

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Практикум по решению задач по молекулярной физике Б1.В.ДВ.22

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: Физика и информатика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Низамова Э.И.

**Рецензент(ы):**

Нефедьев Л.А.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Нефедьев Л. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6165419

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Низамова Э.И. кафедра образовательных технологий в физике научно-педагогическое отделение , Elnizamova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью курса 'Практикум по решению задач по молекулярной физике' является формирование у студентов представлений об основных явлениях, понятиях, законах и методах молекулярной физики и термодинамики, выработка навыков простейших практических расчетов.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.22 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина изучается на 2-м курсе и ее целью является создание базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение молекулярной физики и термодинамики в рамках курса 'Теоретическая физика'. При освоении данного курса студенты должны владеть основами высшей математики и знаниями, полученными при изучении дисциплины 'Механика' в рамках модуля 'Общая и экспериментальная физика'

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|---|---|
| ОК-6<br>(общекультурные компетенции)    | способностью к самоорганизации и самообразованию  |
| ОПК-1<br>(профессиональные компетенции) | готовностью сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности  |
| ПК-1<br>(профессиональные компетенции)  | готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов   |
| ПК-10<br>(профессиональные компетенции) | способностью проектировать траектории своего профессионального роста и личностного развития   |
| ПК-4<br>(профессиональные компетенции)  | способностью использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов |
| ПК-6<br>(профессиональные компетенции)  | готовностью к взаимодействию с участниками образовательного процесса  |
| ПК-7<br>(профессиональные компетенции)  | способностью организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности  |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- физические основы явлений, связанных с атомарно-корпускулярным строением вещества;
- основные законы термодинамики, методы термодинамического и статистического описания многочастичных систем;

2. должен уметь:

- применять статистические и термодинамические методы к описанию явлений, связанных с атомарно-корпускулярным строением вещества;
- использовать методы физических исследований для изучения термодинамических процессов;
- устанавливать взаимосвязь молекулярных явлений с другими разделами физики, и особо, в пограничных областях - физической химии и химической физики;
- использовать современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний

3. должен владеть:

- навыками расчетов в рамках термодинамического и статистического методов описания;
- навыками работы с учебной и научной литературой.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач, связанных с атомарно-корпускулярным строением вещества
- работать с современными образовательными и информационными технологиями

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                              |                             | Текущие формы<br>контроля |
|----|---------------------------------|---------|--------------------|---|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|    |                                 |         |                    | Лекции  | Практи-<br>ческие<br>занятия | Лабора-<br>торные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Введение. Основы МКТ    | 2       |                    | 0   | 10                           | 0                           | Контрольная<br>работа     |

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                              |                             | Текущие формы<br>контроля |
|----|----------------------------------|---------|--------------------|---|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|    |                                  |         |                    | Лекции  | Практи-<br>ческие<br>занятия | Лабора-<br>торные<br>работы |                           |
| 2. | Тема 2. термодинамика            | 2       |                    | 0   | 10                           | 0                           | Контрольная<br>работа     |
| 3. | Тема 3. явления переноса         | 2       |                    | 0   | 8                            | 0                           |                           |
| 4. | Тема 4. реальные газы и жидкости | 2       |                    | 0   | 4                            | 0                           |                           |
| 5. | Тема 5. твердые тела             | 2       |                    | 0   | 4                            | 0                           |                           |
| .  | Тема . Итоговая форма контроля   | 2       |                    | 0   | 0                            | 0                           | Зачет                     |
|    | Итого                            |         |                    | 0   | 36                           | 0                           |                           |

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение. Основы МКТ

###### *практическое занятие (10 часа(ов)):*

Основное уравнение кинетической теории газов. Скорости молекул. Энергия молекул. Распределение Больцмана. Распределение молекул по скоростям и импульсам.

##### Тема 2. термодинамика

###### *практическое занятие (10 часа(ов)):*

Теплоемкость идеального газа. Работа расширения газа. Первое начало термодинамики. Круговые процессы. Цикл Карно. Энтропия

##### Тема 3. явления переноса

###### *практическое занятие (8 часа(ов)):*

Длина свободного пробега и число столкновений молекул. Диффузия, вязкость, теплопроводность.

##### Тема 4. реальные газы и жидкости

###### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Внутренняя энергия

##### Тема 5. твердые тела

###### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Твердое состояние вещества. Классификация кристаллов по типу связей. Анизотропия кристаллов, ее причины и проявления. Диаграмма состояния. Тройная точка. Полиморфные переходы. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга и Пти.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N  | Раздел<br>дисциплины               | Се-<br>местр | Неде-<br>ля се-<br>ме-<br>стра | Виды<br>самостоятельной<br>работы<br>студентов | Трудо-<br>емкость<br>(в<br>часах) | Формы<br>контроля<br>самосто-<br>ятельной<br>работы |
|----|------------------------------------|--------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|---|
| 1. | Тема 1.<br>Введение.<br>Основы МКТ | 2            |                                | подготовка к контрольной работе                | 18                                | Контроль-<br>ная<br>работа                          |

| №  | Раздел дисциплины     | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|-----------------------|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 2. | Тема 2. термодинамика | 2       |                 | подготовка к контрольной работе       | 18                     | Контрольная работа                    |
|    | Итого                 |         |                 |                                       | 36                     |                                       |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- работа в малых группах, решение проблемных ситуаций
- Проблемное обучение - стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.
- Междисциплинарное обучение - использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Введение. Основы МКТ

Контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные задания контрольной работы: 1. Современные вакуумные насосы позволяют получать давления до  $p = 4 \cdot 10^{-15}$  атм (при комнатной температуре). Считая, что газом является азот, найти число его молекул в 1 см<sup>3</sup> и среднее расстояние между ними при этом давлении. 2. Найти для газообразного азота: а) температуру, при которой скоростям молекул  $v_1 = 300$  м/с и  $v_2 = 600$  м/с соответствуют одинаковые значения функции распределения Максвелла  $F(v)$ ; б) скорость  $v$  молекул, при которой значение функции распределения Максвелла  $F(v)$  для температуры  $T_0$  будет таким же, как и для температуры в  $\eta$  раз большей.

### Тема 2. термодинамика

Контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные задания контрольной работы: 1. Молекулы азота занимают объем  $V_1 = 2$  м<sup>3</sup> и находится под давлением  $p_1 = 1$  атм. Газ нагревают, причем нагрев ведут сначала при постоянном объеме до давления  $p_2 = 5$  атм, а затем при постоянном давлении до объема  $V_2 = 4$  м<sup>3</sup>. Масса азота 3 кг. Газ идеальный. Определить изменение внутренней энергии газа, совершенную им работу, количество тепла, переданное газу. 2. Чему равны удельные теплоемкости  $CV$  и  $CP$  идеального двухатомного газа, если плотность этого газа при нормальных условиях равна 1,43 кг/м<sup>3</sup>?

### Тема 3. явления переноса

### Тема 4. реальные газы и жидкости

### Тема 5. твердые тела

### Итоговая форма контроля

зачет (в 2 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Поскольку курс является чисто практическим, то задания на зачет носят практический характер.

Примерные задания на зачет:

1. Пусть  $\eta_0$  ? отношение концентрации молекул водорода к концентрации молекул азота вблизи поверхности Земли, а  $\eta$  ? соответствующее отношение на высоте  $h = 3000$  м. Найти отношение  $\eta/\eta_0$  при  $T = 280$  К, полагая, что температура и ускорение свободного падения не зависят от высоты.
2. Найти максимально возможную температуру идеального газа в каждом из нижеследующих процессов:  
а)  $p = p_0 - \alpha V^2$ ; б)  $p = p_0 e^{-\beta V}$ ,  
где  $p_0$ ,  $\alpha$  и  $\beta$  ? положительные постоянные,  $V$  ? объем одного моля газа.
3. Найти к. п. д. цикла, состоящего из двух изохор и двух адиабат, если в пределах цикла объем идеального газа изменяется в  $n = 10$  раз. Рабочим веществом является азот.
4. В дне сосуда со ртутью имеется круглое отверстие диаметра  $d = 70$  мкм. При какой максимальной толщине слоя ртути она еще не будет вытекать через это отверстие?

### 7.1. Основная литература:

1. Иродов, И.Е. Физика макросистем. Основные законы. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 210 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/84090>
2. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2016. - 416 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71750>
3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2011. - 224 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/706>
4. Кикоин, А.К. Молекулярная физика. [Электронный ресурс] / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2008. - 480 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/185>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Фриш, С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. [Электронный ресурс] / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2008. - 480 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/416>
2. Сивухин, Д.В. Общий курс физики Том 2 Термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2006. - 544 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2316>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

ВИДЕОДЕМОНСТРАЦИИ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ И ТЕРМОДИНАМИКЕ - <http://учебныефильмы.рф/VideoMol.htm>

Видеолекции по физике от МИТ - <http://ocw.mit.edu/courses/physics/>

Видеолекции по физике от МИТ - <http://ocw.mit.edu/courses/physics/>

Методическое пособие - <http://kpfu.ru/docs/F1428869461/termodinamika.doc>

Термодинамика. МФТИ - <https://mipt.lectoriy.ru/course/Physics-Thermodynamics-AdSems>

Электронная библиотека издательства Лань -

[http://physics.nad.ru/https://e.lanbook.com/books/919#fizika\\_obsie\\_kursy\\_918\\_header](http://physics.nad.ru/https://e.lanbook.com/books/919#fizika_obsie_kursy_918_header)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Практикум по решению задач по молекулярной физике" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Освоение дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: учебная аудитория с количеством посадочных мест соответствующим количеству обучающихся, оборудованная мультимедийным проектором, экраном, доской.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)" и профилю подготовки Физика и информатика .



Автор(ы):

Низамова Э.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Нефедьев Л.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.