ПК-1 Способен самостоятельно или в качестве члена малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-1.2 Способен проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена малого научного коллектива

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Цифровизация физических процессов» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные законы и понятия механики, а также границы их применимости;
- основы кинематики: радиус-вектор, скорость, тангенциальное и нормальное ускорение, радиус кривизны траектории
- законы Ньютона в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта
- законы сохранения импульса, энергии, момента импульса
- законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси и при плоском движении
- основные понятия теории колебаний: свободные затухающие колебания, коэффициент затухания, логарифмический декремент и добротность, вынужденные колебания, резонанс, параметрическое возбуждение колебаний, автоколебания;
- базовые понятия теории упругости
- закон сохранения заряда, закон Кулона, принцип суперпозиции, теорема Гаусса в интегральном и дифференциальном виде;
- понятие потенциала и его связь с напряжённостью поля;
- основные понятия при вычислении электрического поля в веществе: векторы поляризации и электрической индукции, поляризуемость и диэлектрическая проницаемость;
- закон Ома в интегральной и дифференциальной формах, правила Кирхгофа, закон Джоуля–Ленца;
- закон Био–Савара, теорема о циркуляции для магнитного поля в интегральном и дифференциальном виде;
- основные понятия при вычислении магнитного поля в веществе: магнитная индукция и напряжённость поля, вектор намагниченности, токи проводимости и молекулярные токи;
- закон электромагнитной индукции, правило Ленца;
- уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме;
- закон сохранения энергии и теорема Пойнтинга.

уметь:

- применять изученные общие физические законы для решения конкретных задач механики и электромагнетизма;
- записывать и решать уравнения движения частицы и системы частиц, в том числе при реактивном движении
- применять законы сохранения для решения задач о динамике частицы, системы частиц или твёрдых тел
- применять законы сохранения при исследовании упругих и неупругих столкновений частиц
- рассчитывать периоды колебаний различных механических систем с одной степенью свободы, в том числе для колебания твёрдых тел
- применять теорему Гаусса для нахождения электрического поля в вакууме и в веществе;
- применять теорему о циркуляции для нахождения магнитного поля в вакууме и в веществе;
- применять энергетический метод вычисления сил в электрическом и магнитном поле;
- рассчитывать электрическую ёмкость и коэффициенты само- и взаимной индукции;
- использовать комплексную форму представления колебаний и векторные диаграммы при расчёте колебательных контуров;
- анализировать физические задачи, выделяя существенные и несущественные аспекты явления, и на основе проведённого анализа строить упрощённые теоретические модели физических явлений;
- применять различные математические инструменты решения задач исходя из сформулированных физических законов, и проводить необходимые аналитические и численные расчёты.

владеть:

- основными методами решения задач механики;
- основными математическими инструментами, характерными для задач механики
- основными методами решения задач физики электромагнитных явлений;
- основными математическими инструментами, характерными для задач электричества и магнетизма.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого занятия

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Нормальное и тангенциальное ускорение. Вычисление скорости и ускорения при движении материальной точки вдоль плоской кривой.
2. Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта.
3. Описание состояния частицы в классической механике. Второй закон Ньютона как уравнение движения. Начальные условия.
4. Закон сохранения импульса. Третий закон Ньютона.
5. Центр масс. Закон движения центра масс.
6. Движение тела с переменной массой: уравнение Мещерского, реактивная сила.
7. Механическая работа. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии. Общезначимый закон сохранения энергии.
8. Связь между кинетическими энергиями в различных системах отсчёта. Теорема Кёнига.
9. Неупругие столкновения нерелятивистских частиц. Порог реакции.
10. Свободные гармонические колебания. Примеры гармонических осцилляторов. Фазовые траектории гармонического осциллятора.
11. Физический маятник. Период малых колебаний. Приведённая длина.

-
1. Осциллятор с вязким трением. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность осциллятора. Фазовые траектории осциллятора с затуханием.
 2. Вынужденные колебания гармонического осциллятора по действием периодических толчков (фазовые траектории)

3. Вынужденные колебания осциллятора с затуханием по действию синусоидальной силы. Амплитудно-частотная характеристика осциллятора. Резонанс.
4. Момент импульса системы материальных точек (тела) относительно точки и относительно оси. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса.
5. Задача двух тел. Приведённая масса.
25. Момент инерции тела относительно оси. Соотношение Гюйгенса—Штейнера. Примеры вычисления моментов инерции тел.
6. Уравнение плоского движения твёрдого тела. Качение. Скатывание с наклонной плоскости.
7. Регулярная прецессия гироскопа.
8. Упругие и пластические деформации. Модуль Юнга. Закон Гука.
9. Поперечные деформации, коэффициент Пуассона. Модуль всестороннего сжатия. Одностороннее сжатие.
10. Скорость распространения продольных упругих возмущений в стержне.
11. Продольный эффект Доплера.

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочётами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.