

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования  
«**Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»**»

Рабочая программа утверждена  
Методическим Советом НИТУ «МИСиС»  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председатель  
Методического Совета НИТУ «МИСиС»  
\_\_\_\_\_ В.Л. Петров

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

НАИМЕНОВАНИЕ: **ФИЗИКА (Механика и молекулярная физика)**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

**Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
15.03.05 производств**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

*(код) (наименование направления подготовки / специальности)*

ПРОФИЛЬ: **Все профили**

*(наименование профиля / специализации с указанием кода направления подготовки / специальности)*

УРОВЕНЬ ОБРАЗОВАНИЯ: **Бакалавриат**

*(бакалавриат / специалитет / магистратура)*

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: **Очная**

*(очная / очно-заочная / заочная)*

СЕМЕСТР: **2**

*(семестр изучения дисциплины)*

ТРУДОЕМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ: **5**

*(количество зачетных единиц)*

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: **Письменный экзамен**

*(зачет / зачет с оценкой / экзамен)*

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов НИТУ «МИСиС» на основании учебных планов по соответствующим направлениям подготовки.

**Автор:**

специалист по учебно-методической  
работе кафедры физики, к.ф. - м.н.,  
доцент

В.А. Степанова

*(должность на кафедре, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

*(И.О.Фамилия)*

**Рецензент:**

доцент кафедры геологии и маркшейде-  
ровского дела, к.т.н.

В.В. Ческидов

*(должность на кафедре, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

*(И.О.Фамилия)*

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры

**ФИЗИКИ (037)**

*(наименование кафедры (шифр))*

Протокол № \_\_\_\_\_

от \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

*(подпись)*

Д.Е. Капуткин

*(И.О.Фамилия)*

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования  
«**Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»**»

УТВЕРЖДАЮ  
директор  
Института Базового Образования

\_\_\_\_\_ Бешененко Т.В.  
(подпись) (ФИО)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

НАИМЕНОВАНИЕ: **ФИЗИКА (Механика и молекулярная физика)**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

**Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
15.03.05 производств**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

ПРОФИЛЬ: **Все профили**

*(наименование профиля / специализации с указанием кода направления подготовки / специальности)*

УРОВЕНЬ ОБРАЗОВАНИЯ: **Бакалавриат**

*(бакалавриат / специалитет / магистратура)*

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: **Очная**

*(очная / очно-заочная / заочная)*

СЕМЕСТР: **2**

*(семестр изучения дисциплины)*

ТРУДОЕМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ: **5**

*(количество зачетных единиц)*

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: **Письменный экзамен**

*(зачет / зачет с оценкой / экзамен)*

Москва – 2017

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов НИТУ «МИСиС» на основании учебных планов по соответствующим направлениям подготовки.

**Автор :**

специалист по учебно-методической  
работе кафедры физики, к.ф.- м.н.,  
доцент

В.А. Степанова

*(должность на кафедре, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

*(И.О.Фамилия)*

**Рецензент:**

доцент кафедры геологии и маркшейде-  
ровского дела, к.т.н.

В.В. Ческидов

*(должность на кафедре, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

*(И.О.Фамилия)*

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры и рекомендована к утверждению

**ФИЗИКИ (037)**

*(наименование кафедры (шифр))*

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

*(подпись)*

Д.Е. Капуткин

*(И.О.Фамилия)*

Рабочая программа одобрена на заседании Методической комиссии по УГН (УГС)

**15.00.00 Машиностроение**

*(код) (наименование укрупненной группы направлений или специальностей подготовки)*

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании Методической комиссии по УГН (УГС)

**13.00.00 Электро- и теплоэнергетика**

*(код) (наименование укрупненной группы направлений или специальностей подготовки)*

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

# 1 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

### *Цели:*

- Сформировать навыки решения прикладных задач классической механики и молекулярной физики, умение выделять и моделировать конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей профессиональной деятельности бакалавра.

- Научить современным методам проведения физического эксперимента в области механики и молекулярной физики, с использованием современного физического оборудования и компьютерных методов моделирования и обработки результатов измерений.

- Подготовить к применению полученных знаний при изучении и усвоении общепрофессиональных дисциплин, а также специальных дисциплин по направлению обучения.

### *Задачи:*

- Сформировать знания основных законов механики и молекулярной физики.

- Сформировать представления о классических моделях, применяемых в механике и молекулярной физике.

- Научить самостоятельной работе с литературой при поиске информации для выбора наиболее подходящего метода решения поставленных задач.

- Сформировать навыки применения различных методов решения физических задач.

- Научить методам постановки и проведения экспериментального исследования физических явлений и процессов на основе знаний универсальных законов механики и молекулярной физики.

- Научить использовать современные вычислительные средства для компьютерного моделирования физических процессов и явлений механики и молекулярной физики.

- Научить осуществлять обработку экспериментальных результатов с применением автоматизированных систем и компьютерной техники.

- Подготовить к применению полученных знаний при изучении и усвоении других разделов Физики и специальных дисциплин.

## 1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины выпускники будут:

### **«ЗНАТЬ» (знание и понимание)**

#### этап знакомство:

Свойства пространства и времени, иметь понятие о системах отсчета, принцип относительности движения.

Устройство и принцип действия современных измерительных инструментов и приборов.

#### этап «знакомство, понимание»

Способы задания движения материальной точки в кинематике, основные кинематические параметры поступательного и вращательного движения.

Основные законы Ньютона, виды и категории сил в механике.

Фундаментальные законы сохранения энергии, импульса и момента импульса и их связь с симметрией пространства и времени, определение работы и мощности силы и момента силы; связь между потенциальной энергией и силой; понятие консервативных и диссипативных сил.

Основное уравнение динамики вращательного движения абсолютно твердого тела, понимать отличие момента силы и момента импульса относительно оси вращения, знать теорему Гюйгенса-Штейнера о переносе момента инерции. Знать способы экспериментального определения параметров свободных, затухающих и вынужденных колебаний механических систем. Основные положения молекулярно-кинетической теории газов; основное уравнение молекулярно-кинетической теории и следствия из него. Энергетические аспекты молекулярно-кинетической теории; методы вычисления работы идеального газа; уравнение адиабатического процесса. Понимать смысл обратимых, необратимых и круговых термодинамических процессов, знать принцип действия тепловых машин; циклы Карно, понимать смысл и роль энтропии в протекании различных процессов в живой и неживой природе. Понимать необходимость учета сил взаимодействия между молекулами реального газа. Знать уравнение Ван-дер-Ваальса, иметь представление о критическом состоянии вещества, пересыщенном паре и перегретой жидкости. Иметь представление о жидком состоянии вещества; понимать роль межфазных границ в возникновении сил поверхностного натяжения. Знать элементы механики деформируемых сред.

#### **«УМЕТЬ» (в области применения, анализа, синтеза, оценки)**

этап умение выполнять:

Уметь использовать полученные знания физических законов для решения поставленных задач.

Решать физические задачи с применением различных методик, в том числе с использованием современных вычислительных средств.

Осуществлять корректное математическое описание физических явлений и технологических процессов.

Выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических процессов.

Решать задачи на применение основных уравнений динамики поступательного и вращательного движения твердого тела.

Применять фундаментальные законы сохранения энергии, импульса и момента импульса для описания консервативных и диссипативных систем.

Формулировать и решать основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.

Использовать основные понятия, законы и модели термодинамических систем; законы переноса тепла;

Определять теплоемкость газа, вычислять работу газа при различных изопроцессах, анализировать круговые процессы и рассчитывать их КПД.

Применять методы компьютерного моделирования для исследования физических явлений и процессов на основе знаний законов механики, молекулярной физики и основ термодинамики.

#### **«ВЛАДЕТЬ» (опытом, навыками в области применения, анализа, синтеза, оценки)**

этап опыт деятельности по проектированию:

Владеть опытом постановки и проведения виртуального эксперимента по определению кинематических и динамических характеристик поступательного и вращательного движения макроскопических тел.

этап опыт деятельности по применению:

Опытном определении и навыками расчета параметров термодинамических систем.

Навыками проверки выполнимости законов сохранения энергии, импульса и момента импульса для макроскопических систем.

Методами анализа результатов виртуального эксперимента с применением автоматизированных систем и компьютерной техники.

Навыками самостоятельной работы с литературными источниками, включая использование Интернета, при поиске информации для оптимального метода решения поставленной задачи.

### 1.3 Компетенции, формируемые дисциплиной (модулем)

Дисциплина направлена на формирование универсальных компетенций:

**УК-1** Коммуникации и работа в команде:

получить навыки работать индивидуально и в качестве члена бригады при выполнении лабораторных работ.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональных компетенций:

**ОПК-1** Фундаментальные знания:

целенаправленно применять базовые знания в области математических и естественных наук в профессиональной деятельности.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций:

**ПК-1** Научная и научно-исследовательская деятельность (в области технологических машин и оборудования):

способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях естественных наук; использовать для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «**ФИЗИКА (Механика и молекулярная физика)**» входит в базовую часть Блока 1.

Для полноценного освоения учебного материала по дисциплине студент должен использовать знания, полученные при изучении следующих дисциплин:

- уметь использовать математический аппарат для решения физических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности; осуществлять корректное математическое описание физических явлений и технологических процессов; знать элементы векторной алгебры; решать простейшие дифференциальные уравнения (дисциплина «Математика»);

- выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических процессов (дисциплина «Информатика»).

Дисциплина «**ФИЗИКА (Механика и молекулярная физика)**» является базовой дисциплиной для естественнонаучного цикла дисциплин в подготовке бакалавров по всем направлениям обучения, связанным как с наукой о материалах, так и с техникой.

### 3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость освоения дисциплины (модуля) составляет **5** зачетных единиц или **180** часов.

На контактную работу обучающихся с преподавателем выделяется **119** часа, в том числе на лекции **34** часа, на практические занятия **51** часа, на лабораторные работы **34** часа.

На самостоятельную работу обучающихся предусматривается **34** часов.

На промежуточный контроль отводится **27** часов.

### 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПО ТЕМАМ И ВИДАМ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины (модуля)	Часов	Виды учебных занятий	Формы самостоятельной работы <sup>*)</sup>
1	2		4	5
1	Кинематика	15	Лк, Лр, Пз	Проработка лекционного материала, Д.З. 1, подготовка к Лр
2	Динамика	40	Лк, Лр, Пз	
3	Механические колебания	14	Лк, Лр, Пз	Проработка лекционного материала, подготовка к Лр
4	Молекулярно-кинетическая теория идеального газа	20	Лк, Лр, Пз	Проработка лекционного материала, Д.З. 2, подготовка к Лр
5	Энергетические аспекты молекулярно-кинетической теории газов, жидкостей и твердых тел.	30	Лк, Лр, Пз	Проработка лекционного материала, Д.З. 2, подготовка к Лр
	Итого:	119		

*Примечание:* Лк – лекции, Пз – практические занятия, Лр – лабораторные работы, С – семинары, К – коллоквиумы, П – практикумы

### 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1 Форма промежуточной аттестации

По дисциплине промежуточная аттестация предусмотрена в форме экзамена.

По каждому разделу дисциплины предусмотрена текущая аттестация, которая проводится в виде **одной контрольной работы**, защиты **двух домашних заданий** (Д.З.1 и Д.З.2), защиты **8 лабораторных работ**.

Экзамен сдается письменно и состоит из 10 заданий. Задания представляют собой расчетные задачи и качественные вопросы.

## 5.2 Балльно-рейтинговая система оценки знаний

Выполнение мероприятий текущего контроля, предусмотренных программой дисциплины, оценивается от 40 до 50 баллов, в том числе: **домашние задания (Д.3.1 и Д.3.2) и лабораторные работы – 40 баллов; контрольная работа – от 0 до 10 баллов.**

Решение задач у доски на **практических занятиях** оценивается **0 до 10 баллов.**

**Экзамен содержит 10 заданий**, за каждое задание выставляется **0, 2 или 4 балла – максимальное число баллов – 40 баллов.**

*Минимальное число баллов, необходимое для допуска к экзамену – 40 баллов – обязательная защита домашних заданий и всех лабораторных работ.*

По итогам контроля знаний по сумме набранных баллов студенту выставляется оценка:

«удовлетворительно» – от 60 до 75 баллов;

«хорошо» – от 76 до 85 баллов;

«отлично» – от 86 до 100 баллов.

**Максимальное число баллов по дисциплине за семестр – 100 баллов.**

## 5.3 Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации состоит из: типовых контрольных заданий к экзамену.

### Тематика типовых заданий, выносимых на экзамен

- Механическое движение.
- Кинематика движения материальной точки по окружности и кинематика вращательного движения твердого тела.
- Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела.
- Закон изменения и сохранения импульса.
- Работа и мощность в механике. Закон сохранения и превращения энергии.
- Динамика вращательного движения твердого тела.
- Закон сохранения момента импульса.
- Основы специальной теории относительности.
- Механические колебания.
- Молекулярно-кинетическая теория идеального газа.
- Распределения Максвелла и Больцмана.
- Первое начало термодинамики для изопроцессов.
- Второе начало термодинамики.
- Реальные газы.
- Элементы механики деформируемых сред.

В приложении А приведены оценочные средства промежуточной аттестации.

**6 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ  
ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием мультимедийных средств. Текущая аттестация предполагает использования компьютерного тестирования обучающихся.

Наряду с усвоением фундаментальных знаний и законов, подкрепленных натурным лабораторным практикумом, данный курс ставит также цель привить студентам навыки и умение моделировать различные физические процессы и явления. Не заменяя традиционные формы обучения, применение компьютерных моделей в физическом практикуме дает новые технологии для процесса обучения. Компьютерные модели являются наглядным представлением экспериментов, достоверно отражают физические законы, а диапазон регулируемых параметров позволяет получать достаточное количество исследуемых состояний. Поэтому комплексный подход в использовании натурального и виртуального лабораторных практикумов по физике является методически обоснованным.

Для изучения дисциплины при реализации различных видов учебной работы используется в требуемом объеме информационный ресурс электронного контента размещенного на сайте кафедры физики, а также на сайте МИСиС в программе CANVAS.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях кафедры физики, оснащенных современным лабораторным оборудованием, и имеющих сетевую версию виртуального практикума с рабочими местами на два человека, оснащенными персональными компьютерами. Компьютерные лабораторные работы выполняются в часы проведения лабораторных занятий.

Студенты овладевают опытом постановки и проведения виртуального эксперимента, а также методами анализа результатов виртуального эксперимента, используя сборник компьютерных моделей "Открытая Физика" в медиа-классе библиотеки НИТУ МИСиС.

## **7 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина относится к естественным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Изучать дисциплину необходимо с привлечением основной и дополнительной литературы и электронного контента. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации. Своевременное выполнение домашних заданий и иных контрольных мероприятий. Лабораторные занятия проводятся с широким использованием компьютерных программ, как для выполнения, так и для оформления работы. При выполнении лабораторных работ обязательно выполнение требований техники безопасности.

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **8.1 Специализированные лаборатории и классы, основные установки и стенды**

1. Лекции (Лк): Специализированные аудитории, оснащенные компьютером и проектором.

2. Лабораторные работы (Лр): Специализированная учебная лаборатория «Механика. Молекулярная физика и термодинамика», имеющая сетевую версию «Виртуального практикума по физике для вузов», комн. Л-551, Л-553. Комплект современного лабораторного оборудования фирмы «RHYWE» (Германия), компьютеры.

3. Самостоятельная работа (Ср): Медиа-класс библиотеки "НИТУ МИСиС"; персональные компьютеры.

## **8.2 Средства обеспечения освоения дисциплины (модуля)**

1. Основные программы Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel).
2. Лекционные презентации «Механика. Молекулярная физика».
3. Электронный конспект лекций «Механика. Молекулярная физика».
4. Электронный сборник опорных конспектов «Механика. Молекулярная физика».
5. Компьютерная обучающая программа решения задач «Механика. Молекулярная физика».
6. Тесты, задачи, контрольные вопросы для самоподготовки и контроля работы студентов.
7. Компьютерная программа «Открытая физика».
8. Физические демонстрации «Механика. Молекулярная физика» (видеофильмы).

## **9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **9.1 Основная литература:**

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. СПб: Лань. 2016
2. Коллектив авторов кафедры физики. Физика. Механика. Молекулярная физика и термодинамика / Лабораторный практикум. Ч.1 М.: Изд. Дом МИСиС. 2012
3. Коллектив авторов кафедры физики. Физика. Механика. Молекулярная физика и термодинамика / Лабораторный практикум. Ч.2 М.: Изд. Дом МИСиС. 2012
4. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. СПб: Спец. лит. 2013
5. Степанова В.А. Физика. Лабораторный практикум с компьютерными моделями. М.: Изд. Дом МИСиС. 2012

### **9.2 Дополнительная литература**

1. Степанова В.А. , Уварова И.Ф. Физика Ч.1. Механика и молекулярная физика; сб. задач. М.: Изд. Дом МИСиС. 2013
2. Бондарев Б.В., Калашников Н.П, Спиринов Г.Г. Курс общей физики. Кн. 1. Механика. М.: Юрайт. 2016
3. Бондарев Б.В., Калашников Н.П, Спиринов Г.Г. .Курс общей физики. Кн. 3. Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. М.: Юрайт. 2016

### **9.3 Информационное обеспечение**

1. Степанова В.А.. Рекомендации для самостоятельной работы при изучении дисциплины ФИЗИКА ч.1 "Механика и молекулярная физика". <http://sp.misis.ru/ibo/kf/AutorContentKF/DocLib5/Forms/AllItems.aspx>

2. Степанова В.А. Движение тела, брошенного под углом к горизонту (методические указания). <http://sp.misis.ru/ibo/kf/AutorContentKF/DocLib8/Forms/AllItems.aspx>
3. Степанова В.А. , Уварова И.Ф. Физика Ч.1.Механика и молекулярная физика; сборник задач. <http://www.misis.ru/ru/1506>
4. Тесты для компьютерного тестирования.  
<http://sp.misis.ru/lms/Pages/ModuleTest.aspx?lessonid=6>
5. Степанова В.А., Наими Е.К.. Методическое пособие по проведению натуральных и виртуальных экспериментов по физике (аннотированный перечень лабораторных работ).  
<http://sp.misis.ru/ibo/kf/AutorContentKF/DocLib6>
6. Наими Е.К., Белов М.И., Степанова В.А. и др. Механика. Лабораторный практикум. – <http://www.misis.ru/ru/1506>
7. Наими Е.К., Капуткин Д.Е., Уварова И.Ф. и др. Молекулярная физика и термодинамика. Лабораторный практикум. – <http://www.misis.ru/ru/1506>
8. Наими Е.К., Курашев С.М., Уварова И.Ф. и др. Колебания и волны. Лабораторный практикум. – <http://www.misis.ru/ru/4528>
9. Степанова В.А. Физика. «Механика. Молекулярная физика и термодинамика». Компьютерный лабораторный практикум. - <http://www.misis.ru/ru/1506>

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## Примеры экзаменационных билетов

## БИЛЕТ ГИ-2 -1 – 1

1. С башни брошен камень в горизонтальном направлении с начальной скоростью 40 м/с. Определить скорость камня через 3 с после начала движения?
2. Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону  $\varphi = 10 + 20t - 2t^2$ . Найти величину полного ускорения точки, находящейся на расстоянии 0,1 м от оси вращения для момента времени  $t = 4$  с.
3. Диск, вращаясь вокруг оси, проходящей через его середину, делает 180 об/мин. Определить линейную скорость вращения точек на внешней окружности диска, если известно, что точки, лежащие ближе к оси вращения на 8 см, имеют скорость 2,8 м/с.
4. Тело массой  $m = 0,5$  кг движется прямолинейно, причем зависимость пройденного телом пути от времени дается уравнением  $S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$ ,  $C = 5$  м/с<sup>2</sup> и  $D = 1$  м/с<sup>3</sup>. Найти силу, действующую на тело в конце первой секунды движения.
5. Найти момент инерции однородного стержня длиной 2м (масса которого 1кг) относительно оси, пересекающей стержень под прямым углом в точке, расположенной на расстоянии 1/3 длины стержня от его конца.
6. Груз, подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания с амплитудой равной 5см. Максимальная кинетическая энергия колебаний равна 1Дж. Определить жесткость пружины.
7. Кислород занимает объем  $V_1 = 1$  м<sup>3</sup> и находится под давлением  $P_1 = 200$  кПа. Газ нагрели сначала изобарно до объема  $V_2 = 3$  м<sup>3</sup>, а затем изохорно до давления  $P_2 = 500$ кПа. Постройте график процесса и найдите изменение внутренней энергии при переходе из начального состояния в конечное.
8. Азот массой 7г находится под давлением 0,1 МПа и температуре 17<sup>0</sup>С. Вследствие изобарного нагревания азот занял объем 10л. Определить на сколько изменился объем газа?
9. В баллоне объемом 10л находится гелий под давлением 1 МПа при температуре 300 К. После того как из баллона быстро выпустили 10г гелия, температура в баллоне понизилась на десять градусов. Определить давление гелия, оставшегося в баллоне. ( $\mu_{\text{He}} = 4$ кг/кмоль).
10. Температура нагревателя тепловой машины 227<sup>0</sup>С. Температура холодильника 127<sup>0</sup>С. Определить КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно. Нарисовать в системе координат (P, V) цикл Карно, указав процессы, при которых тепловая машина получает и отдает тепло.

## БИЛЕТ ГИ-2 – 1 – 2

1. Тело брошено под углом 45<sup>0</sup> к горизонту. Определить наибольшую высоту подъема и дальность полета, если начальная скорость тела  $v_0 = 20$  м/с.
2. Материальная точка движется в плоскости XOY так, что её радиус-вектор изменяется по закону  $\vec{r} = at\vec{e}_x + bt^2\vec{e}_y$ , где  $a = 5$  м/с,  $b = 3$  м/с<sup>2</sup>. Вычислить модуль скорости точки в момент времени  $t = 2$  с.
3. Камень брошен в горизонтальном направлении с начальной скоростью  $v_0 = 30$  м/с. Определить нормальное ускорение камня в конце второй секунды после начала движения.

4. Тело скользит по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол  $\alpha = 45^\circ$ . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Определить коэффициент трения тела о плоскость.
5. Частица массой  $6 \cdot 10^{-25}$  кг упруго соударяется с частицей, масса которой  $1,1 \cdot 10^{-23}$  кг, находящейся в покое. После удара первая частица движется в направлении, обратном первоначальному. Во сколько раз изменилась энергия первой частицы?
6. На барабан массой 10 кг намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 4 кг. Барабан считать однородным цилиндром. Найти ускорение, с которым опускается груз.
7. В какой-то момент времени смещение материальной точки, совершающей колебания согласно уравнению  $x = A \sin \omega t$ , равно  $x_1 = 20$  см. При возрастании фазы колебаний в два раза смещение  $x_2$  оказалось равным 30 см. Определите амплитуду колебаний.
8. В баллоне объемом 10 л находится гелий под давлением 1 МПа при температуре  $27^\circ \text{C}$ . После того как из баллона было взято 10 г гелия, температура в баллоне понизилась до  $17^\circ \text{C}$ . Определить давление оставшегося в баллоне гелия. ( $\mu_{\text{He}} = 4$  кг/кмоль)
9. Кислород нагревается при постоянном давлении  $P = 80$  кПа. Его объем увеличивается от  $V_1 = 1$  м<sup>3</sup> до  $V_2 = 3$  м<sup>3</sup>. Определить изменение внутренней энергии кислорода.
10. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает за один цикл работу  $1,5 \cdot 10^5$  Дж. Температура нагревателя  $127^\circ \text{C}$ , температура холодильника  $-13^\circ \text{C}$ . Найти количество теплоты, получаемое машиной за один цикл от нагревателя. Изобразить процессы цикла графически.

### БИЛЕТ ГИ-2 – 1 – 3

1. Тело движется с ускорением, изменяющимся по закону  $a = 5t - 10$ . Определить скорость этого тела в конце пятой секунды после начала движения.
2. Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону  $\varphi = 10 + 20t - 2t^2$ . Найти величину полного ускорения точки, находящейся на расстоянии 0,1 м от оси вращения для момента времени  $t = 4$  с.
3. Камень брошен в горизонтальном направлении с начальной скоростью  $V_0 = 30$  м/с. Определить тангенциальное ускорение камня в конце второй секунды после начала движения.
4. Невесомый блок укреплен в вершине наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . Два груза соединены нитью, перекинутой через блок. Груз массой  $m_1 = 3$  кг скользит по наклонной плоскости (коэффициент трения груза о наклонную плоскость равен 0,1), груз массой  $m_2 = 1$  кг движется вдоль вертикальной составляющей этой плоскости, не касаясь её. Найти ускорение, с которым движутся гири.
5. Снаряд массой 100 кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного полотна со скоростью 500 м/с, попадает в вагон с песком массой 10 т и застревает в нем. Какую скорость получит вагон, если он двигался со скоростью 36 км/ч в направлении, противоположном движению снаряда?
6. К катящемуся по горизонтальной поверхности шару массой 1 кг приложили горизонтальную силу 1 Н, под действием которой шар остановился. Путь торможения составил 1 м. Определить скорость шара до начала действия силы.
7. В сосуде вместимостью 1 л находится кислород массой 1 г. Определить концентрацию молекул кислорода в сосуде.
8. Во сколько раз изменится давление двухатомного газа в результате уменьшения его объема в 3 раза и увеличения средней кинетической энергии движения молекул в 2 раза?

9. Кислород занимает объем  $V_1=1\text{ м}^3$  и находится под давлением  $P_1=200\text{ кПа}$ . Газ нагрели сначала изобарно до объема  $V_2=3\text{ м}^3$ , а затем изохорно до давления  $P_2=500\text{ кПа}$ . Постройте график процесса и найдите изменение внутренней энергии при переходе из начального состояния в конечное.
10. Нагреватель тепловой машины, работающей по циклу Карно, имеет температуру  $t_H = 200^\circ\text{C}$ . Определите температуру  $t_X$  холодильника, если при получении от нагревателя количества теплоты  $1\text{ Дж}$ , машина совершает работу  $0,4\text{ Дж}$ .

### БИЛЕТ ГИ-2 – 1– 4

1. Материальная точка начинает двигаться по окружности радиусом  $r=10\text{ см}$  с постоянным тангенциальным ускорением  $a_t=0,4\text{ м/с}^2$ . Через какой промежуток времени вектор полного ускорения образует с вектором мгновенной скорости угол  $\beta=60^\circ$ ? Движение проходит по часовой стрелке.
2. Камень брошен в горизонтальном направлении с начальной скоростью  $V_0 = 30\text{ м/с}$ . Определить нормальное ускорение камня в конце второй секунды после начала движения.
3. Человек, масса которого  $70\text{ кг}$ , прыгает горизонтально с неподвижной тележки со скоростью  $7\text{ м/с}$ . Определить силу трения тележки о землю, если тележка после толчка остановилась через  $5\text{ с}$ . Перед прыжком тележка была неподвижна относительно земли.
4. Шар массой  $20\text{ г}$ , движущийся горизонтально с некоторой скоростью  $V_1$ , столкнулся с неподвижным шаром массой  $40\text{ г}$ . Шары абсолютно упругие, удар центральный. Какую долю  $\varepsilon$  своей кинетической энергии первый шар передал второму?
5. Легкая нить с прикрепленным к ней грузом массой  $2\text{ кг}$  намотана на сплошной вал радиусом  $10\text{ см}$ . Момент инерции вала равен  $0,37\text{ кгм}^2$ . При разматывании нити груз опускается с ускорением, величину которого необходимо определить.
6. Сплошной цилиндр скатывается с наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $22^\circ$ . Найти длину наклонной плоскости  $\ell$ , если его скорость в конце наклонной плоскости равна  $7\text{ м/с}$ , а коэффициент трения равен  $0,2$ .
7. В баллоне содержится  $80\text{ г}$  кислорода и  $320\text{ г}$  аргона. Давление газовой смеси равно  $1\text{ МПа}$ , а температура  $27^\circ\text{C}$ . Определить емкость баллона, принимая данные газы за идеальные, (Молекулярная масса аргона  $40 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$ ).
8. Как изменится давление идеального одноатомного газа, если при неизменной концентрации молекул средняя квадратичная скорость молекул выросла в  $2$  раза?
9. В цилиндре под поршнем находится водород, который имеет массу  $0,02\text{ кг}$  и начальную температуру  $27^\circ\text{C}$ . Водород сначала расширился адиабатически, увеличив свой объем в  $5$  раз, а затем был сжат изотермически, причем объем газа уменьшился в  $5$  раз. Найти температуру в конце адиабатического расширения и работу, совершенную газом. Изобразить процесс графически.
10. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает за один цикл работу  $1,5 \cdot 10^5\text{ Дж}$ . Температура нагревателя  $127^\circ\text{C}$ , температура холодильника равна  $-13^\circ\text{C}$ . Найти количество теплоты, отдаваемое за один цикл холодильнику. Изобразить процессы цикла графически.

**В каждом билете после заданий приводятся справочные данные:**

Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31\text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$

Постоянная Больцмана  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}\text{ Дж/К}$

Число Авогадро  $N = 6 \cdot 10^{23}\text{ моль}^{-1}$

Ускорение свободного падения  $g = 9,8\text{ м/с}^2$