

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
Институт электронных и информационных систем

---

Кафедра общей и экспериментальной физики

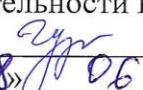
УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭИС

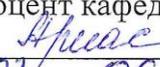
  
В.А.Шульцев  
«18» 06 2024 г.

Рабочая программа  
учебной дисциплины  
**Молекулярная физика и термодинамика**

по направлению подготовки  
03.03.02 Физика Направленность (профиль) Фундаментальная физика

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения  
деятельности ИЭИС  
  
И.Н.Гуркова  
«18» 06 2024 г.

Разработал  
Доцент кафедры ОЭФ  
  
Е.А.Ариас  
«03» 06 2024 г.

Принято на заседании кафедры  
Протокол  
№ 8 от «04» 06 2024 г.

И.о. заведующего кафедрой  
  
Е.А.Ариас  
«04» 06 2024 г.

## 1 Цели и задачи учебной дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование компетентности студентов в области изучения фундаментальных законов природы и основных законов молекулярной физики и термодинамики, способствующей становлению навыков научно-исследовательской деятельности.

Задачи освоения дисциплины:

- a) Владение методами физического исследования и умением оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;
- b) Формирование научного мировоззрения и современного физического мышления;
- c) Владение приемами и методами решения конкретных задач из области молекулярной физики и термодинамики;
- d) Ознакомление с современной научной аппаратурой, формирование навыков проведения физического эксперимента;
- e) Формирование умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Молекулярная физика и термодинамика» относится к обязательной части учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки (специальности) 03.03.02 Физика и направленности (профилю) Фундаментальная физика (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин: «Основы физики», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», Практика учебная по решению элементарных задач», «Механика».

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин: «Физический практикум «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная и ядерная физика», «Теоретическая физика. Статистическая физика», «Методика преподавания физики», «История и методология физики», «Практика учебная по решению задач».

## 3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

*Общепрофессиональные компетенции:*

ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

*Профессиональные компетенции:*

ПК-6 Способен решать задачи разного вида (качественные, количественные, экспериментальные) и использовать их в преподавании физики в учебных заведениях разного вида.

Результаты освоения учебной дисциплины:

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)
--------------------------------	--

ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	Знать основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии;	Уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования;	Владеть навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности
ПК-6 Способен решать задачи разного вида (качественные, количественные, экспериментальные) и использовать их в преподавании физики в учебных заведениях разного вида.	Знать структуру задач разного вида и разные подходы к решению задач;	Уметь решать физические задачи и использовать решения для углубленного понимания законов физики;	Владеть методами объяснения решений задач для учащихся разных учебных заведений и разного уровня подготовки

#### 4 Структура и содержание учебной дисциплины

##### 4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения:

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		3 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	77	77
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	103	103
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен)	Экзамен	Экзамен

##### 4.2 Содержание учебной дисциплины

###### Раздел 1. Описание состояния макроскопических систем

1.1 Понятие о макроскопической системе. Макроскопическое и микроскопическое описание макроскопических систем

1.2 Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества

1.3 Атомы и молекулы. Размеры и масса атомов и молекул. Молярная масса. Число Авогадро

###### Раздел 2. Идеальный газ и его свойства

2.1 Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов

2.2 Газовые законы. Уравнение Менделеева – Клапейрона. Закон Дальтона

2.3 Температура. Эмпирические температурные шкалы. Реперные точки. Абсолютная температура

###### Раздел 3. Первое начало термодинамики

3.1 Понятие о работе. Работа идеального газа в изопроцессах

3.2 Понятие о внутренней энергии. Количество теплоты. Теплоемкость

3.3 Первое начало термодинамики и его различные формулировки. Применение первого начала термодинамики

###### Раздел 4. Статистическое описание макроскопических систем

4.1 Понятие о вероятности. Распределение молекул идеального газа по скоростям и его свойства

4.2 Применение распределения Максвелла для описания состояния идеальных газов

4.3 Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.

Распределение Больцмана

### Раздел 5. Второе начало термодинамики

5.1 Направление процессов в природе. Различные формулировки второго начала термодинамики

5.2 Циклические тепловые двигатели. Идеальный тепловой двигатель

5.3 Понятие об энтропии. Определение изменения энтропии в различных процессах.

Третье начало термодинамики

### Раздел 6. Явления переноса

6.1 Вязкость жидкостей и газов. Уравнение Ньютона. Коэффициент вязкости

6.2 Диффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии

6.3 Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности

### Раздел 7. Свойства жидкостей

7.1 Ближний порядок. Текучесть жидкостей. Тепловое расширение жидкостей

7.2 Поверхностный слой жидкости. Коэффициент поверхностного натяжения

7.3 Капиллярные явления. Давление Лапласа. Смачивание и несмачивание

### Раздел 8. Тепловые свойства твердых тел

8.1 Дальний порядок. Кристаллы. Кристаллическая решетка

8.2 Тепловое расширение твердых тел

8.3 Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Модель Эйнштейна. Модель

Дебая.

## 4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

### Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)				Внеауд. СРС (в АЧ)	Форма текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС		
		Лек	ПЗ	ЛР			
<b>1</b>	<b>Описание состояния макроскопических систем</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		<b>2</b>	<b>12</b>	<b>Контрольная работа №1</b>
1.1	Понятие о макроскопической системе. Макроскопическое и микроскопическое описание макроскопических систем	1	0		1	4	
1.2	Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества	2	2		1	4	
1.3	Атомы и молекулы. Размеры и масса атомов и молекул. Молярная масса. Число Авогадро	1	3		0	4	
<b>2</b>	<b>Идеальный газ и его свойства</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		<b>2</b>	<b>13</b>	<b>Контрольная работа №1</b>
2.1	Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов	2	2		1	5	
2.2	Газовые законы. Уравнение Менделеева – Клапейрона. Закон Дальтона	1	2		1	4	

2.3	Температура. Эмпирические температурные шкалы. Реперные точки. Абсолютная температура	1	1		0		4	
<b>3</b>	<b>Первое начало термодинамики</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		<b>2</b>		<b>13</b>	<b>Контрольная работа №2</b>
3.1	Понятие о работе. Работа идеального газа в изопроцессах	1	2		1		5	
3.2	Понятие о внутренней энергии. Количество теплоты. Теплоемкость	1	1		1		4	
3.3	Первое начало термодинамики и его различные формулировки. Применение первого начала термодинамики	2	2		0		4	
<b>4</b>	<b>Статистическое описание макроскопических систем</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		<b>2</b>		<b>13</b>	<b>Контрольная работа №3</b>
4.1	Понятие о вероятности. Распределение молекул идеального газа по скоростям и его свойства	2	2		1		4	
4.2	Применение распределения Максвелла для описания состояния идеальных газов	1	2		0		4	
4.3	Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Распределение Больцмана	2	1		1		5	
<b>5</b>	<b>Второе начало термодинамики</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		<b>1</b>		<b>13</b>	<b>Контрольная работа №3</b>
5.1	Направление процессов в природе. Различные формулировки второго начала термодинамики	2	1		1		5	
5.2	Циклические тепловые двигатели. Идеальный тепловой двигатель	2	2		0		5	
5.3	Понятие об энтропии. Определение изменения энтропии в различных процессах. Третье начало термодинамики	1	2		0		3	
<b>6</b>	<b>Явления переноса</b>	<b>5</b>	<b>6</b>		<b>1</b>		<b>13</b>	<b>Контрольная работа №4</b>
6.1	Диффузия. Закон Фика. Коэффициент диффузии	2	2		1		5	
6.2	Вязкость жидкостей и газов. Уравнение Ньютона. Коэффициент вязкости	2	2		0		4	
6.3	Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности	1	2		0		4	

<b>7</b>	<b>Свойства жидкостей</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>1</b>		<b>13</b>	<b>Коллоквиум №1</b>
7.1	Ближний порядок. Текучесть жидкостей. Тепловое расширение жидкостей.	1	2		1		4	
7.2	Поверхностный слой жидкости. Коэффициент поверхностного натяжения	2	2		0		5	
7.3	Капиллярные явления. Давление Лапласа. Смачивание и не смачивание	1	2		0		4	
<b>8</b>	<b>Тепловые свойства твердых тел</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		<b>1</b>		<b>13</b>	<b>Коллоквиум №2</b>
8.1	Дальний порядок. Кристаллы. Кристаллическая решетка	1	1		1		5	
8.2	Тепловое расширение твердых тел.	1	2		0		5	
8.3	Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Модель Эйнштейна. Модель Дебая	2	2		0		3	
	<b>Промежуточная аттестация</b>						36	<b>Экзамен</b>
	<b>Итого</b>	<b>35</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>12</b>		<b>36</b>	<b>103</b>

#### 4.4. Лабораторные работы, курсовые работы и курсовые проекты

##### 4.4.1. Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

##### 4.4.2. Примерные темы курсовых работ и курсовых проектов

Курсовые работы и курсовые проекты не предусмотрены учебным планом

### 5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

#### Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Описание состояния макроскопических систем (Лекция классического типа)	4
2.	Идеальный газ и его свойства (Лекция классического типа)	4
3.	Первое начало термодинамики (Лекция классического типа)	4
4.	Статистическое описание макроскопических систем (Лекция классического типа)	5
5.	Второе начало термодинамики (Лекция классического типа)	5
6.	Явления переноса (Лекция классического типа)	5
7.	Свойства жидкостей (Лекция классического типа)	4
8.	Тепловые свойства твердых тел (Лекция классического типа)	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>35</b>

#### Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
---	--	-------------------

1.	Описание состояния макроскопических систем (Решение задач)	5
2.	Идеальный газ и его свойства (Решение задач)	5
3.	Первое начало термодинамики (Решение задач)	5
4.	Статистическое описание макроскопических систем (Решение задач)	5
5.	Второе начало термодинамики (Решение задач)	5
6.	Явления переноса (Решение задач)	6
7.	Свойства жидкостей (Решение задач)	6
8.	Тепловые свойства твердых тел (Решение задач)	5
	ИТОГО	42

## 6 Фонд оценочных средств дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в приложении А.

## 7 Условия освоения учебной дисциплины

### 7.1. Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины представлено в Приложении Б.

### 7.2. Материально-техническое обеспечение

#### Материально-техническое обеспечение дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения	
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
2	Мультимедийное оборудование	проектор, компьютер, экран	
3.	Программное обеспечение	Microsoft Windows 7 Professional	Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212 от 30.04.2015
		Microsoft Windows 10 for Educational Use	Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212 от 30.04.2015
		Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard	Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212 от 19.12.18
		"Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Education Renewal. 250-499 Node 1 year License" /1 год *	Договор №294/ЕП(У)25-ВБ 13.09.2023
		Антиплагиат. Вуз.*	Договор №05//ЕП(У)24-ВБ 18.01.2024
		Подписка Microsoft Office 365	свободно распространяемое для вузов
		Adobe Acrobat	свободно распространяемое
		Teams	свободно распространяемое
		Skype	свободно распространяемое
		Zoom	свободно распространяемое

\* отечественное производство

Приложение А  
(обязательное)

**Фонд оценочных средств  
учебной дисциплины Молекулярная физика и термодинамика**

**1 Структура фонда оценочных средств**

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть — общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть — фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

**2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации**

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Контрольная работа 1	1. Описание состояния макроскопических систем 2. Идеальный газ и его свойства	40	ОПК-1; ПК-6
2.	Контрольная работа 2	3. Первое начало термодинамики	40	ОПК-1; ПК-6
3.	Контрольная работа 3	4. Статистическое описание макроскопических систем 5. Второе начало термодинамики	40	ОПК-1; ПК-6
4.	Контрольная работа 4	6. Явления переноса	40	ОПК-1; ПК-6
5.	Коллоквиум 1	7. Свойства жидкостей	45	ОПК-1; ПК-6
6.	Коллоквиум 2	8. Тепловые свойства твердых тел	45	ОПК-1; ПК-6
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	ОПК-1; ПК-6
	<b>ИТОГО</b>		<b>300</b>	

**3 Рекомендации к использованию оценочных средств**

Таблица А.2 – Контрольная работа 1,2,3,4.

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
1) Верно записано краткое условие задачи;	5 задач в каждой контрольной работе
2) Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом;	
3) Выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ.	

## Образцы для задач к контрольным работам

### Задачи для подготовки к контрольной работе №1

1. Сосуд емкостью  $V = 0,01 \text{ м}^3$  содержит азот массой  $m_1 = 7 \text{ г}$  и водород массой  $m_2 = 1 \text{ г}$  при температуре  $T = 280 \text{ К}$ . Определить давление  $P$  смеси газов.
2. Два сосуда одинаковой емкости содержат кислород. В одном сосуде давление  $p_1 = 1 \text{ МПа}$  и температура  $T_1 = 400 \text{ К}$ , в другом  $p_2 = 1,5 \text{ МПа}$ ,  $T_2 = 250 \text{ К}$ . Сосуды соединили трубкой и охладили находящийся в них кислород до температуры  $T = 300 \text{ К}$ . Определить установившееся давление  $P$  в сосудах.
3. Баллон емкостью  $V = 15 \text{ л}$  содержит смесь водорода и азота при температуре  $T = 300 \text{ К}$  и давлении  $p = 1,23 \text{ МПа}$ . Масса смеси  $m = 145 \text{ г}$ . Определить массу  $m_1$  водорода и массу  $m_2$  азота.
4. Определить массу  $m_1$  одной молекулы сероуглерода  $\text{CS}_2$ . Принимая, что молекулы в жидкости имеют шарообразную форму и расположены вплотную друг к другу, определить диаметр  $d$  молекулы.
5. Найти плотность  $\rho$  газовой смеси, состоящей по массе из одной части водорода и восьми частей кислорода при давлении  $p = 0,1 \text{ МПа}$  и температуре  $T = 290 \text{ К}$ .
6. В баллоне емкостью  $V = 20 \text{ л}$  находится аргон под давлением  $p_1 = 800 \text{ кПа}$  и температуре  $T_1 = 325 \text{ К}$ . Когда из баллона было взято некоторое количество аргона, давление в баллоне понизилось до  $p_2 = 600 \text{ кПа}$ , а температура установилась  $T_2 = 300 \text{ К}$ . Определить массу  $m$  аргона, взятого из баллона.
7. В баллоне емкостью  $V = 11,2 \text{ л}$  находится водород при нормальных условиях. После того как в баллон было дополнительно введено некоторое количество гелия, давление в баллоне возросло до  $p = 0,15 \text{ МПа}$ , а температура не изменилась. Определить массу гелия, введенного в баллон.
8. Вычислить плотность  $\rho$  кислорода, находящегося в баллоне под давлением  $p = 1 \text{ МПа}$  при температуре  $T = 300 \text{ К}$ .
9. Газовая смесь, состоящая из кислорода и азота, находится в баллоне под давлением  $p = 1 \text{ МПа}$ . Считая, что масса кислорода составляет 20% от массы смеси, определить парциальные давления  $p_1$  и  $p_2$  отдельных газов.
10. Баллон емкостью  $V = 40 \text{ л}$  заполнен азотом. Температура азота  $T = 300 \text{ К}$ . Когда часть азота израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 400 \text{ кПа}$ . Определить массу  $\Delta m$  израсходованного азота. Процесс считать изотермическим.
11. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой пылинки  $m = 10^{-10} \text{ г}$ . Температура газа  $T = 293 \text{ К}$ . Определить средние квадратичные скорости  $\langle g_{кв} \rangle$ , а также средние кинетические энергии  $\langle \omega_{пост} \rangle$  поступательного движения молекул азота и пылинок.
12. Удельные теплоемкости некоторого газа:  $c_v = 10,4 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$  и  $c_p = 14,6 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ . Определить киломолярные теплоемкости.
13. Баллон емкостью  $V = 10 \text{ л}$  содержит азот массой  $m = 1 \text{ г}$ . Определить среднюю длину свободного пробега молекул.

14. Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа, плотность которого при давлении 750 мм рт. ст. равна  $8,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ . Чему равна молярная масса этого газа, если значение плотности дано для температуры  $17^\circ\text{C}$ ?

15. Найти диаметр  $d$  молекул водорода, если для водорода при нормальных условиях длина свободного пробега молекул  $\langle l \rangle = 112 \text{ нм}$ .

### Задачи для подготовки к контрольной работе №2

1. Газ занимает объем  $V = 1 \text{ л}$  под давлением  $p = 0,2 \text{ МПа}$ . Определить кинетическую энергию поступательного движения всех молекул, находящихся в данном объеме.

2. Некоторый газ находится при температуре  $T = 350 \text{ К}$  в баллоне емкостью  $V = 100 \text{ л}$  под давлением  $p = 0,2 \text{ МПа}$ . Теплоемкость этого газа при постоянном объеме  $C = 140 \text{ Дж/К}$ . Определить отношение теплоемкостей  $C_p / C_v$ .

3. Определить среднее число соударений  $\langle z \rangle$  в секунду молекулы водорода при температуре  $T = 300 \text{ К}$  и давлении  $p = 10^{-3} \text{ мм.рт.ст.}$ .

4. Сосуд емкостью  $V = 4 \text{ л}$  содержит  $m = 0,6 \text{ г}$  некоторого газа под давлением  $p = 0,2 \text{ МПа}$ . Определить среднюю квадратичную скорость молекул газа.

20. Вычислить теплоемкость при постоянном объеме двухатомного газа, заключенного в сосуд  $V = 10 \text{ л}$  при нормальных условиях.

5. В закрытом сосуде объемом 10 л находится воздух при давлении  $0,1 \text{ МПа}$ . Какое количество теплоты надо сообщить воздуху, чтобы повысить давление в сосуде в 5 раз?

6. При изотермическом расширении одного моля водорода, имевшего температуру  $T = 300 \text{ К}$ , затрачена теплота  $Q = 2 \text{ кДж}$ . Во сколько раз увеличился объем газа?

7. В цилиндре под поршнем находится азот массой  $m = 20 \text{ г}$ . Газ был нагрет от температуры  $T_1 = 300 \text{ К}$  до температуры  $T_2 = 450 \text{ К}$  при постоянном давлении. Определить теплоту  $Q$ , переданную газу, совершенную газом работу  $A$  и приращение  $\Delta U$  внутренней энергии.

8. При адиабатическом сжатии кислорода массой  $m = 1 \text{ кг}$  совершена работа  $A = 100 \text{ кДж}$ . Какова конечная температура  $T_2$  газа, если до сжатия кислород находился при температуре  $T_1 = 300 \text{ К}$ ?

9. Азот находится в закрытом сосуде объемом 3 л при температуре  $27^\circ\text{C}$  и давлении  $0,3 \text{ МПа}$ . После нагревания давление в сосуде повысилось до  $2,5 \text{ МПа}$ . Определить: 1). температуру азота после нагревания; 2). количество теплоты, сообщенное азоту.

10. При изотермическом расширении водорода массой  $m = 1 \text{ г}$  объем газа  $V$  увеличился в два раза. Определить работу  $A$  расширения, совершенную газом, если температура газа  $T = 300 \text{ К}$ . Определить теплоту  $Q$ , переданную при этом газу.

11. Из баллона, содержащего водород под давлением  $p_1 = 1 \text{ МПа}$  при температуре  $T_1 = 200 \text{ К}$ , выпустили половину находившегося в нем газа. Считая процесс адиабатическим, определить конечные температуру  $T_2$  и давление  $p_2$ .

12. При изотермическом расширении  $2 \text{ м}^3$  газа давление его меняется от  $p_1 = 0,5 \text{ МПа}$  до  $p_2 = 0,4 \text{ МПа}$ . Найти совершенную при этом работу.

13. Гелий находится в закрытом сосуде объемом 2 л при температуре  $20^\circ\text{C}$  и давлении  $0,1 \text{ МПа}$ . 1). Какое количество теплоты надо сообщить гелию, чтобы повысить его температуру на  $100^\circ\text{C}$ ? 2). Какова будет средняя квадратичная скорость его молекул

при новой температуре? 3). Какое установится давление? 4). Какова будет плотность гелия?  
5). Какова будет энергия теплового движения его молекул?

14. Для нагревания некоторой массы газа на  $50^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении необходимо затратить 160 кал. Если эту же массу газа охладить на  $100^{\circ}\text{C}$  при постоянном объеме, то выделяется 240 кал. Какое число степеней свободы имеют молекулы этого газа?

15. Газ занимает объем 4 л под давлением 500 Па. Определить суммарную кинетическую энергию поступательного движения молекул.

### Задачи для подготовки к контрольной работе №3

1. Газ совершает цикл Карно. Работа изотермического расширения газа  $A = 5 \text{ Дж}$ . Определить работу изотермического сжатия, если термический к. п. д. цикла  $\eta = 0,2$ .

2. Совершая цикл Карно, газ отдал охладителю теплоту  $Q_2 = 4 \text{ кДж}$ . Работа цикла  $A = 1 \text{ кДж}$ . Определить температуру нагревателя, если температура охладителя  $T = 300 \text{ K}$ .

3. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура охладителя  $T_2 = 290 \text{ K}$ . Во сколько раз увеличится к. п. д. цикла, если температура нагревателя повысится от  $T_1' = 400 \text{ K}$  до  $T_1'' = 600 \text{ K}$ ?

4. Газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя  $T_1 = 475 \text{ K}$ , охладителя  $T_2 = 260 \text{ K}$ . При изотермическом расширении газ совершил работу  $A = 100 \text{ Дж}$ . Определить термический к. п. д.  $\eta$  цикла, а также теплоту  $Q_2$ , которую газ отдает охладителю при изотермическом сжатии.

5. Совершая цикл Карно, газ получил от нагревателя теплоту  $Q_1 = 1 \text{ кДж}$  и совершил работу  $A = 200 \text{ Дж}$ . Температура нагревателя  $T_1 = 375 \text{ K}$ . Определить температуру  $T_2$  охладителя.

6. Газ, совершающий цикл Карно, получает от нагревателя теплоту  $Q = 42 \text{ кДж}$ . Какую работу совершает газ, если абсолютная температура  $T_1$  нагревателя в три раза выше, чем температура  $T_2$  охладителя?

7. Совершая цикл Карно, газ отдал охладителю  $2/3$  теплоты, полученной от нагревателя. Определить температуру охладителя, если температура нагревателя  $T_1 = 425 \text{ K}$ .

8. Газ совершает цикл Карно. Температура охладителя  $T_2 = 273 \text{ K}$ . Какова температура нагревателя, если за счет каждой килокалории теплоты, полученной от нагревателя, газ совершает работу  $A = 1,2 \text{ кДж}$ ?

9. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, получает за каждый цикл от нагревателя 600 кал. Температура нагревателя 400 К, температура охладителя 300 К. Найти работу, совершаемую машиной за один цикл, и количество теплоты, отдаваемое охладителю за один цикл.

10. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. При этом 80% тепла, получаемого от нагревателя, передается охладителю. Количество теплоты, получаемое от нагревателя, равно 1,5 ккал. Найти: 1). к.п.д. цикла; 2). работу, совершенную при полном цикле.

11. Идеальной тепловой машиной за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от теплоотдатчика, за цикл совершается работа 300 Дж. Определить термический КПД машины и температуру теплоотдатчика, если температура теплоприемника 280 К.

12. Во сколько раз при изотермическом процессе надо увеличить объем газа в количестве 4 молей, чтобы его энтропия увеличилась на 23 Дж/К.

### Задачи для подготовки к контрольной работе №4

1. Вычислить коэффициенты диффузии и вязкости для кислорода, находящегося при давлении  $p = 0,2$  МПа и температуре  $T = 280$  К. Эффективный диаметр молекул кислорода равен  $d = 3,6 \cdot 10^{-10}$  м.
2. Площадь поперечного сечения рассеяния ионов  $H_2$  в водородной плазме при температуре  $T = 107$  К равна  $\sigma = 4 \cdot 10^{-12}$  м<sup>2</sup>. Оценить коэффициент диффузии ионов водорода при концентрации ионов  $n = 10^{21} \frac{1}{\text{м}^3}$ .
3. Коэффициент теплопроводности аргона при нормальных условиях ( $t = 0^\circ\text{C}$ ,  $p = 1,013 \cdot 10^5$  Па) равен  $\lambda = 1,65 \cdot 10^{-2}$  Вт/(м·К). Найти коэффициенты диффузии  $D$  и вязкости  $\eta$  аргона при тех же условиях. Удельная изохорическая теплоемкость аргона  $c_V = \frac{3R}{2\mu}$ , где  $\mu = 40 \cdot 10^{-3}$  кг/моль – молярная масса аргона.
4. Найти коэффициент вязкости азота при нормальных условиях, если при тех же условиях коэффициент диффузии азота равен  $D = 1,42 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с.
5. В сосуде объемом  $V = 2$  л находится  $N = 4 \cdot 10^{22}$  молекул идеального двухатомного газа при температуре  $t = 20^\circ\text{C}$ , коэффициент теплопроводности которого  $\lambda = 1,4 \cdot 10^{-2}$  Вт/(м·К). Определить коэффициент диффузии газа.
6. При некоторых условиях коэффициенты диффузии и вязкости водорода равны  $D = 1,42 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с и  $\eta = 8,5 \cdot 10^{-6}$  Па·с. Определить концентрацию молекул водорода.
7. Для углекислого газа  $CO_2$  при нормальных условиях коэффициент вязкости равен  $\eta = 1,4 \cdot 10^{-5}$  Па·с. Найти газокинетический диаметр  $d$  молекулы углекислого газа.
8. При нормальных условиях ( $t = 0^\circ\text{C}$ ,  $p = 1,013 \cdot 10^5$  Па) коэффициент диффузии кислорода равен  $D = 1,8 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с. Найти среднюю длину  $l$  свободного пробега молекул и сравнить её со средним расстоянием  $a$  между молекулами. Указание. Среднее расстояние между молекулами оценить с учетом того, что при нормальных условиях один моль кислорода занимает объем  $V = 22,4$  л.
9. При некоторых условиях коэффициенты диффузии и вязкости кислорода равны  $D = 1,22 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с и  $\eta = 1,95 \cdot 10^{-5}$  Па·с. Газокинетический диаметр молекулы кислорода  $d = 3,6 \cdot 10^{-10}$  м. Определить плотность кислорода  $\rho$ , среднюю длину свободного пробега  $l$  и среднюю скорость молекул  $v$ .
10. При каком значении градиента плотности углекислого газа за время  $t = 1$  час через каждый квадратный метр поверхности почвы продиффундирует в атмосферу масса газа  $m = 600$  мг, если коэффициент диффузии  $D = 4 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с?

Таблица А.3 – Коллоквиум

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Умение составлять полный и правильный ответ в логической последовательности с использованием принятой терминологии; делать собственные выводы; формулировать точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий; выделять главные положения, самостоятельно подтверждать ответ конкретными примерами, фактами; самостоятельно и аргументировано делать анализ, обобщения, выводы; устанавливать межпредметные связи (на основе ранее приобретённых знаний) и внутрипредметные связи.	10

### Вопросы к коллоквиуму по теме «Свойства жидкостей»

1. Жидкости.
2. Модели строения и молекулярного движения в жидкостях.

3. Коэффициент объемного расширения жидкостей.
4. Поверхность жидкостей.
5. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей.
6. Опытное определение коэффициента поверхностного натяжения жидкостей.
7. Смачивание и не смачивание.
8. Краевой угол.
9. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа.
10. Капиллярные явления.

#### **Вопросы к коллоквиуму по теме «Тепловые свойства твердых тел»**

1. Тепловое движение частиц в кристаллах.
2. Кристаллические и аморфные твёрдые тела.
3. Типы кристаллических решёток.
4. Тепловое расширение твёрдых тел.
5. Теплоемкость твердых тел.
6. Закон Дюлонга и Пти.
7. Модель Эйнштейна и модель Дебая.
8. Понятие о фазе и фазовых переходах.
9. Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода.
10. Плавление и кристаллизация.

Таблица А.4 – Экзамен

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов в билете
Теоретический вопрос 1 1. Изложение физического явления. 2. Определение понятий, необходимых для его описания. 3. Вывод законов и указание границ применимости	24	3
Теоретический вопрос 2 1. Изложение физического явления. 2. Определение понятий, необходимых для его описания. 3. Вывод законов и указание границ применимости		
Задача 1. Изложение физического явления. 2. Определение понятий, необходимых для его описания. 3. Вывод законов и указание границ применимости 4. Вычисление результата применения законов		

#### **Образец экзаменационного билета**

**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра: Общей и экспериментальной физики

**Экзаменационный билет № 0**

Дисциплина: Молекулярная физика.

Для направления подготовки 03.03.02 Физика Направленность (профиль) Фундаментальная физика

1. Понятие температуры. Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Термодинамическая шкала температур.

2. Столкновения молекул в газе. Средняя длина свободного пробега молекул. Число столкновений. Эффективный (газокинетический) диаметр молекул. Опытное определение средней длины свободного пробега молекул и эффективного диаметра молекул.
3. Задача. В сосуде, разделенном подвижным поршнем массой  $m$  и площадью поперечного сечения  $S$ , находится идеальный газ. Когда поршень расположен ровно посередине сосуда, давление в каждой его половине равно  $P$ , объем половины сосуда равен  $V$ . Сосуд расположен горизонтально. Определите период малых колебаний поршня, считая процесс колебаний изотермическим. Трением пренебречь.

Принято на заседании кафедры ОЭФ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.  
 Протокол № \_\_\_\_\_ Зав. кафедрой ОЭФ \_\_\_\_\_

### Контрольные вопросы для экзамена

1. кинетической теории строения вещества и опытное обоснование.
2. Понятие об атоме и молекуле.
3. Масса и размеры молекул.
4. Относительная атомная (молекулярная) масса. Молярная масса.
5. Число Авогадро.
6. Макроскопические системы и их описание.
7. Тепловое движение и тепловое равновесие. Условия теплового равновесия.
8. Модель идеального газа.
9. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
10. Давление идеального газа. Измерение давлений.
11. Понятие температуры. Принципы конструирования термометра.
12. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур.
13. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Термодинамическая шкала температур.
14. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная.
15. Изопроцессы в идеальных газах. Графическое изображение процессов в идеальных газах.
16. Понятие о количестве теплоты. Способы теплопередачи.
17. Понятие теплоемкости. Теплоемкость системы. Удельная теплоемкость. Молярная теплоемкость. Теплоемкость как характеристика процесса теплопередачи.
18. Работа в механике и термодинамике. Работы идеального газа.
19. Работа газа в различных изопроцессах.
20. Первое начало термодинамики и его различные формулировки.
21. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам в идеальных газах. Уравнение Майера.
22. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
23. Работа газа при адиабатическом процессе. Показатель адиабаты. Экспериментальное определение показателя адиабаты.
24. Распределение молекул идеального газа по скоростям. (Распределение Максвелла). График функции распределения молекул идеального газа по скоростям.
25. Наиболее вероятная скорость.
26. Применение функции распределения молекул идеального газа по скоростям. Определение средней и средней квадратичной скорости молекул.
27. Экспериментальное определение скоростей молекул. Экспериментальное подтверждение распределения Максвелла. Опыты Штерна и Ламмерта.

28. Распределение Больцмана.
29. Барометрическая формула.
30. Экспериментальная проверка распределения Больцмана. Опыты Перрена.
31. Распределение Максвелла – Больцмана.
32. Обратимые и необратимые процессы.
33. Тепловые двигатели.
34. Коэффициент полезного действия тепловых двигателей.
35. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия.
36. Второе начало термодинамики. Различные формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность.
37. Первая и вторая теоремы Карно.
38. Понятие об энтропии. Термодинамическая вероятность. Неравенство Клаузиуса.
39. Закон возрастания энтропии. Статистический смысл второго начала термодинамики.
40. Примеры расчета изменения энтропии.
41. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля температур.
42. Столкновения молекул в газе. Средняя длина свободного пробега молекул. Число столкновений.
43. Понятие о потоке вещества, энергии, импульса.
44. Явления переноса: закон Фика
45. Явления переноса: закон Фурье
46. Явления переноса: закон Ньютона для вязкого трения.
47. Жидкости. Модели строения и молекулярного движения в жидкостях.
48. Коэффициент объемного расширения жидкостей.
49. Поверхность жидкостей. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей и его опытное определение.
50. Смачивание и несмачивание. Краевой угол.
51. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа.
52. Капиллярные явления.
53. Тепловое движение частиц в кристаллах.
54. Кристаллические и аморфные твердые тела. Типы кристаллических решёток.
55. Тепловое расширение твердых тел.
56. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти.
57. Модель Эйнштейна и модель Дебая.
58. Понятие о фазе и фазовых переходах. Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода.
59. Плавление и кристаллизация.

Приложение Б  
(обязательное)  
**Карта учебно-методического обеспечения**  
**учебной дисциплины Молекулярная физика и термодинамика**

Таблица 1 - Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библиот. НовГУ	Наличие в ЭБС
<b>Печатные источники</b>		
1. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов. Т. 1 : Механика, колебания и волны, молекулярная физика. - 4-е изд., перераб. - Москва : Наука, 1970. - 511с.	16	
2. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2005. - 432с. - ISBN 5-8114-0629-0. - ISBN 5-8114-0630-4	29	
3. Савельев И.В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2005. - 496с. : ил. - ISBN 5-8114-0629-0. - ISBN 5-8114-0631-2	30	
4. Савельев И.В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2005. - 317с. : ил. - ISBN 5-8114-0629-0. - ISBN 5-8114-0632-0	30	
5. Зайдель А.Н. Ошибки измерений физических величин : учебное пособие. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2005. - 106,[2]с. : ил. - ISBN 5-8114-0643-6	8	
6. Детлаф А. А. Курс физики : учебное пособие для технических вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. - 10-е изд., стер. - Москва : Академия, 2015. - 719, [1] с. - ISBN 978-5-4468-2291-1	30	
7. Зисман Г. А. Курс общей физики : учебное пособие для вузов. Т. 3 : Оптика; Физика атомов и молекул; Физика атомного ядра и микрочастиц / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2007. - 498, [1] с. - ISBN 978-5-8114-0752-1. - ISBN 978-5-8114-0755-2	51	
8. Зисман Г. А. Курс общей физики : учебное пособие для вузов. Т. 1 : Механика; Молекулярная физика; Колебания и волны / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2007. - 339, [1] с. - ISBN 978-5-8114-0752-1. - ISBN 978-5-8114-0753-8	41	
9. Зисман Г. А. Курс общей физики : учебное пособие для вузов. Т. 2 : Электричество и магнетизм / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2007. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-0752-1. - ISBN 978-5-8114-0754-5	61	
10. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики : учебное пособие для вузов / В. С. Волькенштейн. - 12-е изд., исправленное - Москва : Наука, 1990. - 400 с. - ISBN 5-02-014051-1	80	
<b>Электронные ресурсы</b>		
1. Физика. Квантовая физика : учебное пособие / А. Д. Андреев, Ф. Ф. Павлов, В. Б. Федюшин, Л. М. Черных. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. — 54 с. — ISBN 978-5-89160-222-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/180003">https://e.lanbook.com/book/180003</a> Режим доступа: для авториз. пользователей.		Лань
2. Некрасова, Г. М. Физика : учебно-методическое пособие / Г. М. Некрасова, О. Н. Сергеева. — Тверь : Тверская ГСХА, 2018. — 37 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/134230">https://e.lanbook.com/book/134230</a> Режим доступа: для авториз. пользователей.		Лань
3. Гладий, Ю. П. Физика для инженерных специальностей : учебное пособие / Ю. П. Гладий. — Кострома : КГУ им. Н.А. Некрасова, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-8285-1115-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160107">https://e.lanbook.com/book/160107</a> Режим доступа: для авториз. польз.		Лань

Таблица 2 - Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики с решениями : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. - 2-е изд., испр. - Москва : Высшая школа, 2001. - 589, [2] с. : ил. - ISBN 5-06-004164-6	24	
2. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для вузов. - 6-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2000. - 542с. : ил. - Указ.: с. 524-536. - ISBN 5-06-003634-0 : (в пер.)	6	
3. Чертов А. Г. Задачник по физике : учебное пособие. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва : Физматлит, 2003. - 640с. - Прил. : с. 619-636. - ISBN 5-94052-032-4	12	
4. Фиргант Е. В. Руководство к решению задач по курсу общей физики : учебное пособие для вузов / Е. В. Фиргант. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 347, [2] с. - ISBN 978-5-8114-0765-1	4	
5. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики : в 2 ч. Ч. 1 / составители: Е. А. Ариас [и др.] ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - 2-е изд. - Великий Новгород, 2009. - 103, [1] с. – Текст: электронный//ЭБС НовГУ. - URL: <a href="https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/4174">https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/4174</a>	186	ЭБС НовГУ
6. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики : в 2 ч. Ч. 2 / составители: Е. А. Ариас [и др.] ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - 2-е изд. - Великий Новгород, 2009. - 81, [1] - Текст: электронный//ЭБС НовГУ. - URL: <a href="https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/4173">https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/4173</a>	169	ЭБС НовГУ
7. Общая физика : контрольные задания / составители А. М. Бобков, Ф. А. Груздев ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2004. - 67 с. - Текст: электронный//ЭБС НовГУ. - URL: <a href="https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/567">https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/567</a>	452	ЭБС НовГУ
8. Электростатика и постоянный ток : лабораторные работы по общему курсу физики / составители: Р. П. Воронцова, Г. Е. Коровина, В. Д. Лебедева, Н. А. Петрова ; Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР, Новгородский политехнический институт, Кафедра физики. - Новгород, 1990. - 92 с. - Библиогр.: с. 92. - Текст: электронный//ЭБС НовГУ. - URL: <a href="https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/2664">https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/2664</a>	104	ЭБС НовГУ
9. Магнитное поле Земли. Определение модуля горизонтальной составляющей напряженности геомагнитного поля : методические рекомендации к выполнению лабораторной работы / составитель Т. П. Смирнова ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2008. - 48 с. : ил. - Библиогр.: с. 48. – Текст: электронный// ЭБС НовГУ. - URL: <a href="https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/2398">https://novsu.bookonlime.ru/reader/book/2398</a>	47	ЭБС НовГУ
Электронные ресурсы		
1. Горлач, В. В. Физика. Задачи, тесты. Методы решения : учебное пособие для вузов / В. В. Горлач. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 343 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12350-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/483142">https://urait.ru/bcode/483142</a>		Юрайт
2. InstituteofPhysics : [сайт]. – URL: - <a href="http://www.iop.org/">http://www.iop.org/</a> - Текст: электронный		
3. math.ru. Библиотека: [сайт]. – URL: <a href="https://math.ru/lib/">https://math.ru/lib/</a> - Текст: электронный		

Таблица 3 - Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
<b>Электронная библиотека НовГУ</b>		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» <a href="https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/">https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/</a>	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный

Электронный каталог научной библиотеки <a href="http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/">http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/</a>	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) <a href="http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/">http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/</a>	База собственной генерации	бессрочный
ЭБС «Электронная библиотечная система Новгородского государственного университета» (ЭБС НовГУ). Универсальный ресурс. Внутривузовские издания НовГУ.	Договор № 230 от 30.12.2022 с ООО «КДУ»	бессрочный
ЭБС «Лань» Единая профессиональная база данных для классических вузов – Издательство Лань «ЭБС» ЭБС ЛАНЬ	Договор № 34/ЕП(Т)23 от 22.12.2023 с ООО «Издательство ЛАНЬ»	с 01.01.2024 по 31.12.2024
ЭБС «ЛАНЬ» Коллекции: «Физика – Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана», «Информатика - Издательство ДМК Пресс», «Журналистика и медиа-бизнес - Издательство Аспект Пресс»	Договор № 33/ЕП(У)23 от 25.12.2023 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»	с 01.01.2024 по 31.12.2024
ЭБС «ЛАНЬ» Универсальный ресурс	Договор № СЭБ НВ–283 с ООО «ЭБС ЛАНЬ» от 09.11.2020	Договор пролонгирован до 31.12.2024 (основ.п.6.1)
«ЭБС ЮРАЙТ <a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a> » Универсальный ресурс.	Договор № 35/ЕП(У)23 от 25.12.2023 с ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	с 01.01.2024 по 31.12.2024
«Национальная электронная библиотека» Универсальный ресурс.	Договор от 14.03.2022 № 101/НЭБ/2338-п с ФБГУ «Российская Государственная библиотека»	14.03.2022 - 14.03.2027
<b>Профессиональные базы данных</b>		
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» <a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	в открытом доступе	-
<b>Информационные справочные системы</b>		
Университетская информационная система «РОССИЯ» <a href="https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/uis-rossiya">https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/uis-rossiya</a>	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <a href="https://openedu.ru">https://openedu.ru</a>	в открытом доступе	-

Проверено НБ НовГУ



И. о. зав. КОЭФ *Ариас* Е. А. Ариас

«04» 06 2024г

## Приложение В

**Лист актуализации рабочей программы  
Учебной дисциплины Молекулярная физика и термодинамика**

Рабочая программа актуализирована на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ учебный год  
 Протокол №\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.  
 Разработчик \_\_\_\_\_  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа актуализирована на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ учебный год  
 Протокол №\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.  
 Разработчик \_\_\_\_\_  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа актуализирована на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ учебный год  
 Протокол №\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.  
 Разработчик \_\_\_\_\_  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

**Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:**

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав. кафедрой	Подпись