

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

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор института нано-, био-,  
информационных, когнитивных  
и социогуманитарных наук и  
технологий**

**П.А. Форш**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

<b>по дисциплине:</b>	Общая физика: механика
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Суперкомпьютерное моделирование ядерных процессов и технологий Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра физики и физического материаловедения
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 90 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: С.В. Романов, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры физики и физического материаловедения 17.03.2020

## Аннотация

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с использованием современных теоретических концепций в области механики.

Программа является составной частью курса общей физики. Она предполагает знакомство обучающихся с такими основополагающими понятиями, используемыми в классической механике, как инерциальные и неинерциальные системы отсчета, траектория, материальная точка, точечная масса, сила, скорость, ускорение, гравитационное поле, абсолютно твердое тело и абсолютно упругое тело, сплошная среда, деформация, линия тока и др. Программой предусматривается самостоятельное освоение студентами теоретической составляющей дисциплины с использованием электронных средств дистанционного обучения и рекомендованной в программе учебной литературы, овладение основными приемами самостоятельного решения задач по механике на семинарах под руководством преподавателя и приобретение навыков проведения экспериментальных измерений и обработки их результатов.

Для успешного освоения курса студент должен обладать знаниями законов физики в объеме программ средней школы, а также владеть начальными сведениями из курсов математического анализа, теории дифференциальных уравнений и векторного исчисления

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- изучение студентами основных законов классической и релятивистской механики.

### Задачи дисциплины

- знакомство с базовыми экспериментальными фактами в области механических явлений;
- усвоение основных концепций, используемых для описания механических явлений;
- овладение простейшими математическими методами, позволяющими решать задачи механики;
- решение задач, охватывающих основные приложения механики.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- численные порядки величин, характерные для различных механических явлений;
- основные законы классической и релятивистской механики;
- принцип относительности Галилея и принцип относительности Эйнштейна;
- законы сохранения энергии, импульса и момента импульса;
- закон всемирного тяготения и законы Кеплера;
- основы динамики вращения абсолютно твёрдого тела;
- основы теории свободных, затухающих и вынужденных колебаний;
- принципы описания механических явлений в неинерциальных системах отсчёта;
- основы описания движения идеальной и вязкой жидкости;
- основы описания упругих свойств материалов.

уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- обеспечить достоверность получаемых результатов;
- видеть в технических задачах физическое содержание.

владеть:

- методами решения физических задач по механике;
- навыками самостоятельной работы в библиотеке и Интернете;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.

### 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	Динамика вращения абсолютно твёрдого тела.	3	3		13
2	Механика материальной точки.	6	6		13
3	Механика системы частиц. Задача двух тел.	8	4		10
4	Момент импульса. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.	3	3		10
5	Неинерциальные системы отсчёта.	2	3		10
6	Свободные, затухающие и вынужденные колебания, волны.	2	2		10
7	Специальная теория относительности.	2	5		14
8	Элементы механики сплошной среды.	4	4		10
Итого часов		30	30		90
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

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

Семестр: 1 (Осенний)

### 1. Динамика вращения абсолютно твёрдого тела.

Основное уравнение динамики вращения абсолютно твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия абсолютно твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

Соотношение между моментами инерции относительно трёх взаимно перпендикулярных осей. Момент инерции относительно точки. Соотношение между моментами инерции плоской фигуры. Моменты инерции простейших тел.

Динамика плоского движения абсолютно твёрдого тела. Кинетическая энергия при плоском движении. Скатывание тел вращения с наклонной плоскости. Гироскоп. Прецессия гироскопа под действием силы тяжести.

### 2. Механика материальной точки.

Система отсчёта. Радиус-вектор частицы. Декартова, цилиндрическая и сферическая системы координат. Основные понятия кинематики материальной точки: перемещение, мгновенная скорость и ускорение. Средний вектор и средний модуль скорости.

Описание плоского движения в полярной системе координат. Дуговая координата. Разложение ускорения на тангенциальную и нормальную составляющие.

Кинематика вращения абсолютно твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин. Плоское движение твёрдого тела как сумма поступательного и вращательного движений. Сведение плоского движения к вращению. Мгновенная ось вращения. Сложение угловых скоростей.

Закон сложения скоростей и ускорений. Законы Ньютона. Преобразования Галилея. Принцип относительности Галилея. Импульс частицы и закон его изменения. Импульс силы. Закон сохранения импульса.

Работа и мощность силы. Кинетическая энергия частицы и закон её изменения. Консервативные и неконсервативные силы, потенциальное поле сил, потенциальная энергия. Полная энергия частицы в потенциальном поле и закон её изменения. Закон сохранения энергии.

Потенциальная энергия частицы в центральном поле. Применение к гравитационному и кулоновскому полям, к полю упругой силы. Потенциальная энергия частицы в поле силы тяжести. Определение силы по виду потенциальной энергии.

### 3. Механика системы частиц. Задача двух тел.

Центр масс системы частиц. Уравнение движения центра масс. Импульс системы частиц. Сохранение импульса замкнутой системы. Система центра масс.

Движение точки с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

Полная механическая энергия системы частиц, закон сохранения механической энергии, теорема Кёнига

Задача двух тел: выделение движения центра масс, уравнение относительного движения, приведённая масса. Кинетическая энергия и импульсы частиц в системе центра масс.

Кинематика бинарных упругих столкновений. Векторная диаграмма импульсов. Связь углов рассеяния в системе центра масс и в лабораторной системе. Неупругие столкновения. Порог реакции.

### 4. Момент импульса. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.

Момент импульса частицы и закон его изменения. Момент силы. Закон сохранения момента импульса. Теорема площадей. Момент импульса системы частиц и закон его изменения. Сохранение момента импульса замкнутой системы. Связь моментов импульса в лабораторной системе и в системе центра масс. Момент импульса в задаче двух тел.

Закон всемирного тяготения. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для нахождения гравитационного поля простейших систем.

Законы Кеплера, параметры орбиты, период обращения. Космические скорости.

## 5. Неинерциальные системы отсчёта.

Неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции, возникающие при поступательном движении и при вращении. Потенциальная энергия частицы в поле центробежной силы инерции. Зависимость веса тела от географической широты. Отклонение падающих тел от направления отвеса. Маятник Фуко.

## 6. Свободные, затухающие и вынужденные колебания, волны.

Одномерные гармонические колебания: уравнение движения и его общее решение, начальные условия. Амплитуда, фаза, частота и период колебаний. Период малых колебаний математического маятника и груза на пружине. Малые колебания физического маятника: период колебаний, приведённая длина, центр качания. Теорема Гюйгенса о взаимности точки подвеса и центра качания.

Затухающие одномерные колебания в вязкой среде: уравнение движения и его общее решение, начальные условия. Логарифмический декремент затухания и добротность. Аперидическое движение.

Вынужденные колебания одномерного гармонического осциллятора в вязкой среде под действием синусоидальной внешней силы: уравнение движения и его общее решение, метод неопределённых коэффициентов, начальные условия. Установившиеся колебания, амплитуда и фаза установившихся колебаний, резонанс.

Описание волнового движения, волновое число, фазовая скорость, бегущие и стоячие волны.

## 7. Специальная теория относительности.

Принцип относительности Эйнштейна, независимость скорости света от движения источника. Система отсчёта в СТО. Преобразования Лоренца. Инвариантность интервала, классификация интервалов. Следствия преобразований Лоренца: относительность одновременности, сокращение масштабов, замедление времени. Релятивистский закон сложения скоростей. Преобразование направления скорости.

Импульс и энергия частицы в СТО. Преобразования Лоренца для импульса и энергии. Эффект Доплера. Система центра масс в СТО. Пороговая энергия при неупругом столкновении двух релятивистских частиц. Уравнение движения релятивистской частицы. Движение релятивистской частицы в постоянном однородном магнитном поле; движение вдоль силовых линий постоянного однородного электрического поля.

## 8. Элементы механики сплошной среды.

Сжатие и растяжение стержней. Коэффициент Пуассона, закон Гука, модуль Юнга. Всестороннее растяжение и сжатие. Энергия упругой деформации. Скорость распространения продольных упругих возмущений. Деформации сдвига и кручения.

Поле скоростей, линии и трубки тока. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Трубка Пито. Расходомер Вентури. Вязкость, сила вязкого трения, формула Пуазейля, число Рейнольдса.

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

учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

## 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. 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.
  3. Механика. Основные законы [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов .— 12-е изд. — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014 .— 309 с.
  4. Сборник задач по общему курсу физики [Текст] : в 3 ч. Ч. 1 : Механика. Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Овчинкина .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : Физматкнига, 2013 .— 560 с
- Фонд литературы кафедры

#### Дополнительная литература

1. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер, Е. М. Лифшиц .— 3-е изд. — М. : Добросвет : КДУ, 2011 .— 340 с.
2. Физические основы механики [Текст] : учеб. пособие для вузов / С. Э. Хайкин .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Наука, 1971 .— 752 с.
3. Фейнмановские лекции по физике [Текст]. Вып. 5 : [учеб. пособие для вузов]. Электричество и магнетизм / пер. с англ. Г. И. Копылова, Ю. А. Симонова ; под ред. Я. А. Смородинского / Р. Фенман, Р. Лейтон, М. Сэндс .— 8-е изд. — М. : УРСС : Либроком, 2014 .— 310 с.
4. Общая физика. Механика [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. А. Кириченко, К. М. Крымский ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2013 .— 290 с.
5. Методы решения задач в общем курсе физики. Механика [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. П. Корявов .— 2-е изд., испр. — М. : Студент, 2012 .— 382 с.
6. Элементы релятивистской механики [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Д. Гладун ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2003 .— 47 с.

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

1. [http://mipt.ru/education/chair/physics/S\\_I/method/](http://mipt.ru/education/chair/physics/S_I/method/)
2. <http://lib.mipt.ru>

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

Программные средства MATLAB, Mathcad, Wolfram Mathematica.

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

Помимо посещения лекций и семинаров для успешного освоения курса от студентов требуется самостоятельная работа. В основном это время отводится на самостоятельное решение задач, входящих в два задания. Самостоятельные занятия включают в себя также повторение материала лекций и семинарских занятий. Для текущего контроля предполагается провести за семестр одну контрольную работу и защиту двух самостоятельно выполненных заданий. Студенты, успешно прошедшие все формы промежуточного контроля, допускаются к сдаче экзамена по дисциплине.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Суперкомпьютерное моделирование ядерных процессов и технологий Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра физики и физического материаловедения
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен	
<b>Разработчик:</b>	С.В. Романов, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Общая физика: механика» обучающийся должен:

### знать:

- численные порядки величин, характерные для различных механических явлений;
- основные законы классической и релятивистской механики;
- принцип относительности Галилея и принцип относительности Эйнштейна;
- законы сохранения энергии, импульса и момента импульса;
- закон всемирного тяготения и законы Кеплера;
- основы динамики вращения абсолютно твёрдого тела;
- основы теории свободных, затухающих и вынужденных колебаний;
- принципы описания механических явлений в неинерциальных системах отсчёта;
- основы описания движения идеальной и вязкой жидкости;
- основы описания упругих свойств материалов.

### уметь:

- абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных физических ситуаций;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- находить безразмерные параметры, определяющие изучаемое явление;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- обеспечить достоверность получаемых результатов;
- видеть в технических задачах физическое содержание.

### владеть:

- методами решения физических задач по механике;
- навыками самостоятельной работы в библиотеке и Интернете;
- навыками освоения большого объема информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач.



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

В целях текущего контроля успеваемости предусмотрен краткий опрос по темам предыдущих занятий по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

### 3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Промежуточная аттестация по дисциплине «Общая физика: механика» осуществляется в форме экзамена. Экзамен проводится в форме опроса по билету.

#### Пример варианта контрольной работы

1. Ракета полной массой  $m_0$  опускается вертикально вниз на поверхность Луны. На высоте  $h$ , когда скорость ракеты равна  $V_0$ , включается тормозной двигатель. Считая, что ракета опускается с постоянным ускорением и её скорость на поверхности обращается в нуль, найдите массу израсходованного топлива. Скорость истечения газов относительно ракеты постоянна. Зависимость ускорения свободного падения  $g$  от высоты не учитывайте.
2. Ядро  $A$  сталкивается с первоначально покоящимся ядром  $B$  и возбуждает его:  $A + B \rightarrow A + B^*$ . Найдите максимально возможное значение угла рассеяния ядра  $A$  в лабораторной системе. Известно отношение  $x$  начальной кинетической энергии ядра  $A$  в лабораторной системе к энергии возбуждения ядра  $B$ :  $x = 8$ . Массы ядер  $A$  и  $B$  считайте равными.
3. Космический корабль движется вокруг Земли по круговой орбите радиуса  $r = 7R$  ( $R$  – радиус Земли). На короткое время включается тормозной двигатель, в результате чего скорость корабля уменьшается, не меняя своего направления. Найдите, на какую минимальную величину  $\Delta V$  нужно уменьшить скорость корабля, чтобы он упал на Землю. Чему будет равно время падения  $\tau$  в этом случае? Считайте известными первую космическую скорость  $V_1 = 8 \text{ км/с}$  и период обращения по околоземной круговой орбите  $T_1 = 1,5$  часа.

#### Перечень контрольных вопросов в билетах.

1. Система отсчёта. Радиус-вектор частицы. Декартова, цилиндрическая и сферическая системы координат. Основные понятия кинематики материальной точки: перемещение, мгновенная скорость и ускорение. Средний вектор и средний модуль скорости.
2. Описание плоского движения в полярной системе координат. Дуговая координата. Разложение ускорения на тангенциальную и нормальную составляющие.
3. Кинематика вращения абсолютно твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин. Плоское движение твёрдого тела как сумма поступательного и вращательного движений. Сведение плоского движения к вращению. Мгновенная ось вращения. Сложение угловых скоростей.
4. Закон сложения скоростей и ускорений. Законы Ньютона. Преобразования Галилея. Принцип относительности Галилея.
5. Импульс частицы и закон его изменения. Импульс силы. Закон сохранения импульса. Момент импульса частицы и закон его изменения. Момент силы. Закон сохранения момента импульса. Теорема площадей.
6. Работа и мощность силы. Кинетическая энергия частицы и закон её изменения. Консервативные и неконсервативные силы, потенциальное поле сил, потенциальная энергия. Полная энергия частицы в потенциальном поле и закон её изменения. Закон сохранения энергии.

7. Потенциальная энергия частицы в центральном поле. Применение к гравитационному и кулоновскому полям, к полю упругой силы. Потенциальная энергия частицы в поле силы тяжести. Определение силы по виду потенциальной энергии.
8. Центр масс системы частиц. Уравнение движения центра масс. Импульс системы частиц. Сохранение импульса замкнутой системы. Система центра масс.
9. Движение точки с переменной массой. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.
10. Момент импульса системы частиц и закон его изменения. Сохранение момента импульса замкнутой системы. Связь моментов импульса в лабораторной системе и в системе центра масс. Уравнение движения момента импульса в Ц-системе.
11. Полная механическая энергия системы частиц и закон её изменения. Закон сохранения энергии системы частиц. Теорема Кёнига.
12. Задача двух тел: выделение движения центра масс, уравнение относительного движения, приведённая масса. Кинетическая энергия, импульсы и момент импульса частиц в системе центра масс.
13. Кинематика бинарных упругих столкновений. Векторная диаграмма импульсов. Связь углов рассеяния в системе центра масс и в лабораторной системе.
14. Неупругие столкновения. Порог реакции.
15. Принцип относительности Эйнштейна, независимость скорости света от движения источника. Система отсчёта в СТО. Преобразования Лоренца.
16. Следствия преобразований Лоренца: относительность одновременности, сокращение масштабов, замедление времени. Инвариантность интервала, классификация интервалов.
17. Релятивистский закон сложения скоростей. Преобразование направлений распространения света.
18. Импульс и энергия частицы в СТО.
19. Преобразования Лоренца для импульса и энергии. Импульс и энергия фотона. Эффект Доплера.
20. Система центра масс в СТО. Пороговая энергия при неупругом столкновении двух релятивистских частиц.
21. Уравнение движения релятивистской частицы. Движение релятивистской частицы поперёк постоянного однородного магнитного поля; разгон частицы постоянной силой.
22. Закон всемирного тяготения. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для нахождения гравитационного поля простейших систем.
23. Первая, вторая и третья космические скорости.
24. Фinitное движение в задаче Кеплера: эффективная потенциальная энергия, перицентр и апоцентр. Первый закон Кеплера. Параметры эллиптической орбиты: большая и малая полуоси, фокальное расстояние, эксцентриситет. Второй и третий законы Кеплера.
25. Основное уравнение динамики вращения абсолютно твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия абсолютно твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

26. Соотношение между моментами инерции относительно трёх взаимно перпендикулярных осей. Момент инерции относительно точки. Соотношение между моментами инерции плоской фигуры.
27. Вычисление моментов инерции простейших тел (стержень, кольцо, плоский диск, цилиндр, полая сфера, шар, плоский прямоугольник, прямоугольный параллелепипед).
28. Динамика плоского движения абсолютно твёрдого тела. Кинетическая энергия при плоском движении. Скатывание тел вращения с наклонной плоскости.
29. Гироскоп. Прецессия гироскопа под действием силы тяжести.
30. Одномерные гармонические колебания: уравнение движения и его общее решение, начальные условия. Амплитуда, фаза, частота и период колебаний. Период малых колебаний математического маятника и груза на пружине.
31. Малые колебания физического маятника: период колебаний, приведённая длина, центр качания. Теорема Гюйгенса о взаимности точки подвеса и центра качания.
32. Затухающие одномерные колебания в вязкой среде: уравнение движения и его общее решение, начальные условия. Логарифмический декремент затухания и добротность.
33. Аперiodическое движение груза на пружине в вязкой среде.
34. Вынужденные колебания груза на пружине в вязкой среде под действием синусоидальной внешней силы: уравнение движения и его общее решение, метод неопределённых коэффициентов, начальные условия. Установившиеся колебания, амплитуда и фаза установившихся колебаний, резонанс.
35. Неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции, возникающие при поступательном движении и при вращении.
36. Потенциальная энергия частицы в поле центробежной силы инерции. Зависимость веса тела от географической широты.
37. Отклонение падающих тел от направления отвеса. Маятник Фуко.
38. Сжатие и растяжение стержней. Коэффициент Пуассона, закон Гука, модуль Юнга. Энергия упругой деформации стержня.
39. Всестороннее растяжение-сжатие. Энергия упругой деформации при равномерном всестороннем растяжении-сжатии.
40. Скорость распространения продольных упругих возмущений.
41. Поле скоростей, линии и трубки тока. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Трубка Пито. Расходомер Вентури.
42. Вязкость, сила вязкого трения, Формула Пуазейля. Число Рейнольдса.

### **Примеры экзаменационных билетов:**

#### **Билет 1**

1. Малые колебания физического маятника: период колебаний, приведённая длина, центр качания. Теорема Гюйгенса о взаимности точки подвеса и центра качания.
2. Система центра масс в СТО. Пороговая энергия при неупругом столкновении двух релятивистских частиц.

#### **Билет 2**

1. Потенциальная энергия частицы в поле центробежной силы инерции. Зависимость веса тела от географической широты.
2. Потенциальная энергия частицы в центральном поле. Применение к гравитационному и кулоновскому полям, к полю упругой силы. Потенциальная энергия частицы в поле силы тяжести. Определение силы по виду потенциальной энергии.

### Билет 3

1. Вязкость, сила вязкого трения, Формула Пуазейля. Число Рейнольдса.
2. Задача двух тел: выделение движения центра масс, уравнение относительного движения, приведённая масса. Кинетическая энергия, импульсы и момент импульса частиц в системе центра масс.

### 4. Критерии оценивания

Оценка	Баллы	Критерии
отлично	10	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.
	9	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.
	8	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 недочетами.
хорошо	7	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.
	6	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.
	5	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.
удовлетворительно	4	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.
	3	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.
неудовлетворительно	2	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.
	1	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 экзамена обучающемуся предоставляется не менее одного часа на подготовку. Опрос по билету и ответы на дополнительные вопросы не должен превышать двух астрономических часов. По завершении отведенного на опрос времени, экзаменатор должен выставить обучающемуся оценку в соответствии с вышеприведенными критериями.