

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Общеобразовательные дисциплины»



УТВЕРЖДАЮ
Директор

/Евсиков А.А./
Фамилия И.О.

«28» 06 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

Молекулярная физика и термодинамика

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Медицинская физика»

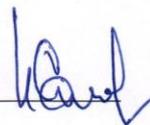
Форма обучения

очная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2020

Преподаватель (преподаватели):
Соловьев В.О., профессор, д.ф.-м.н., кафедра общеобразовательных дисциплин
Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись



Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по
направлению подготовки (специальности) высшего образования
03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Общеобразовательные дисциплины»
(название кафедры)

Протокол заседания № 3 от « 24 » июня 2020 г.

Заведующий кафедрой «Общеобразовательные дисциплины» _____ Сытин А.Н.
(Фамилия И.О., подпись)



СОГЛАСОВАНО

И.о. зав. кафедрой «Техническая физика» _____ Соколов А.А.
(Фамилия И.О., подпись)



Эксперт _____

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность)

Оглавление

<u>1 Цели и задачи освоения дисциплины</u>	4
<u>2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины</u>	4
<u>3 Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата</u>	4
<u>4 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)</u>	5
<u>5 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся</u>	7
<u>6 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий</u>	9
<u>7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины</u>	12
<u>8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения</u>	14
<u>9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)</u>	16
<u>10 Ресурсное обеспечение</u>	17
<u>11 Язык преподавания</u>	18

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Код УЦ ООП	Учебные циклы и проектируемые результаты их освоения	Трудоемкость (зачетные единицы)	Коды формируемых компетенций
Б1. Б.11.2	<p>В результате освоения базовой части цикла студент должен знать теоретические основы, основные понятия, законы и модели молекулярной физики и термодинамики, методы теоретических и экспериментальных исследований в физике.</p> <p>Уметь понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию;</p> <p>Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;</p> <p>Владеть методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации.</p>	5	ОПК-3

Изучение дисциплины «Молекулярная физика и термодинамика», вместе с другими дисциплинами модуля Б1.Б.11 «Общая физика», должно способствовать формированию у студентов современного естественнонаучного мировоззрения – созданию в сознании студентов целостной картины физического мира, вполне отражающей свойства реального мира, освоение ими современного стиля физического мышления, способствовать подготовке студента к изучению дисциплин по профилю «Медицинская физика». Целями освоения дисциплины также являются

- изучение основных физических явлений молекулярной физики и термодинамики, овладение фундаментальными понятиями, законами, теориями молекулярной физики и термодинамики, а также методами физических исследований;
- овладение приемами и методами решения конкретных физических задач молекулярной физики и термодинамики;

- ознакомление с современной научной аппаратурой, формирование навыков проведения физического эксперимента, умение выделять конкретное физическое содержание в фундаментальных и прикладных задачах в будущей деятельности.

2. Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования;
- физические, инженерно-физические, биофизические, химико-физические, медико-физические, природоохранные технологии;
- физическая экспертиза и мониторинг.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Модуль Б1.Б.11 «Общая физика» является базовой частью профессионального цикла. Дисциплина Б1.Б.11.2 «Молекулярная физика и термодинамика» является частью модуля «Общая физика» и относится к базовой части блока дисциплин учебного плана. Приступая к изучению дисциплины «Молекулярная физика и термодинамика», студент должен знать физику в пределах программы средней школы (как минимум – на базовом уровне). Также студент должен владеть знаниями, полученными при изучении дисциплины «Механика» модуля "Общая физика". Математическая подготовка студента предполагает знание элементов высшей математики («Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ»). Входящие компетенции: ОПК-2, ОПК-3, ПК-1.

Полученные при изучении дисциплины «Молекулярная физика и термодинамика» знания необходимы студентам для выполнения лабораторных работ модуля Б1.В.ОД.1 "Общий физический практикум", они также нужны для изучения последующих дисциплин модуля Б1.Б.11 «Общая физика»: «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная физика» и др., для дисциплин модуля Б1.Б.12 «Теоретическая физика», при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенции студента, формируемые в результате освоения дисциплины:

Способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ОПК-3).

Способность использовать специализированные знания для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1).

<p>Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения) (последний – при наличии в карте компетенции)</p>	<p>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</p>
<p><i>ОПК-3 – Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач, I уровень (пороговый)</i></p>	<p><i>Знать</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Уровень знаний, достигнутый современной физикой; – Смысл и обозначения физических величин, используемых для описания явлений; – Способы и методики получения

	<p>значений величин, изучаемых в курсе физики;</p> <p><i>Уметь</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Использовать системы единиц при решении задач по курсу физики; <p><i>Владеть</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Применением соответствующих формул для описания изучаемых физических явлений.
<p><i>ПК-1 – Способность использовать специализированные знания для освоения профильных физических дисциплин.</i></p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Методики постановки опытов в базовых частях разделов физики; – Назначение и принципы действия важнейших физических приборов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Навыками самостоятельного углубления полученных знаний с использованием различных источников.

5. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Контактная работа с преподавателем:	85	85
В том числе: лекции	51	51
В том числе: практические занятия	34	34
Самостоятельная работа	59	59
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен 36	экзамен (36 часов)

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе:	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них ¹	Самостоятельная работа, часы, из

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

(модуля)		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий
----------	--	--------------------	---------------------	----------------------	----------------------	-----	------------------------	-----------------------------	---	-------	-----------------------------

II семестр

Работа по теплоты и теплоемкости. Закон Дальтона.		3		2						5	5
Идеальный газ. Уравнение Клапейрона. Изотермический процесс.		3		2						5	4
Начало термодинамики. Внутренняя энергия. Двигатели.		3		2						5	5
Термодинамические процессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Понятие энтропии. Тепловые машины.		3		2						5	5
Потенциальные энергетические потенциалы и их применение к решению задач термодинамики.		3		2						5	5
Взаимодействие молекул в реальном газе. Константа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия и энтропия реального газа.		3		2						5	5
Переходы Ван-дер-Ваальса и критические точки. Правило Ван-дер-Ваальса.		3		2						5	5
Критические точки и тройная точка. Уравнение Клапейрона-Менделеева.		3		2						5	5
Максвеллово уравнение. Термодинамическая теория. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Формулы давления реального газа. Температура как мера средней кинетической энергии молекулы.		3		2						5	2
Скорость движения молекул по Максвеллу. Средняя квадратичная скорость. Средняя длина свободного пробега.		3		2						5	2
Температурная формула. Уравнение Больцмана.		3		2						5	2
Статистика Больцмана. Уравнение Больцмана для энтропии.		3		2						5	2
Скорость свободного пробега. Коэффициент переноса: диффузия,		3		2						5	2

одность, вязкость.										
ое движение и ие постоянной Авогадро.		3		2					5	2
е черного тела. амика и статистическая		3		2					5	2
жидкостей. Капиллярные Поверхностные явления. насыщенных паров. жидкостей.		3		2					5	4
еская структура твердых ханические напряжения. и. Теплоемкость твердых		3		2					5	2
очная аттестация <u>экзамен</u> <i>тсия форма проведения)**</i>	36									
		51		34					85	

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания к практическим занятиям

Преподаватель на практических занятиях напоминает основные законы физики, относящиеся к данной теме, иллюстрирует их применение разбором 2-3 задач. После этого студенты поочередно решают у доски задачи, пользуясь подсказками товарищей, а в трудных случаях – и преподавателя. Периодически проводятся небольшие письменные самостоятельные работы. Активность студентов оценивается баллами.

Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий

Систематически проводятся коллективные разборы задач, где каждый студент может принять участие в дискуссии. Во время лекционных занятий преподаватель также периодически задает аудитории вопросы по обсуждаемой теме или по темам, пройденным ранее, с целью повысить уровень внимания и оценить степень усвоения материала.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее

Студентам рекомендуется просматривать свои записи лекций в день лекции и перед следующей лекцией, выписывать на полях вопросы, чтобы потом задать их товарищам или преподавателю. Перед очередным практическим занятием рекомендуется решить указанные преподавателем задачи. Особое внимание следует уделять контрольным заданиям, которые готовятся к заданному преподавателем сроку. Они должны быть решены полностью и хорошо оформлены.

8. Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Перечень обязательных видов работы студента

Освоение теоретической части курса происходит в процессе прослушивания лекций и самостоятельной работы студентов по закреплению полученных знаний с использованием конспектов лекций, компьютерных презентаций и учебников по курсу «Молекулярная физика и термодинамика».

Практическая часть курса включает решение, как совместное, так и самостоятельное, задач по дисциплине «Молекулярная физика и термодинамика».

Учебная внеаудиторная деятельность, выполняемая в часы, отведенные студенту для самостоятельной работы, подразумевает следующее:

1. **Подготовка к занятиям** - систематическая самостоятельная работа, состоящая из разбора материала лекций и выполнения домашних заданий, как тренировочных, так и контрольных. Своевременно должна проводиться подготовка к лабораторным работам, тестированию и т.п.
2. **Выполнение домашних заданий** относится к категории работ по подготовке к занятиям и включает задания, выдаваемые в ходе практических занятий для организации усвоения и текущего контроля результатов обучения (студент получает задание на дом, которое нужно выполнить, как правило, к следующему аудиторному занятию). Домашние задания выполняются в тетради или на отдельном листе.
3. **Выполнение самостоятельных работ** в течение семестра студенты самостоятельно письменно выполняют две работы, состоящие из решения задач по темам курса. Все задания являются индивидуальными.

Самостоятельная работа студентов обеспечена следующими материалами:

- календарным планом занятий;
- перечнем вопросов, заданных для самостоятельного изучения, вместе с перечнем рекомендуемой литературы;
- учебно-методическими материалами по основным разделам дисциплины как в печатной (находятся в библиотеке), так и в электронной форме (передаются преподавателем).

Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий ²	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
II семестр	Практические занятия	Коллективное обсуждение и решение задач	7
Всего:			7

9. Фонд оценочных средств

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ОПК-3 - Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач способностью обосновывать принимаемые проектные решения,

² Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

Полная карта компетенции ОПК-3 приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 03.03.02 «Физика».

Планируемые результаты обучения (показатели освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения			
	1	2	3	4
Знать: базовые разделы общей и теоретической физики: основные понятия, модели, законы и теории. Код 31 (ОПК-3)	Отсутствие знаний	Не знает базовые разделы общей и теоретической физики: основные понятия, модели, законы и теории.	Имеет представление о базовых разделах общей и теоретической физики: основных понятиях, моделях, законах и теориях, но допускает неточности в формулировках.	Знает базовые разделы общей и теоретической физики: основные понятия, модели, законы и теории.
Знать: теоретические и методологические основы общей и теоретической физики и способы их использования при решении конкретных физических задач. Код 32 (ОПК-3)	Отсутствие знаний	Не знает и не имеет общего представления о теоретических и методологических основах общей и теоретической физики.	Имеет общее представление о теоретических и методологических основах общей и теоретической физики, может предложить отдельные примеры их использования при решении задач профессиональной деятельности.	Имеет представление о взаимосвязи теоретических и методологических основ общей и теоретической физики, может предложить примеры их использования в различных областях физики.
Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам общей и теоретической физики; применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий. Код У1 (ОПК-3)	Отсутствие умений	Не умеет решать типовые задачи из базовых разделов общей и теоретической физики; применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.	Умеет решать типовые задачи из базовых разделов общей и теоретической физики, но допускает отдельные ошибки. Частично умеет применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.	Умеет решать типовые задачи из базовых разделов общей и теоретической физики, комбинируя знания из различных разделов общей и теоретической физики. В целом умеет применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.
Уметь: применять полученные теоретические знания для самостоятельного решения задач	Отсутствие умений	Не умеет осваивать теоретический материал из отдельных специальных разделов	Умеет осваивать теоретический материал из отдельных специальных разделов	Способен самостоятельно осваивать теоретический материал из отдельных специальных разделов, применяя полученные знания для решения задач.

<p>освоения специальных разделов общей и теоретической физики, необходимых в профессиональной деятельности;</p> <p>определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;</p> <p>применять знания базовых дисциплин по общей и теоретической физике для анализа и обработки результатов физических экспериментов.</p> <p>Код У2 (ОПК-3)</p>		<p>общей и теоретической физики. Не умеет использовать стандартные методики обработки результатов физических экспериментов.</p>	<p>общей и теоретической физики под руководством специалиста более высокой категории. Умеет использовать стандартные методики обработки результатов физических экспериментов, рекомендованные специалистом более высокой категории.</p>	<p>отдельных разделов теоретической физики, но допускает ошибки при применении профессиональных знаний для оценивать применимость стандартных методов анализа и обработки результатов экспериментов в отдельных случаях.</p>
<p>Владеть:</p> <p>навыками самостоятельной работы с учебной литературой по базовым разделам общей и теоретической физики;</p> <p>основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов общей и теоретической физики;</p> <p>навыками решения базовых задач по общей и теоретической физике;</p> <p>основными методами научных исследований;</p> <p>навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента.</p> <p>Код В1 (ОПК-3)</p>	<p>Отсутствие владения</p>	<p>Не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов общей и теоретической физики; навыками самостоятельной работы с учебной литературой; навыками решения базовых задач по общей и теоретической физике; основными методами научных исследований; навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента.</p>	<p>Недостаточно владеет методами решения базовых задач по общей и теоретической физике; владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по базовым разделам общей и теоретической физики, в целом; плохо ориентируется в учебной литературе по общей и теоретической физике; недостаточно владеет навыками библиографического поиска; фрагментарное применение основных методов научных исследований, навыков проведения физического (лабораторного) эксперимента.</p>	<p>Хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых разделов теоретической физики; навыками решения базовых задач по общей и теоретической физике; владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по разделам теоретической физики; хорошо ориентируется в литературе по физике; успешно решает задачи, содержащие пробелы по основным методам научных исследований; владеет навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента.</p>

Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических задач. Код В2 (ОПК-3)	Отсутствие владения	Не владеет навыками использования теоретических основ базовых разделов общей и теоретической физики при решении конкретных физических и смежных задач.	Способен предложить примеры использования теоретических представлений отдельных разделов общей и теоретической физики для решения задач профессиональной деятельности.	Владеет на примени теоретичес из базовых общей и те физики при интерпрета результато взятой обла смежных д но допуска неточности

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

График выполнения самостоятельных работ студентами во II семестре

- самостоятельная работа ПР2-1;
- самостоятельная работа ПР2-2.

Обозначение	№ раздела дисциплины	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
ПР-2-1	1-2	Решение задач	29
ПР-2-2	3-5	Решение задач	30

График выполнения контрольных работ студентами

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2-1	ВЗ				33												
ПР-2-2						ВЗ							33				

ВЗ – выдача задания

33 – защита задания

- Описание шкал оценивания.

Балльно-рейтинговая система

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля во II семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение II семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	19
2	Выполнение контрольной работы ПР-2-1	17
3	Выполнение контрольной работы ПР-2-2	17
4	Аудиторные занятия (посещение)	17
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе:	
61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Примеры задач из Задания 1

5.25. В закрытом сосуде объемом $V=1$ м³ находится масса $m_1=1,6$ кг кислорода и масса $m_2=0,9$ кг воды. Найти давление p в сосуде при температуре $t=500$ °С, зная, что при этой температуре вся вода превращается в пар.

5.26. В сосуде 1 объемом $V_1=3$ л находится газ под давлением $p_1=0,2$ МПа. В сосуде 2 объемом $V_2=4$ л находится тот же газ под давлением $p_2=0,1$ МПа. Температуры газа в обоих сосудах одинаковы. Под каким давлением p будет находиться газ, если соединить сосуды 1 и 2 трубкой?

5.27. В сосуде объемом $V=2$ л находятся масса $m_1=6$ г углекислого газа (CO_2) и масса m_2 закиси азота (N_2O) при температуре $t=127$ °С. Найти давление p смеси в сосуде.

5.28. В сосуде находятся масса $m_1=14$ г азота и масса $m_2=9$ г водорода при температуре $t=10$ °С и давлении $p=1$ МПа. Найти молярную массу μ смеси и объем V сосуда.

5.29. Закрытый сосуд объемом $V=2$ л наполнен воздухом при нормальных условиях. В сосуд вводится диэтиловый эфир ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$). После того как весь эфир испарился, давление в сосуде стало равным $p=0,14$ МПа. Какая масса m эфира была введена в сосуд?

5.30. В сосуде объемом $V=0,5$ л находится масса $m=1$ г пароводяного йода (I_2). При температуре $t=1000$ °С давление в сосуде $p_i=93,3$ кПа. Найти степень диссоциации α молекул йода на атомы. Молярная масса молекул йода $\mu=0,254$ кг/моль.

5.31. В сосуде находится углекислый газ. При некоторой температуре степень диссоциации молекул углекислого газа на кислород и окись углерода $\alpha=0,25$. Во сколько раз давление в сосуде при этих условиях будет больше того давления, которое имело бы место, если бы молекулы углекислого газа не были диссоциированы?

5.32. В воздухе содержится 23,6% кислорода и 76,4% азота (по массе) при давлении $p=100$ кПа и температуре $t=13$ °С. Найти плотность ρ воздуха и парциальные давления p_1 и p_2 кислорода и азота.

Примеры задач из Задания 2

6.22. Какому давлению необходимо подвергнуть углекислый газ при $T=300$ К, чтобы его плотность оказалась равной $\rho=500$ г/л? Расчет провести как для идеального газа, так и для ван-дер-ваальсовского.

6.23. Один моль азота находится в объеме $V=1,00$ л. Найти:
а) температуру азота, при которой погрешность в давлении, определяемом уравнением состояния идеального газа, составляет $\eta=10\%$ (по сравнению с давлением ван-дер-ваальсовского газа);
б) давление газа при этой температуре.

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

Вопросы по дисциплине «Молекулярная физика и термодинамика» для экзамена

1. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие. Температура. Интенсивные и экстенсивные параметры.
2. Количество теплоты. Теплоемкость тела. Удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса.
3. Агрегатное состояние вещества. Удельная теплота плавления. Удельная теплота парообразования.
4. Газовые законы. Идеальный газ. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
5. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия вещества.
6. Число Авогадро. Количество вещества. Молярные теплоемкости.
7. Опыт Гей-Люссака. Внутренняя энергия идеального газа.
8. Адиабатический процесс и уравнение адиабаты.
9. Политропа и ее уравнение.
10. Второе начало термодинамики. Энтропия. Демон Максвелла.
11. Вычисление энтропии идеального газа.
12. Тепловые двигатели и их КПД.
13. Цикл Карно. Вычисление КПД цикла Карно для идеального газа.
14. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
15. Вычисление внутренней энергии и энтропии для газа Ван-дер-Ваальса.
16. Вычисление КПД цикла Карно для газа Ван-дер-Ваальса.
17. Изотермы уравнения Ван-дер-Ваальса и фазовые превращения жидкость-газ. Правило Максвелла. Правило рычага.
18. Критические параметры. Тройная точка.
19. Поверхностное натяжение жидкостей. Коэффициент поверхностного натяжения.
20. Давление под выпуклой и вогнутой поверхностями. Капиллярные явления. Угол смачивания.
21. Термодинамические потенциалы: энтальпия, свободная энергия потенциал Гиббса. Термодинамические соотношения.
22. Эффект Джоуля-Томсона и сжижение газов.
23. Микроскопическая теория теплоты. Вывод формулы давления идеального газа.
24. Температура как средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Молярные теплоемкости идеальных газов.

25. Вывод формулы распределения молекул по скоростям. Средняя квадратичная, наиболее вероятная и средняя по модулю скорости.
26. Формула Больцмана для распределения числа молекул по высоте при постоянной температуре.
27. Длина свободного пробега молекулы и число столкновений. Эффективный диаметр молекулы.
28. Вязкость газов. Вычисление коэффициента вязкости.
29. Теплопроводность газов. Вычисление коэффициента теплопроводности.
30. Диффузия в газах. Вычисление коэффициента диффузии.
31. Химический потенциал
32. Теорема Нернста (третье начало термодинамики)
33. Термодинамика фотонного газа. Распределение Планка.
34. Фазовое пространство. Микросостояния и макросостояния.
35. Термодинамическая вероятность и формула Больцмана для энтропии.
36. Броуновское движение. Опыт Перрена и определение постоянной Авогадро.
37. Камера Вильсона.
38. Пузырьковая камера.
39. Статистическая теория флуктуаций.
40. Кристаллическое строение твердых тел. Дефекты кристаллической решетки.
41. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти.
42. Сравнение статистик Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна и Максвелла-Больцмана.
43. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
44. Тепловая смерть Вселенной.

Методические указания и материалы по видам занятий

Методические рекомендации преподавателю

В рамках дисциплины "Молекулярная физика и термодинамика" необходимо познакомить студентов с двумя принципиально разными подходами к физике вещества: макроскопическим и микроскопическим. Макроскопический подход использует механику сплошной среды и термодинамику, что позволяет анализировать широкий круг явлений в газах, жидкостях и твердых телах, включая такие сложные как фазовые переходы, поверхностные явления, распространение волн в разных средах. Необходимо подчеркивать абсолютно общий характер законов термодинамики. Микроскопический подход использует математический аппарат, который студенты еще не изучали. Поэтому требуется уделять особое внимание разъяснению основных понятий теории вероятностей (вероятность, функция распределения).

Методические указания студентам

Активное освоение курса "Молекулярная физика и термодинамика" предполагает, кроме посещения и конспектирования лекций и активной работы на семинарах, существенный объем самостоятельной работы студента с рекомендованной литературой. Поскольку студенты одновременно выполняют лабораторные работы в курсе "Общий физический практикум" им зачастую необходимо при подготовке к лабораторной работе с опережением лекционного курса самостоятельно осваивать ряд тем по книгам. Глубина освоения курса проверяется не только преподавателем, но и самим студентом при решении задач на семинарских занятиях, а также при выполнении домашних заданий. Эта проверка также адресует студента к книгам и конспектам. Очень полезны совместные обсуждения задач и лабораторных работ с товарищами.

10. Ресурсное обеспечение

• Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики : Учебное пособие для вузов в 5 т. Т.2 : Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. - 6-е изд., стер. - Москва : Физматлит, 2017. - 544с. : ил. - ISBN 978-5-9221-1514-8
2. Кузнецов, С.И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика : учеб. пособие / С.И. Кузнецов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014. — 248 с. - ISBN 978-5-9558-0317-3 (Вузовский учебник); ISBN 978-5-16-006894-7 (ИНФРА-М). - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=149547> (дата обращения: 08.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Дополнительная учебная литература

1. Кикоин, А.И. Молекулярная физика / А.И. Кикоин, И.К. Кикоин ; ред. В.А. Григорова. – Изд. 2-е, переработанное. – Москва : Наука, 1976. – 478 с. : ил. – (Общий курс физики) - ISBN 978-5-4475-8020-9. – Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437547> (дата обращения: 09.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.
2. Прошкин, С. С. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Сборник задач : учебное пособие для вузов / С. С. Прошкин, В. А. Самолетов, Н. В. Ниженский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 467 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04772-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/453302> (дата обращения: 08.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике : Учебное пособие / И. Е. Иродов. - 15-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2018. - 416с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0319-6.

• Периодические издания

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики: / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН; гл. ред. акад. Андреев А.Ф. - М.: ФГБУ «Российская академия наук». – Журнал выходит 1 раз в мес. - Основан в 1931 году. - ISSN 0044-4510. – Текст : электронный. Полные тексты статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8682
2. Медицинская физика: научно-техническое издание / Учредитель: Ассоциация медицинских физиков России; гл. ред. Наркевич Б.Я, д.т.н., проф., в.н.с. – М.: Ассоциация медицинских физиков России. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1995 году. – ISSN: 1810-200X. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=42372751>
3. Ядерная физика: научный журнал / Учредитель: Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова НИЦ "Курчатовский институт"; гл. ред.: Далькаров О.Д. – М.: ООО «ИКЦ «Академкнига». – Журнал выходит 6 раз в год. - Журнал основан в 1965 году. - ISSN 0044-0027. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8304
4. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный областной университет; гл. ред. Бугаев А.С. – М.:МГОУ. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1998 году - ISSN 2310-7251. – Текст : электронный. – Полные электронные версии

статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»:
https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**
Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (ПУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
5. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXPonenta.ru <http://exponenta.ru/>
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения практических занятий используются мультимедиа-материалы (презентации, слайды, учебные видеофильмы и т.д.), в связи, с чем требуется оборудование зала видеопроектором, компьютером или ноутбуком, а также аудиоаппаратурой. Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open Office).

11. Язык преподавания

Русский.

