

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Высшая школа общей и прикладной физики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 8 от 24.09.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Термодинамика и молекулярная физика

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

---

Направленность образовательной программы

Фундаментальная физика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.08.02 Термодинамика и молекулярная физика относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знать законы термодинамики; молекулярно-кинетический (статистический) смысл термодинамических характеристик; свойства термодинамических потенциалов; следствия второго начала термодинамики для равновесных и неравновесных процессов; основные статистические распределения; условия равновесия фаз; влияние поверхностного натяжения на форму поверхности жидкого тела. Уметь применять законы термодинамики для анализа термо-ди-намических процессов (адиабатического, изобарического, изотермического);	Задачи	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>6</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>216</b>
в том числе	

<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>64</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>50</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Основные законы термодинамики	44	16	16	32	12
Тема 2. Основы молекулярно-кинетической теории	44	16	16	32	12
Тема 3. Фазовые равновесия и фазовые превращения	44	16	16	32	12
Тема 4. Поверхностные явления	46	16	16	32	14
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	216	64	64	130	50

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основные законы термодинамики

Тема 2. Основы молекулярно-кинетической теории

Тема 3. Фазовые равновесия и фазовые превращения

Тема 4. Поверхностные явления

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 64 ч.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

а) основная литература:

1. Общий курс физики. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. [Элек-тронный ресурс]: Учеб. пособие: Для вузов. / Сивухин Д. В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106015.html>
2. Матвеев А. Н. Молекулярная физика: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1987. -360 с. -33 экз.
3. Леонтович М. А. Введение в термодинамику. Статистическая физика: учеб. пособие. М.: Наука, 1983. -416 с. – 46 экз.
4. Базаров И. П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1991. -344 с. -94 экз.
5. Румер Ю. Б., Рывкин М. Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика М.: Наука, 1972. -400 с. – 32 экз.
6. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. М.: Лань, 2016. -416 с. . — Режим доступа: ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/book/71750>
7. Сборник индивидуальных заданий по физике. Термодинамика и молекулярная физика. Часть 1 / Кочетов А. В., Миронов В. А. Нижний Новгород: ННГУ, 1995. 36 с. (Деканат ВШОПФ)-30 экз
8. Сборник индивидуальных заданий по физике. Термодинамика и молекулярная физика. Часть 2 / Кочетов А. В., Миронов В. А. Нижний Новгород: ННГУ, 1995. 34 с. (Деканат ВШОПФ)-30 экз
9. Сборник индивидуальных заданий по физике. Термодинамика и молекулярная физика. Часть 3 / Кочетов А. В., Миронов В. А. Нижний Новгород: ННГУ, 1996. 32 с. (Деканат ВШОПФ)-30 экз

б) дополнительная литература:

1. Ландау Л. Д., Ахиезер А. И., Лифшиц Е. М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика: 2-е изд, испр. М., 1969. -399 с. -12 экз.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: учеб. пособие в 10 т. Т. 5. М.: Физматлит, 2002. -616 с.-19 экз.
3. Берклеевский курс лекций: в 5 т. Т. 5. Статистическая физика. М.: Наука, 1975. -351 с. -11 экз.
4. Сборник задач по общему курсу физики. Термодинамика и молекулярная физика / Под ред. Сивухина Д. В. М.: Наука, 1976. -207 с. -185 экз.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

- 1) Учебно-образовательная физико-математическая библиотека EqWorld  
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/lectures.htm>
- 2) ВИДЕОДЕМОНСТРАЦИИ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ И ГИДРОДИНАМИКЕ  
<http://учебныефильмы.рф/VideoMol.htm>

## 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

#### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

##### Задание 1

Энтропия – это функция состояния, изменение которой равно приведенному количеству теплоты. Укажите верную математическую запись определения энтропии:

А).  $S = \frac{Q}{T}$     Б).  $dS = \frac{\delta Q}{T}$     В).  $S = \frac{\delta Q}{\delta T}$     Г).  $dS = \frac{\delta Q}{\delta T}$

##### Задание 2

Найдите верное выражение для уравнения состояния идеального газа и описания входящих в него величин.

А).  $pV = m/MRT$ , где  $V$  – объем газа,  $p$  – давление газа,  $m$  – масса молекулы газа,  $M$  – молярная масса газа,  $T$  – абсолютная температура;

Б).  $T/pV = vR$ , где  $V$  – объем газа,  $p$  – давление газа,  $v$  – количество вещества,  $T$  – абсолютная температура;

В).  $pV = vRT$ , где  $V$  – объем газа,  $p$  – давление газа,  $v$  – количество вещества,  $T$  – абсолютная температура;

Г).  $pV = vRT$ , где  $V$  – объем газа,  $p$  – давление газа,  $v$  – количество вещества,  $T$  – температура, измеренная по Цельсию.

##### Задание 3

Первый принцип термодинамики применим для:

А). живых организмов и веществ в любом агрегатном состоянии;

Б). только для идеальных газов;

В). для твердых тел и реальных газов;

Г). для живых организмов и идеальных газов.

##### Задание 4

Выберите верную формулировку первого принципа термодинамики:

А).  $\Delta U = Q - A_{\text{вн}}$  (изменение внутренней энергии системы происходит за счет подведенного к системе количества теплоты и совершения внешними силами работы над системой);

Б).  $\Delta U = Q + A$  (изменение внутренней энергии системы происходит за счет подведенного к системе количества теплоты и совершения системой работы);

В).  $Q = \Delta U + A$  (количество теплоты, подведенное к термодинамической системе, идет на изменение внутренней энергии системы и совершение системой работы);

Г).  $Q = \Delta U + A_{\text{вн}}$  (количество теплоты, подведенное к термодинамической системе, идет на изменение внутренней энергии системы и совершение внешними силами работы над системой);

##### Задание 5

Работа в термодинамике определяется:

А).  $A = p \cdot dV$

Б).  $A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$

В).  $A = \int_{V_1}^{V_2} p dv$

Г).  $A = p \cdot \Delta V$

### Задание 6

Внутренняя энергия любой термодинамической системы – это

- А).  $U=Q-A$ ;  
Б). сумма кинетических энергий молекул из которых состоит система (тело);  
В).  $U = \frac{3}{2} \nu RT$ ;

Г). *сумма кинетических и потенциальных энергий взаимодействия молекул из которых состоит система (тело);*

Д). сумма потенциальных энергий взаимодействия молекул из которых состоит система (тело);

### Задание 7

При изохорическом нагревании кислорода объемом 50 л давление газа изменилось на 0,5 МПа. Найти количество теплоты, сообщенное газу.

- А). 37,5 кДж;      Б) *62,5 кДж*;      В). 25 кДж;      Г). 0 кДж

### Задание 8

Кислород находится при температуре 600 К. Какова вероятность того, что молекула кислорода обладает скоростью 500 м/с, т.е. 500,(0) (ноль в периоде) м/с?

- А). 100%;      Б) *0%*;      В). 45%.

### Задание 9

Газ при изотермическом расширении получил 15 кДж теплоты. Чему равна совершенная газом работа?

- А) *15 кДж*;      Б). 10 кДж;      В). 150 кДж.

### Задание 10

Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины равен 0,10. За некоторое время машина совершила полезную работу, равную 200 Дж. Какое количество теплоты получила за время совершения работы машина от нагревателя?

- А). 20 Дж;      Б) *2000 Дж*;      В). 550 Дж.

## Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные

Оценка	Критерии оценивания
	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки и. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений.	При решении стандартных задач не	Продемонстрированы основные	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все	Продемонстрированы все основные

	Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**



### **5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1**

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не

Оценка	Критерии оценивания
	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Способы описания систем многих частиц. Термодинамическое описание. Внутренние и внешние параметры. Уравнение состояния.
2. Понятие температуры. Абсолютная шкала температур. Абсолютный нуль. Давление.
3. Агрегатные состояния вещества. Идеальный газ (уравнение состояния идеального газа: вывод, пределы применимости). Закон Дальтона.
4. Идеальный газ во внешнем силовом поле. Барометрическая формула: вывод, частные случаи, условия применимости.
5. Работа (элементарная работа; работа при конечном процессе; геометрическая интерпретация; положительная и отрицательная работа; круговые процессы). Внешние параметры и обобщённые силы.
6. Адиабатическая оболочка. Внутренняя энергия. Количество тепла. Первый принцип термодинамики.
7. Теплоёмкость (теплоёмкость физической системы; удельная и молярная теплоёмкости; зависимость теплоёмкости от процесса; примеры).
8. Термодинамическое равновесие. Функции состояния термодинамической системы. Энтальпия (определение, физический смысл, примеры).
9. Термодинамические процессы. Квазистатические (обратимые) процессы. Адиабатическое расширение и сжатие (определение; общие соотношения для обратимого процесса; примеры).
10. Процесс Джоуля—Томсона. Закон Джоуля. Необратимые термодинамические процессы.
11. Второй принцип термодинамики (формулировка; физический смысл; примеры: тепловые двигатели с одним и двумя тепловыми резервуарами.). Следствия для термически однородных систем.
12. Обратимый круговой процесс. Идеальный цикл Карно (прямой и обращённый цикл Карно; второй принцип для обратимых круговых процессов).

13. Теорема Карно. Абсолютная термодинамическая шкала температур.
14. Энтропия (определение, физический смысл, примеры). Второй принцип для обратимых процессов. Равенство Клаузиуса.
15. Второй принцип для необратимых процессов. Неравенство Клаузиуса: вывод; физический смысл; следствия для адиабатических процессов.
16. Коэффициент полезного действия для необратимых круговых процессов (физические причины необратимости, примеры необратимых процессов).
17. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса (вывод; изотермы Ван-дер-Ваальса; внутренняя энергия и теплоёмкость газа Ван-дер-Ваальса).
18. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости (понятие устойчивости, метод исследования на устойчивость, примеры). Свободная энергия, термодинамический потенциал Гиббса (определение, примеры).
19. Термодинамическое и статистическое определения макропараметров физической системы. Эргодические системы.
20. Основные понятия теории вероятностей (событие, вероятность, статистический ансамбль; непрерывные случайные величины, плотность вероятности; сложение вероятностей; условная вероятность; независимые события; средние значения случайных величин; флуктуации).
21. Распределение молекул газа по скоростям (пространство скоростей, изображающая точка, статистическая постановка задачи, функция распределения); закон распределения скоростей Максвелла—Больцмана: математическая запись и физический смысл. Условия применимости максвелловского распределения.
22. Закон Максвелла—Больцмана: вывод; одномерное и трёхмерное распределения; распределение по модулю скорости; характерные скорости молекул.
23. Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории.
24. Молекулярно-кинетический смысл температуры. Принцип равномерного распределения энергии по степеням свободы и условия его применимости.
25. Теплоёмкость газов (классическая теория и пределы её применимости).
26. Теплоёмкость кристаллических твёрдых тел. Законы Дюлонга—Пти и Неймана—Реньо. Теория Дебая теплоёмкости кристаллических твёрдых тел.
27. Фотонный газ.
28. Вероятностный смысл энтропии. Молекулярно-кинетическая формулировка второго принципа. Статистический вес.
29. Микро- и макросостояния системы. Распределение Больцмана и условия его применимости.

30. Статистика Ферми—Дирака (фермионы; статистический вес; энтропия; распределение Ферми—Дирака; вырождение ферми-газа).
31. Статистика Бозе—Эйнштейна (бозоны; статистический вес; энтропия; распределение Бозе—Эйнштейна; бозе-конденсация).
32. Фазы, их классификация, возможные фазовые превращения, условия равновесия фаз.
33. Испарение и конденсация веществ, подчиняющихся уравнению Ван-дер-Ваальса. Правило Максвелла. Метастабильные состояния.
34. Испарение и конденсация в широком смысле. Уравнение Клапейрона—Клаузиуса (вывод, физический смысл, примеры).
35. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Критическая точка.
36. Диаграммы состояний. Тройные точки. Равновесие многофазных систем. Правило фаз Гиббса.
37. Фазовые превращения второго рода (определение, физический смысл, примеры). Соотношения Эренфеста.
38. Природа поверхностного натяжения. Коэффициент поверхностного натяжения. Термодинамика поверхностного натяжения.
39. Смачиваемые и несмачиваемые поверхности. Краевой угол. Капиллярные явления. Закон Жюрена. Примеры.
40. Соотношение между давлением и кривизной поверхности. Формула Лапласа. Примеры.
41. Роль поверхностного натяжения при образовании новой фазы. Критический размер зародыша. Метастабильные состояния.
42. Камера Вильсона.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.

Оценка	Критерии оценивания
	Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика / Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Сивухин Д.В., Яковлев И.А. - Москва : Физматлит, 2006., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645676&idb=0>.
2. Матвеев Алексей Николаевич. Молекулярная физика : учеб. пособие для студентов вузов / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : Оникс : Мир и Образование, 2006. - 360 с. : ил. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - ISBN 5-488-00283-9 (Оникс) : 214.50., 5 экз.
3. Леонтович Михаил Александрович. Введение в термодинамику. Статистическая физика : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - М. : Наука, 1983. - 416 с. : ил. - 1.10., 46 экз.
4. Базаров Иван Павлович. Термодинамика : [учеб. для физ. специальностей ун-тов]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1983. - 344 с. : ил. - 1.00., 87 экз.

5. Румер Юрий Борисович. Термодинамика, статистическая физика и кинетика : учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов / [ред. Т. Г. Корышева]. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977. - 552 с. - 1.50., 11 экз.
6. Иродов Игорь Евгеньевич. Задачи по общей физике : учеб. пособие для вузов. - 10-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 431 с. : ил. - (Общая физика). - ISBN 978-5-9963-1718-9 : 384.00., 11 экз.

Дополнительная литература:

1. Ландау Лев Давидович. Курс общей физики : Механика и молекулярная физика : [для втузов]. - М. : Наука, 1965. - 384 с. : черт. - 0.80., 2 экз.
2. Сборник задач по общему курсу физики : Термодинамика и молекулярная физика : для физ. специальностей вузов / под ред. Д. В. Сивухина. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1976. - 207 с. : ил. - 0.32., 88 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- 1) Учебно-образовательная физико-математическая библиотека EqWorld  
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/lectures.htm>
- 2) ВИДЕОДЕМОНСТРАЦИИ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ И ГИДРОДИНАМИКЕ  
<http://учебныефильмы.рф/VideoMol.htm>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории. Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Оладышкин Иван Владимирович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Викторов Михаил Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 07.02.2024, протокол № 4.