

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования и развитию
первый проректор

Хатиров Г.А.

« 27 » 04

2018



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.05.02 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) Нанотехнологии в электронике

Программа подготовки академический бакалавриат

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.05.02 «Молекулярная физика» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Направленность «Нанотехнологии в электронике» (академический бакалавриат)

Программу составил:

М.А. Жужа, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий ФТФ КубГУ, канд. физ.-мат. наук



подпись

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная физика» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «27» марта 2018г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «27» марта 2018г.

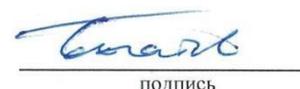
Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 10 «2» апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

1. Исаев В.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и информационных систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

2. Гаврилов А.И., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Кубанского государственного технологического университета (КубГТУ)

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Молекулярная физика» ставит своей целью сформировать у студентов базовые теоретические знания об основных явлениях, понятиях, моделях, законах и методах молекулярной физики, а также дать навыки решения задач.

1.2 Задачи дисциплины.

- изучение теоретических основ, понятий, законов и методов исследований молекулярной физики;
- ознакомление с границами применимости физических моделей и теорий, используемых для описания свойств веществ на молекулярном уровне;
- овладение навыками и методами решения задач по основным разделам молекулярной физики;
- приобретение умения использовать законы физики для решения естественно-научных и технических задач.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Молекулярная физика» относится к базовой части Блока 1 модуля «Физика» учебного плана. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания школьного курса физики и основ математического анализа. Освоение дисциплины необходимо для изучения других разделов физики, а также дисциплин: «Концепция современного естествознания» и «Молекулярные устройства в электронике».

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций (ОПК):

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|--------|--------------------|--|---|---|--|
| | | | знать | уметь | владеть |
| 1 | ОПК-1 | студент обладает способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук | теоретические основы, понятия, законы и методы исследований молекулярной физики; границы применимости физических моделей и теорий, используемых для описания свойств веществ на молекулярном уровне | применять законы физики для решения естественно-научных и технических задач | навыками и методами решения задач по основным разделам молекулярной физики |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|-----------|--------------------|---|--|---------------------------------------|--|
| | | | знать | уметь | владеть |
| 2 | ОПК-5 | студент обладает способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных | методы экспериментальных измерений различных свойств веществ | пользоваться измерительными приборами | методами экспериментальных измерений различных свойств веществ |

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед., (144 часа), и их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры (часы) | | |
|---|--------------------------------------|-----------------|-------------|--|
| | | 2 | | |
| Контактная работа, в том числе: | 86,2 | 86,2 | | |
| Аудиторные занятия (всего) | 80 | 80 | | |
| Занятия лекционного типа | 32 | 32 | | |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | 32 | 32 | | |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | | |
| Иная контактная работа: | 6,2 | 6,2 | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 6 | 6 | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,2 | 0,2 | | |
| Самостоятельная работа, в том числе: | 57,8 | 57,8 | | |
| Курсовая работа | – | – | | |
| Проработка учебного (теоретического) материала | 20 | 20 | | |
| Выполнение творческих, конструкторских и исследовательских заданий, углубляющих и расширяющих лекционный материал | 7,8 | 7,8 | | |
| Решение задач по молекулярной физике | 15 | 15 | | |
| Оформление и подготовка к защите лабораторных работ | 15 | 15 | | |
| Контроль: | – | – | | |
| подготовка к зачету и экзамену | – | – | | |
| Общая трудоёмкость | час. | 144 | 144 | |
| | в том числе контактная работа | 86,2 | 86,2 | |
| | зач. ед. | 4 | 4 | |

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2 семестре (очная форма):

| № | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|-----------------------------|--|------------------|-------------------|-----------|-----------|----------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | СР |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Идеальный газ | 42 | 10 | 4 | 8 | 20 |
| 2 | Явления переноса в газах | 23,8 | 4 | 4 | 8 | 7,8 |
| 3 | Термодинамика | 42 | 10 | 4 | 8 | 20 |
| 4 | Реальные газы, жидкости и твердые тела | 30 | 8 | 4 | 8 | 10 |
| Итого по дисциплине: | | 137,8 | 32 | 16 | 32 | 57,8 |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа.

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела (темы) | Содержание раздела (темы) | Форма текущего контроля |
|----|-----------------------------|--|---|
| 1 | Идеальный газ | Молекулярно-кинетическая теория. Моль. Молярная масса. Число Авогадро. Изопроцессы. | Устный опрос, тестирование, защита ЛР, проверка домашнего задания |
| 2 | Идеальный газ | Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона. Молярная масса смеси. | |
| 3 | Идеальный газ | Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. | |
| 4 | Идеальный газ | Барометрическая формула. Распределение Больцмана. | |
| 5 | Идеальный газ | Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). | |
| 6 | Явления переноса в газах | Эффективный диаметр и сечение молекулы. Средняя длина свободного пробега и число столкновений. Вакуум. | Устный опрос, тестирование, защита ЛР, проверка домашнего задания |
| 7 | Явления переноса в газах | Диффузия в газах. Закон Фика. Внутреннее трение. Формула Ньютона. Теплопроводность. Закон Фурье. | |
| 8 | Термодинамика | Работа газа. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам. | Устный опрос, тестирование, защита ЛР, проверка домашнего задания |
| 9 | Термодинамика | Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера. | |
| 10 | Термодинамика | Адиабатический процесс. Политропический процесс. | |
| 11 | Термодинамика | Энтропия. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа, при нагревании и плавлении. | |
| 12 | Термодинамика | Тепловая машина. Цикл Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина. | |

| | | | |
|----|--|--|---|
| 13 | Реальные газы, жидкости и твердые тела | Реальные газы. Критическое состояние. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля – Томсона. Энтальпия. | Устный опрос, защита ЛР, проверка домашнего задания |
| | | Жидкости. Свободная энергия. Поверхностное натяжение. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Смачивание, несмачивание. | |
| 14 | Реальные газы, жидкости и твердые тела | Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления. | Устный опрос, защита ЛР, проверка домашнего задания |
| 15 | Реальные газы, жидкости и твердые тела | Кристаллические твёрдые тела и их теплоёмкость. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Диаграмма состояний. | |

2.3.2 Занятия семинарского типа

| № | Наименование раздела (темы) | Тематика практических занятий (семинаров) | Форма текущего контроля |
|---|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Идеальный газ | Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. | Устный опрос. Тестирование. Проверка домашнего задания. Контрольная работа |
| 2 | Идеальный газ | Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). | |
| 3 | Явления переноса в газах | Средняя длина свободного пробега и число столкновений. Вакуум. Диффузия в газах. Закон Фика. | Устный опрос. Тестирование. Проверка домашнего задания. Контрольная работа |
| 4 | Явления переноса в газах | Внутреннее трение. Формула Ньютона. Теплопроводность. Закон Фурье. | |
| 5 | Термодинамика | Первый закон термодинамики. Теплоёмкость идеального газа. Уравнение Майера. Адиабатический процесс. | Устный опрос. Тестирование. Проверка домашнего задания. Контрольная работа |
| 6 | Термодинамика | Энтропия. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа. Цикл Карно. Расчеты КПД различных циклов. | |
| 7 | Реальные газы, жидкости и твердые тела | Реальные газы. Критическое состояние. Уравнение Ван-дер-Ваальса. | Устный опрос. Тестирование. Проверка домашнего задания. Контрольная работа |
| 8 | Реальные газы, жидкости и твердые тела | Жидкости. Поверхностное натяжение. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капилляры. | |

2.3.3 Лабораторные занятия

В основе построения лабораторных занятий по дисциплине «Молекулярная физика» лежит последовательность поэтапных действий исследователя по планированию, подготовке и проведению исследований свойств различных физических тел, анализу полученных данных.

| № | Наименование раздела (темы) | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|---|--|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Идеальный газ | Газовые законы (ЛКТ-10). Определение универсальной газовой постоянной. Проверка закона Бойля-Мариотта. Определение неизвестного объема сосуда. | Защита ЛР |
| | | Измерение атмосферного давления. Определение атмосферного давления, используя закон Бойля-Мариотта и U-образную трубку. | Защита ЛР |
| 2 | Явления переноса в газах | Свойства газов (ЛКТ-2. Задание 16). Определение теплопроводности воздуха. | Защита ЛР |
| | | Процессы в газах (ЛКТ-5. Задание 15). Определение вязкости воздуха по его течению в капилляре. | Защита ЛР |
| 3 | Термодинамика | Свойства газов (ЛКТ-2. Задание 8). Определение показателя адиабаты по скорости звука при разных температурах. | Защита ЛР |
| | | Термодинамика (ЛКТ-9). Определение температурного коэффициента давления. Нахождение мощности, теплоемкости и КПД нагревателя. Определение теплоемкости воды. | Защита ЛР |
| 4 | Реальные газы, жидкости и твердые тела | Измерение физических характеристик воды ЛКТ-7. Задание 13). Нахождение удельной теплоты испарения воды. | Защита ЛР |
| | | Определение коэффициента теплопроводности твердых тел. Определение коэффициента теплопроводности органического стекла методом сравнения с эталонным образцом из эбонита. | Защита ЛР |

ЛР – защита лабораторная работа.

Лабораторные работы выполняются в лаборатории молекулярной физики физико-технического факультета Кубанского государственного университета.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируется и оценивается требуемая ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенция ОПК-5.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Согласно учебному плану по данной дисциплине не предусмотрены курсовые работы (проекты).

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

| № | Вид СРС | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|----|--|---|
| 1. | Проработка теоретического материала | Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017. |
| 2. | Выполнение творческих, конструкторских и исследовательских заданий | 1. Жужа М.А. Молекулярная физика: тексты лекций (с заданиями по ТРИЗ) / М.А. Жужа. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2011. 2. Материалы в электронном виде в среде модульного динамического обучения Moodle КубГУ на сайте http://moodle.kubsu.ru (информация по теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) для развития творческих способностей). 3. Методические указания к самостоятельной работе студента для выполнения творческих заданий по решению изобретательских задач, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017. |
| 3. | Решение задач по молекулярной физике | 1. Методические указания для решения задач по физике, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017. 2. Материалы в электронном виде в среде модульного динамического обучения Moodle КубГУ на сайте http://moodle.kubsu.ru (примеры решения задач и краткие рекомендации по их решению). |
| 4. | Оформление и подготовка к защите лабораторных работ | 1. Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017. 2. Жужа М.А. Молекулярная физика: лабораторные работы / М.А. Жужа, Е.Н. Жужа, Г.П. Ильченко. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2014. |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов. Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики и моделирование проблемных ситуаций.

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции с проблемным изложением;
- информационно-коммуникационные технологии;
- домашние задания (решение задач по молекулярной физике);
- домашние творческие задания на основе ТРИЗ;
- контрольные опросы;
- защита лабораторных работ;
- тестирование;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ, подготовка к опросу и зачету).

На **лекции** выносятся 80 % материала, изложенного в программе дисциплины. Остальные 20 % материала выносятся для самостоятельного изучения. При объяснении нового материала используются проблемное изложение материала и поисковая беседа. По основным разделам дисциплины выпущено учебное издание «Молекулярная физика: тексты лекций», имеющееся в библиотеке КубГУ. Студентам учебный материал предъявляется также и в электронном виде для ознакомления и изучения. Благодаря этому сокращается время на конспектирование лекционных занятий, что позволяет показывать демонстрационные опыты и наглядные пособия, обсуждать современные достижения науки и техники, разбирать конкретные проблемные ситуации и изобретательские задачи. Кроме того, в конце каждого лекционного занятия студентам предлагаются для выполнения творческие, конструкторские и исследовательские задания, углубляющие и расширяющие лекционный материал, развивающие инновационное мышление и фантазию, а также умение работать с привлечением современных информационных технологий для поиска учебных материалов в сети Интернет. Задания основаны на современной технологии творчества – теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), и результаты выполнения этих заданий обсуждаются на следующей лекции или семинарском занятии.

Информационно-коммуникационные технологии представлены также средой модульного динамического обучения Moodle. На сайте Moodle КубГУ создан электронный курс «Молекулярная физика для ФТФ» для обеспечения интернет-поддержки обучения. Студентам доступны следующие учебно-методические материалы в электронном виде: конспекты лекций, примеры решения задач, описания лабораторных работ с рекомендациями по их оформлению и защите, тест, перечни учебной литературы и экзаменационных вопросов, информация о рациональных приёмах запоминания учебного материала и быстрому конспектированию, материалы для развития творческих способностей.

На **практических (семинарских) занятиях** рассматриваются фрагменты теории, требующие сложных математических выкладок, различные методы решения задач, наиболее типичные, трудные и творческие задачи. Для закрепления материала, рассматриваемого на семинарах, студенты получают домашние задания в виде задач из соответствующих задачников.

Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории молекулярной физики на лабораторных установках ЛКТ группами студентов из 2 человек. На лабораторных занятиях студенты знакомятся с методами экспериментальных измерений различных свойств веществ, учатся пользоваться измерительными приборами, овладевают приемами обработки и представления экспериментальных данных.

В процессе **самостоятельной работы** студенты осваивают и анализируют передовой научно-исследовательский опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, знакомятся с основными научными журналами по вопросам изучения физико-химических свойств наноструктур различных типов, накапливают багаж знаний, полезных для выполнения выпускной квалификационной работы. Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

В учебном процессе используются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: лекционные демонстрации с обсуждением, дискуссия, поисковая беседа, творческие инструменты ТРИЗ, разбор конкретных ситуаций, творческие задания, работа в малых группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочными средствами для текущего контроля успеваемости являются: устный опрос, тестирование, защита ЛР, проверка домашнего задания, контрольная работа.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации.

4.1.1 Примеры контрольных вопросов по разделам учебной программы (для устного опроса).

В процессе подготовки ответов на контрольные вопросы формируется и оценивается требуемая ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенция – ОПК-1.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов.

Раздел 1. Идеальный газ.

Опишите простейшую модель вещества – идеальный газ.

Какие упрощения делались при выводе барометрической формулы?

Как можно приблизительно оценить высоту атмосферы?

Объясните физический смысл распределения Больцмана.

Каков физический смысл функции распределения молекул по скоростям?

Раздел 2. Явления переноса в газах.

Приведите примеры использования вакуума в технических устройствах.

В чём сущность явлений переноса? Каковы они и при каких условиях возникают?

Почему диффузия жидкостей происходит значительно медленнее, чем диффузия газов?

Что называют коэффициентом диффузии (вязкости, теплопроводности)? От каких параметров он зависит для газов?

Как вязкость газов зависит от температуры?

Раздел 3. Термодинамика.

Почему теплоёмкость C_p больше теплоёмкости C_v ?

Что происходит с температурой газа, если он расширяется при постоянном давлении?

Что происходит с температурой газа, если он расширяется адиабатически?

В дизельном двигателе воздух подвергается очень сильному и быстрому сжатию. Для чего это делается?

Какие конструкции «вечных двигателей» «созданы» по законам молекулярной физики?

Раздел 4. Реальные газы, жидкости и твердые тела.

Объясните различие экспериментальных изотерм и изотерм, соответствующих уравнению Ван-дер-Ваальса.

Какую жидкость можно налить в стакан выше его краёв?

Почему у всех веществ поверхностное натяжение уменьшается с увеличением температуры?

Жидкие лекарства часто отмеряют каплями. Является ли это достаточно точной мерой?

Что такое «биметалл» и где он применяется?

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-1: знать теоретические основы, понятия, законы и методы исследований молекулярной физики; границы применимости физических моделей и теорий, используемых для описания свойств веществ на молекулярном уровне; уметь применять законы физики для решения естественно-научных и технических задач.

Критерии оценки ответов на контрольные вопросы:

- оценка «отлично»: студент дает правильные ответы на все вышеперечисленные вопросы;

- оценка «хорошо»: студент делает одну или две ошибки в вышеперечисленных вопросах;

- оценка «удовлетворительно»: студент делает три ошибки в вышеперечисленных вопросах;

- оценка «неудовлетворительно»: студент делает более трех ошибок в вышеперечисленных вопросах.

4.1.2 Пример тестового задания для семинарского занятия.

В процессе подготовки и выполнения тестового задания формируется и оценивается требуемая ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенция – ОПК-1.

Ниже приводятся примеры тестовых заданий для семинарского занятия. Полный комплект тестовых заданий для основных разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины «Молекулярная физика».

1. Оцените, во сколько раз увеличивается среднее расстояние между молекулами воды при переходе воды из твердого в газообразное состояние при нормальном давлении?

(В 10 раз. В 100 раз. В 1000 раз. В 10 000 раз.)

2. Как изменится давление насыщенного пара при изотермическом уменьшении его объема? **(Увеличится. Уменьшится. Не изменится.)**

3. При погружении в жидкость капиллярной стеклянной трубки уровень жидкости в ней поднялся на 4 мм над уровнем жидкости в сосуде. Какова высота подъема уровня той же жидкости в стеклянной трубке с отверстием в 2 раза большего диаметра?

(0,5 мм. 1 мм. 2 мм. 4 мм. 8 мм.)

4. 7 г азота изотермически расширяются от объема 2 л до объема 5,44 л. Найти прирост энтропии при этом процессе.

(1 Дж/К. 2 Дж/К. 5 Дж/К. 11 Дж/К. 83 Дж/К.)

5. Пользуясь законом Дюлонга и Пти, найти удельную теплоемкость железа (молярная масса железа равна $M = 0,056$ кг/моль).

(130 Дж/(кг·К). 328 Дж/(кг·К). 445 Дж/(кг·К). 470 Дж/(кг·К). 520 Дж/(кг·К.)

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-1: владеть навыками и методами решения задач по основным разделам молекулярной физики.

Критерии оценки выполнения тестового задания:

5 правильно решенных задач – оценка «отлично»;

4 правильно решенные задачи – оценка «хорошо»;

3 правильно решенные задачи – оценка «удовлетворительно»;

0, 1 или 2 правильно решенные задачи – оценка «неудовлетворительно».

4.1.3 Пример контрольной работы для семинарского занятия.

В процессе подготовки и выполнения контрольной работы формируется и оценивается требуемая ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенция – ОПК-1.

Ниже приводятся примеры задач контрольной работы для семинарского занятия. Полный комплект контрольных работ для основных разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины «Молекулярная физика».

1. Оцените, сколько молекул вы вдыхаете, если при одном вдохе получаете 1 л воздуха.

2. Молекулы газа распределены по объему в среднем равномерно. Известна концентрация молекул n . Оценить среднее расстояние $\langle r \rangle$ между молекулами.

3. В сосуде объемом 1 м^3 при температуре $27 \text{ }^\circ\text{C}$ находится смесь двух идеальных газов: 10^{24} молекул кислорода и 2 моля водорода. Найти давление смеси газов.

4. Полагая температуру воздуха, молярную массу и ускорение свободного падения не зависящими от высоты, определить, на какой высоте над уровнем моря плотность воздуха меньше своего значения на уровне моря в 2 раза. Температуру воздуха принять равной $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. Какая средняя энергия $\langle \epsilon \rangle$ приходится в состоянии термодинамического равновесия при температуре T , – в соответствии с классическим законом равномерного распределения, – на одну: а) поступательную степень свободы; б) вращательную степень свободы; в) колебательную степень свободы?

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-1: владеть навыками и методами решения задач по основным разделам молекулярной физики.

Критерии оценки выполнения контрольной работы:

5 правильно решенных задач – оценка «**отлично**»;

4 правильно решенные задачи – оценка «**хорошо**»;

3 правильно решенные задачи – оценка «**удовлетворительно**»;

0, 1 или 2 правильно решенные задачи – оценка «**неудовлетворительно**».

4.1.4 Примеры задач для домашней самостоятельной работы.

В процессе подготовки и выполнения домашней самостоятельной работы по решению задач по молекулярной физике формируется и оценивается требуемая ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенция – ОПК-1.

Ниже приводятся примеры задач для домашней самостоятельной работы.

1. В баллоне, объём которого $0,25 \text{ м}^3$, находится газовая смесь, состоящая из углекислого газа и паров воды. Температура смеси $327 \text{ }^\circ\text{C}$. Число молекул углекислого газа $N_1 = 6,6 \cdot 10^{21}$, число молекул паров воды $N_2 = 0,9 \cdot 10^{21}$. Вычислить давление и молярную массу газовой смеси.

2. Какая часть молекул сернистого ангидрида (SO_2) при температуре $200 \text{ }^\circ\text{C}$ обладает скоростями в пределах $420\text{--}430 \text{ м/с}$?

3. Определить количество теплоты, которое нужно передать 7 кг водорода для того, чтобы газ увеличил свой объём при постоянном давлении так, что его температура повысилась на $200 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. На рисунке показан цикл, проведённый с идеальным одноатомным газом. Найти КПД цикла.

5. При каком давлении должен находиться кислород в количестве 100 моль, чтобы при температуре $T = 320$ К он занимал объём $0,1$ м³? Задачу решить, рассматривая кислород как: а) идеальный газ; б) реальный газ, подчиняющийся уравнению Ван-дер-Ваальса. Поправки Ван-дер-Ваальса для кислорода равны: $a = 0,137$ Н·м⁴/моль², $b = 3,17 \cdot 10^{-5}$ м³/моль.

6. Теплоёмкость твердого тела при температуре $T > 273$ К может быть вычислена по эмпирической формуле $c = a + bT$. Для алюминия величины a и b равны: $a = 766$ Дж/(кг·К), $b = 0,459$ Дж/(кг·К²). Найти изменение энтропии при нагревании алюминиевого бруска массой 8 кг от температуры 300 К до 900 К.

7. Спирт по каплям вытекает из сосуда через вертикальную трубку внутренним диаметром $d = 2$ мм. Капли отрываются через время $\Delta t = 1$ с одна после другой. Через какое время t вытечет масса $m = 10$ г спирта? Диаметр шейки капли в момент отрыва считать равным внутреннему диаметру трубки. Для спирта $\sigma = 0,02$ Н/м.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-1: владеть навыками и методами решения задач по основным разделам молекулярной физики.

Критерии оценки решения задач из домашних работ:

95–100 % правильно решенных задач – оценка «отлично»;

80–95 % правильно решенных задач – оценка «хорошо»;

60–80 % правильно решенных задач – оценка «удовлетворительно»;

менее 60 % правильно решенных задач – оценка «неудовлетворительно».

4.1.5 Примеры домашних творческих заданий на основе ТРИЗ (конструкторской и технической направленности) для самостоятельной работы.

1. Газ-работник.

Обычно рабочий орган технических систем выполнен из твёрдого тела, например, у экскаватора – ковш, у трамвая – колесо. (Рабочий орган – это элемент, выполняющий главную полезную функцию технической системы и к которому в данной системе подводится энергия.) Приведите примеры устройств, в которых рабочим органом является газ. Каким законам развития техники соответствует рабочий орган из газа?

2. Высота здания.

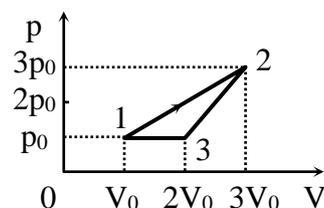
Как измерить высоту здания с помощью барометра? Используя известный в ТРИЗ метод Робинзона Крузо, выявите скрытые (неочевидные, новые) свойства барометра и предложите 10 разных способов определения высоты здания. По ключевым словам «Как измерить высоту здания с помощью барометра?» найдите решения этой задачи в Интернете и сравните их со своими решениями.

3. Приборы для измерения давления.

В «сильных» изобретениях всегда применяются физические эффекты. Что такое «физический эффект»? В ТРИЗ существует специализированный указатель физических эффектов и явлений для изобретателей. По материалам сети Интернет изучите различные конструкции приборов для измерения давления: манометр, дифференциальный манометр, вакуумметр, барометр, датчики давления. Составьте список физических эффектов, на основе которых работают эти приборы.

4. Вакуум в науке, технике и быту.

Использование пустоты (вакуума) вместо вещества – это один из законов развития технических систем и один из изобретательских приёмов. Наберите в любой поисковой системе в Интернете слова «вакуумный», «вакуумная», «вакуумное» и составьте список технических устройств и технологий с использованием вакуума.



5. Самодельный калориметр.

Используя вещественно-полевые ресурсы (а именно надсистемные, «копеечные» ресурсы вещества), сконструируйте и изготовьте самодельный калориметр из пластиковой бутылки 1,5 л и алюминиевой банки из-под газированной воды объёмом 0,33 л.

6. Состояния вещества.

Используя известный в ТРИЗ «Метод числовой оси», разместите на оси известные агрегатные состояния вещества. По какому параметру они располагаются на оси? Возможно, у Вас будет несколько вариантов осей. Каким состояниям вещества соответствует «ноль», область отрицательных и максимально положительных значений?

7. Микроскоп из капли воды.

В обычном микроскопе линзы изготовлены из стекла. Придумайте, как изготовить микроскоп из капли воды? Позволяет ли увеличение такого микроскопа увидеть броуновское движение, например, частиц акварельной краски (туши) в воде? Какие недостатки имеет этот микроскоп и как их устранить? В ТРИЗ существует раздел о законах развития технических систем. Каким законам соответствует такой микроскоп?

8. Вода в решетке.

Используя знания по молекулярной физике и изобретательские приёмы, известные из ТРИЗ, предложите 10–20 разных способов транспортировки воды в решетке.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-1: уметь применять законы физики для решения естественно-научных и технических задач.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено»: студент выполнил творческое задание, способен на самостоятельные рассуждения по указанной теме, предложено несколько вариантов решения;
- оценка «не зачтено»: студент не выполнил творческое задание, не способен на самостоятельные рассуждения по указанной теме; предложен только один известный вариант решения задачи, взятый из интернета.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Молекулярная физика» для направления подготовки для направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике».

Вопросы для подготовки к зачету

1. Законы идеального газа. Вывод уравнения Менделеева-Клапейрона. Закон Авогадро. Изопроцессы (формулы и графики). Вывод закона Дальтона. Молярная масса смеси.
2. Давление газа. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа. Формулы внутренней энергии идеального газа и средней квадратичной скорости. Распределение энергии по степеням свободы.
3. Вывод барометрической формулы. Вывод распределения Больцмана. Опыт Перрена по определению числа Авогадро.
4. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). Физический смысл функции распределения. Условие нормировки. Наиболее вероятная скорость и

значение функции распределения при этой скорости. Функция распределения для относительной скорости. Условия существования атмосферы планет.

5. Эффективные диаметр и сечение молекулы. Вывод формул для средней длины свободного пробега и числа столкновений и оценка порядка этих величин. Вакуум.

6. Явления переноса. Диффузия в газах. Закон Фика. Расчет коэффициента самодиффузии.

7. Внутреннее трение. Формула Ньютона. Кинематическая и динамическая вязкости. Теплопроводность. Закон Фурье. Связь между коэффициентами переноса.

8. Внутренняя энергия как функция состояния. Первый закон термодинамики и его различные формулировки. Вывод формулы для работы газа. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

9. Классическая теория теплоёмкости идеального газа. Молярная и удельная теплоёмкости и связь между ними. Теплоёмкости при постоянном давлении и объеме. Вывод уравнения Майера и показателя адиабаты. Физический смысл газовой постоянной R .

10. Адиабатический процесс. Вывод трех формул для адиабаты. Сравнение адиабатического и изотермического процессов. Вывод формул для работы газа при адиабатическом процессе.

11. Политропический процесс. Частные случаи. Вывод формулы политропы. Вывод частных формул из уравнения политропы.

12. Обратимые и необратимые процессы. Понятие энтропии термодинамической системы. Свойства энтропии. Второй закон термодинамики. Формула Больцмана. Порядок и беспорядок в природе. Третий закон термодинамики. Расчет количества теплоты через энтропию.

13. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа (при постоянных P , V , T , Q), при нагревании и плавлении.

14. Циклические процессы. Тепловая машина. Цикл Карно в координатах (P , V) и (T , S). Вывод формулы КПД. Теоремы Карно. Различные формулировки второго закона термодинамики. Холодильная машина.

15. Реальные газы. Изотермы реального газа. Насыщенный пар. Критическое состояние. Критические параметры.

16. Уравнение Ван-дер-Ваальса для 1 моля и ν молей. Физический смысл постоянных Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.

17. Эффект Джоуля – Томсона. Физическая сущность. Дифференциальный коэффициент Джоуля – Томсона. Дифференциальный и интегральный эффект. Энтальпия. Температура инверсии.

18. Свободная энергия как функция состояния. Три формулировки для коэффициента поверхностного натяжения. Опыт Плато. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения от ряда факторов. Поверхностно-активные вещества.

19. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Краевой угол. Примеры смачивания и несмачивания.

20. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Вывод формулы Лапласа. Частные случаи. Капилляры. Вывод формулы поднятия жидкости в капилляре.

21. Симметрия кристаллов. 4 типа кристаллов. Дефекты в кристаллах. Классическая теория теплоемкости твердых тел: законы Дюлонга и Пти и Джоуля – Коппа.

22. Фаза. Фазовое равновесие. Фазовые переходы первого и второго рода. Полиморфизм. Условия кипения, плавления, сублимации. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Тройная точка. Диаграмма состояний.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством

ОПК-1: знать теоретические основы, понятия, законы и методы исследований молекулярной физики; границы применимости физических моделей и теорий, используемых для описания свойств веществ на молекулярном уровне.

Зачёт по теоретическому (лекционному) материалу дисциплины «Молекулярная физика» проводится в устной форме, при этом студенту задаются 2 вопроса из общего перечня вопросов к зачету. Студенту даётся необходимое время (30-60 минут) для подготовки плана-конспекта своего ответа.

Рекомендуется следующие критерии оценки знаний.

Оценка «*неудовлетворительно/не зачтено*» выставляется в том случае, если студент демонстрирует:

- незнание основных законов, формул, понятий и терминов учебной дисциплины;
- поверхностное знание теоретического материала.

Оценка «*удовлетворительно/зачтено*» ставится студентам, которые при ответе:

- в основном знают учебно-программный материал в объёме, необходимом для предстоящей учебы и работы по профессии;

- в целом усвоили основную литературу;

- в ответах на экзаменационные вопросы имеют нарушения в последовательности изложения учебного материала, демонстрируют поверхностные знания вопроса, приводят без математических выводов необходимые физические формулы;

- имеют краткие ответы только в рамках лекционного курса;

- приводят нечеткие формулировки физических понятий и законов;

- имеют существенные погрешности и грубые ошибки в ответе на вопросы экзаменационного билета.

Оценка «*хорошо/зачтено*» ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают твёрдое знание программного материала, который излагают систематизировано, последовательно и уверенно;

- усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу;

- допускают отдельные погрешности и незначительные ошибки при ответе;

- не полностью приводят математические выводы для физических формул в письменных ответах;

- в устных ответах не допускает серьезных ошибок и легко устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «*отлично/зачтено*» ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала (знание основных понятий, законов и терминов учебной дисциплины, умение оперировать ими);

- излагают материал логично, последовательно, развернуто и уверенно;

- излагают материал с достаточно четкими формулировками, подтверждаемыми графиками, цифрами или примерами;

- владеют научным стилем речи;

- делают математические выводы физических формул;

- демонстрируют знание материала лекций, базовых учебников и дополнительной литературы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

5.1 Основная литература:

1. Жужа, Михаил Александрович (КубГУ). Молекулярная физика [Текст]: тексты лекций / М. А. Жужа; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. — Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2011. — 111 с.: ил. — Библиогр.: с. 108-109.

2. Трофимова, Таисия Ивановна. Курс физики [Текст]: учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова. — 20-е изд., стер. — Москва: Академия, 2014. — 558 с.: ил. — (Высшее профессиональное образование). — ISBN 9785446806270

3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Савельев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 436 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98245>.

4. Алешкевич, В.А. Курс общей физики. Молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Алешкевич. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2016. — 312 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91145>.

5. Кикоин, Абрам Константинович. Молекулярная физика [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. — Изд. 3-е, стер. — СПб. [и др.]: Лань, 2007. — 480 с.: ил. — (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов. Специальная литература) (Лучшие классические учебники). — ISBN 9785811407378.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань», «Юрайт», «Университетская библиотека ONLINE».

5.2 Дополнительная литература:

1. Трофимова, Таисия Ивановна. Основы физики. Атом, атомное ядро и элементарные частицы [Текст]: [учебное пособие] / Т. И. Трофимова. — М.: КНОРУС, 2011. — 217 с.: ил. — ISBN 9785406011966.

2. Жужа, Михаил Александрович (КубГУ). Молекулярная физика [Текст]: лабораторные работы / М. А. Жужа, Е. Н. Жужа, Г. П. Ильченко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. — Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2014. — 43 с.: ил. — Библиогр.: с. 42.

3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Савельев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/706>.

4. Телеснин, В.Р. Молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Р. Телеснин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2009. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/391>.

5. Гладков, Л.Л. Физика. Практикум по решению задач [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.Л. Гладков, А.О. Зеневич, Ж.П. Лагутина, Т.В. Мацуганова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41013>.

6. Волькенштейн, Валентина Сергеевна. Сборник задач по общему курсу физики [Текст]: для студентов технических вузов / В. С. Волькенштейн. — Изд. 3-е, испр. и доп. — СПб.: Книжный мир: [Профессия], 2008. — 327 с.: ил. — (Специалист). — ISBN 58645723577

7. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Е. Иродов. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 434 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94101>.

8. Савельев, И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Савельев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 292 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71766>.

5.3 Периодические издания:

В библиотеке КубГУ имеются следующие периодические издания по профилю дисциплины:

Биофизика.

В мире науки.

Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.

Журнал прикладной механики и технической физики.

Журнал технической физики.

Известия ВУЗов. Серия: Физика.

Инженерная физика.

Медицинская физика.

Приборы и техника эксперимента.

Успехи физических наук.

Физика. Реферативный журнал. ВИНТИ.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам – URL: <http://window.edu.ru/>.

2. Федеральный образовательный портал – URL: http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm.

3. Каталог научных ресурсов – URL: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>.

4. Большая научная библиотека – URL: <http://www.sci-lib.com/>.

5. Раздел «Молекулярная физика и термодинамика» Естественно-научного образовательного портала – URL: <http://www.en.edu.ru/catalogue/312>.

6. Раздел по молекулярной физике и термодинамике учебно-образовательной физико-математической библиотеки сайта EqWorld – URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/thermodynamics.htm>.

7. Лекции по физике для ВУЗов – URL: <http://physics-lectures.ru/>.

8. Раздел «Термодинамика и статфизика» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам» – URL: http://www.ph4s.ru/book_ph_ob_termo.html.

9. Формулы по молекулярной физике и термодинамике – URL: <http://www.formules.ru/showcat.php?id=6&page=1>.

10. Сайт КубГУ среды модульного динамического обучения Moodle – URL: <http://moodle.kubsu.ru>.

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

В учебной дисциплине предусмотрены лекционные, семинарские и лабораторные занятия. Для достижения высоких результатов обучения студенту необходимо знать приёмы быстрого конспектирования учебного материала и его эффективного запоминания. Информация об этих приёмах имеется в сети Интернет и на сайте Moodle КубГУ.

Для успешного освоения дисциплины «Молекулярная физика» при *самостоятельной работе* студент должен иметь:

- 1) конспект лекций в бумажном или электронном виде;
- 2) учебник (учебное пособие) и сборник задач в соответствии со списком литературы;
- 3) тетради для семинарских занятий и для лабораторных работ.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала, освоению типовых приемов решения задач по физике и приобретению навыков экспериментальной работы.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к учебным занятиям по конспектам и учебной литературе;
- выполнение домашних заданий (решение типовых задач по молекулярной физике и выполнение творческих заданий технической направленности);
- оформление отчетов по результатам лабораторных работ;
- поиск информации по заданной теме в сети Интернет.

Самостоятельное изучение разделов дисциплины

| № темы | Тема или задание текущей работы | Кол-во часов | Форма представления результатов | Сроки выполнения (недели) |
|--------|--|--------------|--|---------------------------|
| 1. | Идеальный газ | 20 | Устный опрос. Тестирование. Защита ЛР. Проверка домашнего задания. Контрольная работа. | 6 |
| 2. | Явления переноса в газах | 7,8 | Устный опрос. Тестирование. Защита ЛР. Проверка домашнего задания. Контрольная работа. | 2 |
| 3. | Термодинамика | 20 | Устный опрос. Тестирование. Защита ЛР. Проверка домашнего задания. Контрольная работа. | 6 |
| 4. | Реальные газы, жидкости и твердые тела | 10 | Устный опрос. Тестирование. Защита ЛР. Проверка домашнего задания. Контрольная работа. | 2 |
| Итого: | | 57,8 | | 16 |

Занятия лекционного типа являются одной из основных форм обучения студентов, во время которых студентам предоставляется возможность ознакомиться с основными научно-теоретическими положениями, проблемами дисциплины, получить необходимое направление и рекомендации для самостоятельной работы с учебниками, учебными пособиями, при подготовке к семинарским занятиям. Лекция является результатом кро-

потливой подготовки преподавателя, изучения и обобщения научной и учебной литературы. Столь же усердной должна быть и подготовка студента накануне лекции, посредством изучения соответствующей учебной литературы, повторения ранее пройденных тем.

Во время лекции следует записать дату ее проведения, тему, план лекции, вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение, отметить новинки учебной и научной литературы, рекомендованные лектором. Студентам рекомендуется конспектировать ее основные положения, не стоит пытаться дословно записать всю лекцию, поскольку скорость лекции не рассчитана на дословное воспроизведение выступления лектора в конспекте, тем не менее она является достаточной для того, чтобы студент смог не только усвоить, но и зафиксировать на бумаге сущность затронутых лектором проблем, выводы, а также узловые моменты, на которые обращается особое внимание в ходе лекции. На лекции студенту рекомендуется иметь на столах помимо конспектов также программу курса, которая будет способствовать развитию мнемонической памяти, возникновению ассоциаций между выступлением лектора и программными вопросами. В случае возникновения у студента по ходу лекции вопросов, их следует задавать сразу же или в конце лекции в специально отведенное для этого время.

ФГОС ВО требует подготовки бакалавров к научно-исследовательской и инновационной видам профессиональной деятельности, а физика является одной из основ научно-технического прогресса. Поэтому для развития творческого мышления, способности к самообразованию и в качестве методики практического применения полученных на лекциях знаний студентам рекомендуется изучение и применение теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). В связи с этим каждая лекция заканчивается творческим ТРИЗ-заданием технической направленности, связанным с лекционным материалом, научными исследованиями или обучением в вузе. Возможные решения ТРИЗ-заданий обсуждаются на очередной лекции или семинарском занятии и отмечаются студенты, предложившие наиболее полные и оригинальные решения. Для выполнения ТРИЗ-заданий студентам необходимо иметь начальные знания о ТРИЗ. Для этого рекомендуется самостоятельно: 1) изучить электронную книгу «Введение в ТРИЗ. Основные понятия и подходы» (<http://www.altshuller.ru/e-books/>); 2) изучить материалы Википедии, начиная со слова «ТРИЗ»; 3) прочесть книги по ТРИЗ из библиотеки КубГУ; 4) посетить соответствующие ТРИЗ-сайты.

Занятия семинарского типа представляют собой одну из важных форм самостоятельной работы студентов. Подготовка к практическим занятиям не может ограничиться слушанием лекций, а предполагает предварительную самостоятельную работу студентов в соответствии с методическими разработками по каждой запланированной теме.

В организации практических занятий реализуется принцип совместной деятельности, сотворчества. Семинар также является важнейшей формой усвоения знаний. В процессе подготовки к семинару закрепляются и уточняются уже известные и осваиваются новые категории. Семинар как развивающая, активная форма учебного процесса способствует выработке самостоятельного мышления студента, формированию информационной культуры.

С точки зрения методики проведения семинар представляет собой комбинированную, интегративную форму учебного занятия. Для подготовки и точного и полного ответа на семинарском занятии студенту необходимо серьезно и основательно подготовиться. Для этого он должен уметь работать с учебной и дополнительной литературой. В конце занятия, после подведения его итогов преподавателем студентам рекомендуется внести изменения в свои конспекты, отметить информацию, прозвучавшую в выступлениях других студентов, дополнения, сделанные преподавателем и не отраженные в конспекте.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

- формирование необходимых профессиональных умений и навыков.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия рабочей программы дисциплины и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

- цель работы;

- предмет и содержание работы;

- порядок (последовательность) выполнения работы;

- общие правила к оформлению работы;

- контрольные вопросы и задания;

- список литературы (по необходимости).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

Сроки выполнения домашних заданий: выполненная домашняя работа (решённые задачи, оформленные отчёты по лабораторным работам) предоставляются для проверки преподавателю на очередном (следующем) учебном занятии.

Успешность освоения студентом учебной дисциплины отражается в его *рейтинге* – сумме баллов, которая формируется в течение семестра по результатам выполнения домашних работ и творческих заданий, тестирования, контрольных работ, устных опросов, внутрисеместровой аттестации, защит лабораторных работ и активности на семинарских занятиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Компьютерное тестирование при текущем контроле.
2. Консультирование посредством электронной почты.
3. Использование электронной презентации на сайте Moodle КубГУ.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Среда модульного динамического обучения Moodle.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронный каталог научной библиотеки КубГУ (<http://212.192.134.46/MegaPro/Web>).
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red).
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com/>).
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<https://www.biblio-online.ru/>).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

| № | Вид работ | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность |
|----|--|--|
| 1. | Лекционные занятия | Аудитория 201с, оснащенная интерактивным проектором и магнитно-маркерной доской. |
| 2. | Семинарские занятия | Аудитория 227с, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской. |
| 3. | Лабораторные занятия | Аудитория 227с, оснащенная оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ. |
| 4. | Групповые (индивидуальные) консультации | Аудитория 227с, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской. |
| 5. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория 227с, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской. |
| 6. | Самостоятельная работа | Аудитория 311с, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет. |

| Учебная лаборатория молекулярной физики ФТФ КубГУ | | | |
|--|--|--------|--|
| Лабораторные занятия по дисциплине «Молекулярная физика» проводятся в специализированной учебной лаборатории молекулярной физики (ауд. 227с), оснащенной лабораторными комплексами ЛКТ и необходимым лабораторным оборудованием. Лабораторные комплексы ЛКТ, выпускаемые ООО «Инновационный центр «Владис» (г. Москва), содержат комплекты для реализации нескольких лабораторных работ, комплекты модулей расширения и автономные специализированные измерительные системы. | Оборудование учебной лаборатории: | Кол-во | |
| | ЛКТ-2. Молекулярная физика и термодинамика. | 1 | |
| | ЛКТ-5. Процессы в газе. | 1 | |
| | ЛКТ-7. Свойства жидкости. | 1 | |
| | ЛКТ-8. Свойства твердого тела. | 1 | |
| | ЛКТ-9. Основы молекулярной физики и термодинамики. | 1 | |
| | ЛКТ-10. Основы молекулярной физики. | 1 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |