

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*Физический факультет*

"\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

Кафедра Общей физики

Образовательная программа бакалавриата

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность(профиль) программы:

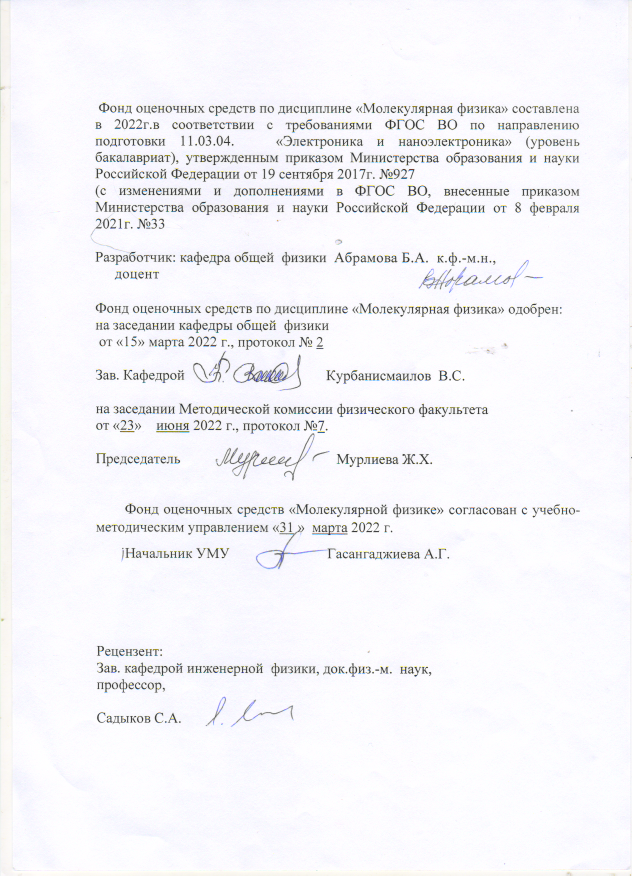
Микроэлектроника и твердотельная электроника

Форма обучения:  
очная

Статус дисциплины:

входит в обязательную часть

Махачкала, 2022 год.



|  |  |
| --- | --- |
| **Визирование ФОС для исполнения в очередном учебном году**  Фонд оценочных средств пересмотрен, обсужден и одобрен для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры общей и теоретической физики | |
| Внесены следующие изменения и дополнения: | Протокол от 15 марта 2022 г. № 2  Зав. кафедрой Курбанисмаилов В.С. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Визирование ФОС для исполнения в очередном учебном году**  Фонд оценочных средств пересмотрен, обсужден и одобрен для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры общей физики | |
| Внесены следующие изменения и дополнения: | Протокол от \_\_\_\_\_\_\_ 2023 г. №  Зав. кафедрой Курбанисмаилов В.С. |
|  |  |
| **Визирование ФОС для исполнения в очередном учебном году**  Фонд оценочных средств пересмотрен, обсужден и одобрен для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры общей физики | |
| Внесены следующие изменения и дополнения: | Протокол от \_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. №  Зав. кафедрой Курбанисмаилов В.С. |
|  |  |

1. **ПАСПОРТ**

**ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**«Молекулярная физики»**

* 1. **Основные сведения о дисциплине**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость,  академических часов | |
| --- | --- | --- |
| Семестр2 | всего |
| **Общая трудоёмкость** | **216** | **216** |
| **Контактная работа:** | **98** | **98** |
| Лекции (Л) | 32 | 32 |
| Практические занятия (ПЗ) | 32 | 32 |
| Лабораторные занятия | 34 | 34 |
| Консультации |  |  |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | Экзамен | 36 |
| **Самостоятельная работа:** | **82** | **82** |
| *- написание реферата (Р);*  *- написание эссе (Э);*  *- самостоятельное изучение разделов (перечислить);*  *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;*  *- подготовка к практическим занятиям;*  *- подготовка к коллоквиумам;*  *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)* |  |  |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен) | Экзамен |  |

* 1. **Требования к результатам обучения по дисциплине, формы их контроля и виды оценочных средств**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Контролируемые  модули, разделы  (темы)  дисциплины | Индекс  контролируемой  компетенции (или  её части) | Оценочные средства | | Способ контроля |
| наименование | №№ заданий |
|  | **Модуль 1**. Введение. Молекулярно-кинетическая теория | | | | |
| 1 | Основные понятия  молекулярной физики. Элементы  кинетической теории. | ОПК-1,  УК-1. | 2.2.1 | п/п 1-6 | Фронтальный опрос;  устный опрос |
| 2 | Уравнения состояния (термическое и  калорическое). Идеальный и неидеальный газы. Законы идеальных газов. Уравнения состояния идеального газа. | ОПК-1,  УК-1. | Текущий  контроль  2.2.1 | п/п 8-12 | Письменный опрос |
| 3 | Основные понятия теории вероятности. Плотность вероятности. Биномиальное распределение. Дисперсия.  Распределение Пуассона. Распределение Гаусса. | ОПК-1,  УК-1. | Вопросы  к коллоквиуму  2.21. | п/п 14-16 | Устно,  письменно |
|  | **Модуль 2** . Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. | | | | |
| 4 | Распределение Максвелла. Распределение молекул по компонентам скорости . | ОПК-1,  УК-1. | 2.21.  тесты | п/п 17-20,  п/п 23-26 | Устный,  письменно |
| 5. | Распределение Больцмана. Распределение молекул в поле сил тяжести. | ОПК-1,  УК-1. | 2.21.  Типовые  Задачи | п/п 30-32 | Письменно;  Компьютерное тестирование |
| 6. | Молекулярно-кинетические характеристики газов, жидкостей и твердых тел. | ОПК-1,  УК-1. | 2.2.2  2.3.2. | п/п 3-14.  п/п 3-14 | Контрольная работа |
| 7. | Явления переноса. | ОПК-1,  УК-1. | 2.2.2.  тесты  Типовые задачи | п/п 30-32 | Коллоквиум |
|  | **Модуль 3**. Термодинамика. Термодинамический метод | | | | |
| 8 | Термодинамические системы. Первое начало термодинамики. Работа, теплота, внутренняя энергия. Функции состояния. Термическое и калорическое уравнения состояния. | ОПК-1,  УК-1 | 2.1.1  Тесты по теме.  Вопросык коллоквиуму | п/п1-15 | Фронтальный опрос; коллоквиум;  Компьютерное тестирование |
| 9 | Циклические процессы. Работа при циклическом процессе. | ОПК-1,  УК-1 | 2.2.1  Тесты по теме. | п/п 6-12 | Контрольная работа.  Компьютер-ное тестирование |
| 10 | Классическая теория теплоёмкостей. Закон равного распределения энергии теплового движения по степеням свободы. Элементы квантовой теории теплоёмкостей. | ОПК-1,  УК-1 | Текущий контроль  2.2.2.  Тесты по теме | п/п 17-20 | Письменный опрос |
| 11 | Элементы квантовой теории теплоёмкостей. Второе начало термодинамики. Энтропия. Формулировки второго начала. Тепловая машина. Определение КПД тепловой машины. Цикл Карно. Теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. | ОПК-1,  УК-1 | 2.2.3.  2.2.2  Тесты по теме | п/п 2-14.  п/п39-42 | Коллоквиум Компьютер-ное тестирование |
|  | ***Модуль 4*. Реальный газ. Жидкости.** | | | |  |
| 12 | Реальные газы. Газ Ван-дер-Ваальса как модель реального газа. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. | ОПК-1,  УК-1 | 2.2.3.  Типовые  задачи | п/п 25-32 | Устный опрос |
| 13 | Фазовые переходы Фазовые переходы I и II рода. Химический потенциал. Условие равновесия фаз. Кривая фазового равновесия. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. | ОПК-1,  УК-1 | 2.2.3.  Типовые  Задачи  тесты | п/п 35-39  п/п43-48 | Письменный опрос |
|  | ***Модуль 5***. ***Поверхностные явления.*** | | | | |
| 14 | Термодинамика поверхности.  Свободная энергия поверхности. Краевые углы. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа. | ОПК-1,  УК-1 | 2.2.3.  Типовые  Задачи  Тесты  Подготовка к коллоквиуму | п/п49-52 | Коллоквиум  Компьютерное тестирование |
| 15 | Теплофизические свойства твёрдых тел. Термодинамика деформации твёрдых тел.. | ОПК-1,  УК-1 | 2.2.3 | п/п 56-64 | Итоговая контрольная работа |

* 1. **Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций.**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Индекс  компетенции | Уровни сформированности компетенции | | | | |
| Недостаточный | | Удовлетворительный (достаточный) | Базовый | Повышенный |
|  |  | Отсутствие признаков удовлетворительного уровня. | Знать:  Уметь:  Владеть: | | Знать:  Уметь:  Владеть: | Знать:  Уметь:  Владеть: |
| 1 | ОПК-1. | Отсутствие признаков удовлетворительного уровня | Знает:  - физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности.  Умеет: - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта.  Владеет:  - навыками критического анализа научно -технической литературы в сфере профессиональной деятельности | | **Знает:**- современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей.  **Умеет:**- использовать современные средства автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации.  **Владеет:**  - современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации | **Знает:** сформированные, системные базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук  **Умеет**: использовать современные средства в профессиональной деятельности,  базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук .  **Владеет:** современными интерактивными технологиями для использования в профессиональной деятельности включая базовые естественно- научные знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и естественных наук. . |
|  | УК-1 | Отсутствие признаков удовлетворительного уровня | Знает:  - общие, но не структурированные  требования к проведению поиска, критического анализа и синтезу информации;  - методики поиска, сбора и обработки информации;  Умеет:  - не системно сформулировать проблему, которая важна для решение поставленной задачи;  - провести декомпозицию задачи в соответствии с заданными требованиями;  - составить перечень элементов информации, необходимых для решения задачи;  Владеет:  в целом успешным , но не системным применением навыков осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, для использования в профессиональной деятельности | | Знает: сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в требованиях к проведению анализа и синтезу информации; - методики поиска, сбора и обработки информации.  Умеет: сформировать, но содержащие отдельные пробелы,  знания в методике поиска, сбора и обработки информации.  Владеет:  в целом навыками  использовать в  профессиональной деятельности | Знает: - современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.  Умеет: - получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте, с использованием информационно коммуникационных технологий. Владеет: - навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний в области профессиональной деятельности, в том числе для освоения общего курса физики. |

**2.КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ**

**знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,**

**характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины (модуля) «Молекулярная физика».**

К **оценочным средствам** результатов обучения по данной дисциплине относятся:

**Устный опрос(экзамен, теоретический зачет)** – диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у

студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала.

Рекомендуется для оценки знаний обучающихся.

**Коллоквиум** – способ промежуточной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета. Рекомендуется для оценки знаний обучающихся.

**Тесты** – инструмент, с помощью которого педагог оценивает степень достижения студентом требуемых знаний, умений, навыков. Составление теста включает в себя создание выверенной системы вопросов, собственно процедуру проведения тестирования и способ измерения полученных результатов.

Рекомендуется для оценки знаний и умений студентов.

**Контрольная работа** – средство промежуточного контроля остаточных знаний и умений, обычно состоящее из нескольких вопросов или заданий, которые студент должен решить, выполнить.

Рекомендуется для оценки знаний и умений студентов.

**Проектная деятельность** – воплощение имеющегося замысла, идеи, образа решения какой-либо проблемы в подходящей для этого форме (описание, обоснование, расчеты, чертежи).

Рекомендуется для оценки умений и владений студентов.

**Презентация** – представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе.

**Кейс-задача** – проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Студент самостоятельно формулирует цель, находит и собирает информацию, анализирует ее, выдвигает гипотезы, ищет варианты решения проблемы, формулирует выводы, обосновывает оптимальное решение ситуации.

Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений, атакже отдельных дисциплинарных компетенцийстудентов.

**Реферат –** продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемого вопроса, приводит различные точки зрения, а также собственное понимание проблемы.

Рекомендуется для оценки знаний и умений студентов.

Критерии оценки: - оценка «отлично» выставляется студенту, если задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями;

Критерии оценки: - оценка «отлично» выставляется студенту, если студент правильно выполнил индивидуальное творческое задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите;

- оценка «хорошо» - студент выполнил индивидуальное творческое задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите;

- оценка «удовлетворительно» - студент выполнил индивидуальное творческое задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей;

- оценка «неудовлетворительно» - при выполнении индивидуального творческого задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей;

2.1.Вопросы текущего контроля освоения дисциплины, учитывающие  
формируемые знания, умения и владения

2.1.1. Контрольные вопросы и упражнения к коллоквиуму1

1. Почему термодинамический и статистический (молекулярно -кинетический) методы исследования макроскопических систем качественно различны и взаимно дополняют друг друга?  
2. Что такое термодинамические параметры? Какие термодинамические параметры известны?  
3. Как объяснить закон Бойля–Мариотта с точки зрения молекулярно-кинетической теории? Какими законами описываются изобарные и  
изохорные процессы? Перечислите основные законы идеальных газов.  
4. Каков физический смысл числа Авогадро? числа Лошмидта?  
5. При некоторых значениях температуры и давления азот количеством вещества занимает объем 20 л. Какой объем при этих же условиях  
займет водород количеством вещества 1 моль?  
6. В чем заключается молекулярно-кинетическое толкование давления газа? термодинамической температуры?  
7. В чем содержание и какова цель вывода основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов?  
8. Приведите уравнения состояния идеального газа.9. Почему термодинамический и статистический (молекулярнокинетический) методы исследования макроскопических систем качественно различны и взаимно дополняют друг друга?  
10. Что такое термодинамические параметры? Какие термодинамические параметры известны?  
11. Как объяснить закон Бойля–Мариотта с точки зрения молекулярно-кинетической теории? Какими законами описываются изобарные и  
изохорные процессы? Перечислите основные законы идеальных газов.  
12. Каков физический смысл числа Авогадро? числа Лошмидта?  
13. При некоторых значениях температуры и давления азот количеством вещества занимает объем 20 л. Какой объем при этих же условиях  
займет водород количеством вещества 1 моль?  
14. В чем заключается молекулярно-кинетическое толкование давления газа? термодинамической температуры?  
15. В чем содержание и какова цель вывода основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов?  
16. Приведите уравнения состояния идеального газа.

17. Приведите зависимость функции распределения Максвелла от  
массы молекул и температуры газа.  
18. Каков физический смыл распределения молекул по энергиям?  
19. Как, зная функцию распределения молекул по скоростям, перейти  
к функции распределения по энергиям?  
20. Во сколько раз и как изменится средняя скорость движения молекул при переходе от кислорода к водороду?  
21. Приведите барометрическую формулу.  
22. В чем суть распределения Больцмана?  
23. Каков физический смысл закона Максвелла–Больцмана?  
24. Приведите распределение Бозе–Эйнштейна и Ферми–Дирака.  
25. Какие частицы называются бозоны и фермионы?  
26. Найти среднюю квадратичную <υкв>, среднюю арифметическую  
<υ> и наиболее вероятную υв скорости молекул водорода. Вычисления  
выполнить для трех значений температуры: 1) *Т* = 20 К; 2) *Т* = 300 К; 3)  
*Т* = 5000 К.  
27. Какова вероятность *W* того, что данная молекула идеального газа  
имеет скорость, отличную от 1/2υв не более чем на 1%?  
28. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу *т* = 10-18 г. Во  
сколь раз уменьшится их концентрация *п* при увеличении высоты на Δ*h*= 10 м? Температура воздуха *Т* = 300 К.  
30. Определить силу *F*, действующую на частицу, находящуюся во  
внешнем однородном поле силы тяжести, если отношение *п*1/*п*2 концентрацией частиц на двух уровнях, отстоящих друг от друга на Δ*z* = 1  
м, равное *е*. Температуру *Т* считать везде одинаковой и равной 300 К.

31. На какой высоте *h* над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на еѐ поверхности? Считать, что температура *Т*воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

**2.2.2. Контрольные вопросы и упражнения к коллоквиуму 2**.

1.Перечислите явления переноса происходящие в газах.

2.В чем сущность явлений переноса? Каковы они и при каких условиях возникают?

3.Дайте определение средней длины свободного пробега.

4.Какой физический смысл эффективного сечения молекул?

5.Зависит ли средняя длина свободного пробега молекул от температуры газа? Почему?

6.Как изменится средняя длина свободного пробега молекул с увеличением давления?

7.Объясните физическую сущность законов Фурье, Фика, Ньютона.

8. Каков физический смысл коэффициентов переноса?

9. Представьте графическую зависимость коэффициентов переноса от  
давления.

10.Что такое молекулярное течение, эффузия газов?

11. Найти среднюю длину свободного пробега *l* молекул водорода при  
давлении *Р* = 0,1 Па и температуре *Т* = 100 К.

12.При каком давлении *Р* средняя длина свободного пробега *l* молекул  
азота равна 1 м, если температура *Т* газа равна 300 К.

13. Баллон вместимостью *V* = 10 л содержит водород массой *т* = 1 г.  
Определить среднюю длину свободного пробега *l* молекул.

14.Средняя длина свободного пробега *l* атомов гелия при нормальных  
условиях равна 200 нм. Определить коэффициент диффузии *D* гелия.

15.Коэффициент диффузии *D* кислорода при температуре *Т* = 0° С равен 0,19 см2/с. Определить среднюю длину свободного пробега *l* молекул кислорода.

16.Каков физический смысл первого начала термодинамики?

17.Что такое теплоемкость газа? Какая из теплоемкостей – *СV или Ср –*больше и почему?

18.Что такое внутренняя энергия идеального газа? В результате каких  
процессов может изменяться внутренняя энергия системы?

19.Приведите уравнение Майера. В чем физический смысл универсальной газовой постоянной?

20. Каковы теплоемкости одноатомных и многоатомных газов?

21.Что такое показатель адиабаты?

22.Что называется числом степеней свободы молекулы?

23.Чему равна работа изобарного расширения 1 моль идеального газа  
при нагревании на 1 К.

24. Нагревается или охлаждается идеальный газ, если он расширяется  
при постоянном давлении?

25. Температура газа в цилиндре постоянна. Запишите на основе первого начала термодинамики соотношение между сообщенным количеством теплоты и совершенной работой.

26. Газ переходит из одного и того же начального состояния 1 в одно  
и то же конечное состояния 2 в результате следующих процессов: а)  
изотермического; б) изобарного; в) изохорного. Рассмотрев эти процессы графически, покажите: 1) в каком процессе работа расширения максимальна; 2) когда газу сообщается максимальное количество теплоты.

27.Газ переходит из одного и того же начального состояния 1 в одно  
и то же конечное состояние 2 в результате следующих процессов: а)  
изобарного процесса; б) последовательных изохорного и изотермического процессов. Рассмотрите эти переходы графически. Одинаковы или различны в обоих случаях: 1) изменение внутренней энергии; 2) затраченное количество теплоты?

28.Почему адиабата более крутая, чем изотерма?

29.Как изменится температура газа при его адиабатном сжатии?

30.Что такое политропический процесс?

31.Показатель политропы n > 1*.* Нагревается или охлаждается идеальный газ при сжатии?

32.Что назвается круговым процессом (циклом)?

33. Проанализируйте прямой и обратный циклы.

34. Чем отличаются обратимые и необратимые процессы? Почему все реальные

процессы необратимы?

35. Дайте понятие тепловой машины, чем отличается тепловой двигатель  
от холодильной машины?

36. Для чего необходим холодильник тепловой машине. Возможен ли процесс, при котором теплота, взятая от нагревателя,  
полностью преобразуется в работу?  
37. Сформулируйте теорему Карно.  
38. Проанализируйте *P*, *V* диаграмму цикла Карно.  
39. Представив цикл Карно на диаграмме *P*, *V* графически, укажите, какой площадью определяется: 1) работа, совершенная над газом; 2) работа, совершенная самим расширяющимся газом.  
40. Как вычисляется работа и КПД цикла Карно?  
41. Чем определяется КПД цикла Карно? Какие машины обладают  
максимальным КПД?  
42. Кроме холодильных машин, обратный цикл Карно положен в  
основу действия тепловых насосов*.* Поясните как это происходит?  
43. Холодильник Карно предназначен для хранения газообразного гелия до температуры 4 К. Сколько джоулей механической энергии требуется для того, чтобы изъять 1 Дж тепла из гелия, находящегося при этой температуре? (Температура горячего резервуара комнатная).  
44. Решите предыдущее упражнение для случая, когда температура  
образца гелия не 4 К, а 0,1 К.  
45. Холодильник, основанный на цикле Карно , извлекает из  
охлаждаемого тела 140 Дж тепла. Это тепло передается теплообменнику, имеющему температуру 27° С. Среднюю температуру тела в процессе охлаждения можно считать равной 7°С. Сколько работы в джоулях нужно затратить на этот процесс?

**2.2.3. Контрольные вопросы и упражнения к коллоквиуму3**.

1.Дайте понятие приведенной теплоты и энтропии.  
2. Дайте определение, размерность и математическое выражение энтропии для различных процессов.  
3. Что такое равенство и неравенство Клаузиуса?  
4. Как ведет себя энтропия в процессах изменения агрегатного состояния?  
5. Как изменяется энтропия при обратимых и необратимых процессах?  
6. Приведите известные вам формулировки второго начала термодинамики.  
7. Какой двигатель называется двигателем второго рода?  
8. Какой вид имеет первое и второе начало термодинамики в объединенной форме?  
9. Возможен ли процесс, при котором теплота, взятая от нагревателя,  
полностью преобразуется в работу?  
10. В каком направлении может изменяться энтропия замкнутой системы? незамкнутой системы?  
11. Изобразите в системе координат *Т*, *S* изотермический и адиабатный процессы.  
12. Представьте графически цикл Карно в переменных *Т, S.*13. Дайте понятие свободной и связанной энергии.  
14. Что такое энергетическая потеря в изолированной системе?  
15. Каков статистический смысл энтропии?  
16. Что такое макросостояние и микросостояние системы?  
17. Что такое термодинамическая вероятность или статический вес  
макросостояния?  
18. В каком состоянии энтропия и термодинамическая вероятность  
максимальны?  
19. Какова связь между энтропией и термодинамической вероятностью?

21. Каковы недостатки первого и второго начала термодинамики?  
22. Сформулируйте теорему Нернста.  
23. Сформулируйте третье начало термодинамики.  
24. Каково следствие третьего начала термодинамики?

25. Чем отличаются реальные газы от идеальных?  
26. Запишите и проанализируйте уравнение Ван-дер-Ваальса для  
27. моль газа; для произвольного количества вещества.  
28. Каков смысл поправок при выводе уравнения Ван-дер-Ваальса?  
29. Из чего складывается межмолекулярное взаимодействие?  
30. Какие силы действуют между молекулами?  
31. Какое влияние оказывают сила притяжения на уравнения состояния идеального газа?  
32. Проанализируйте изотермы уравнения Ван-дер-Ваальса.  
33. Почему перегретая жидкость и пересыщенный пар являются метастабильными состояниями?  
34. При адиабатном расширении газа в вакууме его внутренняя энергия  
не изменяется. Как изменится температура, если газ идеальный? реальный?  
35. Что такое насыщенный пар?  
36. Некоторое количество твердого вещества смешано с тем же веществом в жидком состоянии почему при нагревании этой смеси ее температура не поднимается?  
37. Что такое фаза? фазовый переход?  
38. Чем отличается фазовый переход I рода от фазового перехода II рода?  
40. Что можно «вычитать» из диаграммы состояния, используемой  
для изображения фазовых превращений?  
41. Kaков критерий различных агрегатных состояний вещества?  
42. Каково принципиальное значение уравнения Ван-дер-Ваальса?  
43. В сосуде вместимостью *V* = 0,3 л находится углекислый газ, содержащий количество вещества ω = 1 моль при температуре *Т* = 300 К. Определить давление *Р* газа: 1) по уравнению Менделеева – Клапейрона; 2) по уравнению Ван-дер-Ваальса.  
44. Критическая температура Ткр аргона равна 151 К и критическое  
давление Ркр = 4,86 МПа. Определить по этим данным критический молярный объем Vm аргона.  
45. Определить внутреннюю энергию *U* азота, содержащее количество вещества ω = 1 моль, при критической температуре *Т*кр = 126 К. Вычисления выполнить для четырех значений объемов *V*: 1) 20 л; 2) 2 л; 3)0,2 л; 4) *V*кр.  
46. Найти внутреннюю энергию *U* углекислого газа массой *т* = 132 г  
при нормальном давлении *Р*0 и температуре *Т* = 300 К в двух случаях,  
когда газ рассматривают: 1) как идеальный; 2) как реальный.  
47. Кислород массой *т* = 8 г занимает объем *V* = 20 см3 при температуре *Т* = 300 К. Определить внутреннюю энергию *U* кислорода.

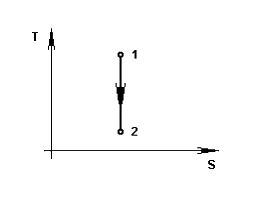
48. Поверхностное натяжения. Свободная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения. Примеры, демонстрирующие наличие силы поверхностного натяжения.  
49.Влияние силы тяжести и второй среды на форму жидкости. Условия равновесия на  
границе двух жидкостей.  
50.Условия равновесия на границе жидкость - твердое тело. Влияние смачиваемости на  
величину подъемной силы.  
51.Давление над исправленной поверхностью жидкости.  
52.Капиллярное явления. Форма уровня жидкости между двумя скрещенными пластинами. Силы сцепления между смачивающимися параллельными пластинами.  
53.Испарения. Теплота испарения. Давление насыщенных паров вблизи искривленной поверхности жидкости. Условия выпадения дождя.  
54.Кипения. Зависимость температуры кипения от давления. Перегретая жидкость. Пузырьковая камера. Перенасыщенный пар. Камера Вильсона.  
55.Структура жидкости. Функция распределения. Жидкие кристаллы, их свойства и применения. 56.Жидкие растворы. Концентрация жидких растворов. Насыщенный раствор. Растворимость. Отличие свойств раствора от свойств компонентов.  
57.Теплота растворения. Идеальный раствор. Упругость насыщенных паров над идеальным раствором. Законы Рауля и Генри. Газирование воды.  
58.Зависимость растворимости от температуры. Диаграммы растворимости.

59.Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств и огранка кристаллических тел.  
60.Симметрия кристаллов. Элементы симметрии. Примеры. Точечные группы симметрии.  
61.Кристаллическая решетка. Примитивная решетка. Трансляционная симметрия. Пространственные группы. Кристаллические классы и решетки Бравэ.  
62.Кристаллическая система координат. Обозначение атомных плоскостей и направлений.  
Индексы Миллера.  
63.Кристаллизация и плавления. Кристаллизация и сублимация. Фазовые диаграммы.  
Аномальные вещества. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода.  
64.Твердые сплавы и твердые растворы, и их диаграммы

**2.3 .Комплект заданий для контрольной работы  
Контрольные задания для проведения текущего контроля**

2.3.1 Кейс -задачи к тестам по молекулярной физике

**А)** В процессе 1- 2 показанном на рисунке абсолютное давление и удельный объём соответственно

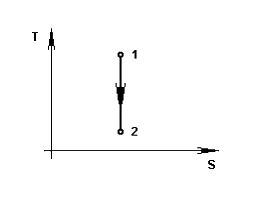
 1). Не изменяется увеличивается;

2).не изменяется уменьшается;

3).увеличивается не изменяется;

4).уменьшается не изменяется.

**В)** В процессе 1- 2 показанном на рисунке абсолютное давление и удельный объём соответственно



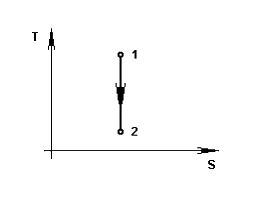
1). уменьшается и увеличивается;

2) увеличивается и уменьшается ;

3). увеличивается и увеличивается;

4). уменьшается и уменьшается.

Г) В процессе 1- 2 показанном на рисунке температура и удельный объём соответственно



**1).** уменьшается и увеличивается

2**).** **увеличивается и уменьшается**

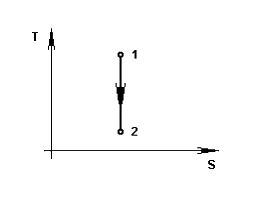
**3). увеличивается и увеличивается**

**4)** уменьшается и уменьшается.

№вопрос1

Процесс, изображенный на рисунке в координатах (T,S), где S-энтропия.

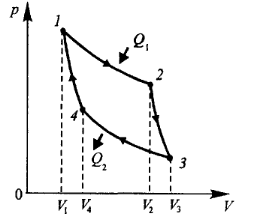
Как связаны работа и внутреняя энергия и работа.

****

 1)https://ravanda.ru/f/iex_im/huqtnkn402qobc7h0rigq2igicvfvky4dpafjnserq1b8.png; 2)https://ravanda.ru/f/iex_im/z21utb39vgpvalmtlf13l4rphejvcu6xtvtjs2hhptlak.png 3)https://ravanda.ru/f/iex_im/tw1qr8jvtm3oi74icqp45v41z6goariez9ckdtdob914l.png; 4) q= 𝑙.

Вопрос1.

Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно (две изотермы 1-2 и 3-4 и две адиабаты 2-3 и 4-1).

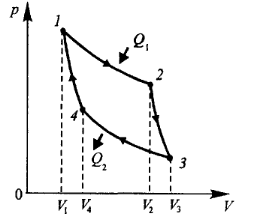


За один цикл работы тепловой машины энтропия рабочего тела …

1). не изменится; 2). уменьшится; 3). возрастёт.

Вопрос 2.

Тепловая машина работает по циклу Карно

 Если температуру нагревателя увеличить, то КПД цикла…

1). увеличится;

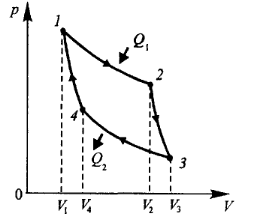
2). не изменится;

3). Уменьшится.

Вопрос 3.

Тепловая машина работает по циклу Карно

Если температуру нагревателя уменьшить, то КПД цикла…

 1). увеличится;

2). не изменится;

3). Уменьшится.

**Критерии оценки:**

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями;

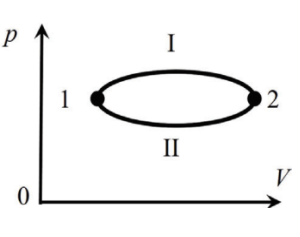
- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если *з*адание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.

**2.3.2. Примерные тесты по молекулярной физике.**

**1.**Идеальный газ переводится из состояния 1 в состояние 2 один раз в результате процесса I, а, другой раз посредством процесса II

(рис. ) В ходе какого процесса количество полученной

газом теплоты больше?

1. Определить кинетическую энергию вращательного движения всех  
   молекул в 2 г водорода при температуре *T =* 100 К.

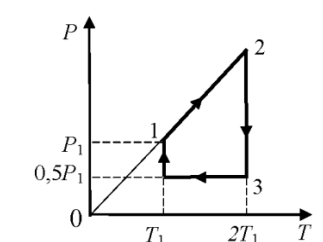
3.Чему равны удельные теплоемкости *cp* и *cV* некоторого  
двухатомного газа, если плотность этого газа при нормальных условиях *ρ0  
= 1,43 кг/м3*?  
**4.**Азот занимает объем *V = 2 л* под давлением *p = 105 Па*. Какое  
количество теплоты надо сообщить азоту, чтобы  
а) при *p = const* объем увеличить вдвое;  
б) при *V = const* давление увеличить вдвое?

**5.**Удельные теплоемкости некоторого идеального газа при

постоянном объеме и при постоянном давлении равны соответственно

*CV* = 733 Дж/(кг ⋅ К) и CP=1026 Дж/(кг ⋅ К) . Определить молярную массу μ этого газа и число степеней свободы *i* его молекул.

6.. На графике изображен цикл с идеальным одноатомным газом  
 неизменной массы в количестве V = 2 моля.

  
Представьте график цикла в координатах Р—*V* и  
определите количество теплоты, полученное газом за  
цикл, если параметры газа в состоянии 1 равны Т = 300К, а давление *Р1*= 105 Па.  
Определите КПД этого теплового цикла.

7. Масса *m = 10,5 г* азота изотермически расширяется при температуре  
*t = -230C* от давления *p1 = 2,5 атм* до *p = 1 атм*. Найти работу,  
совершенную газом при расширении.

8. Кислород массой *т* = 2 кг занимает объем *V*1 = 1 м3 и находится под давлением

*Р1* = 0,2 МПа. Газ сначала был нагрет при постоянном давлении до объема *V2* = 3 м3,

а затем при постоянном объеме до давления *Р*3 = 0,5 МПа. Найдите: 1) изменение

внутренней энергии Δ*U* газа; 2) совершенную им работу *А*; 3) количество теплоты *Q*,

переданное газу. Постройте график процесса.

9. Второе начало термодинамики (формулировка Клаузиуса?)

1.Возможен циклический процесс, единственным результатом которого была бы передача теплоты от менее нагретого тела к более нагретому.

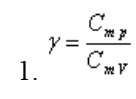
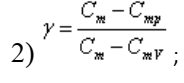
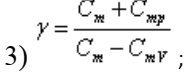
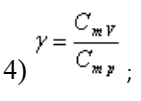
2. Возможен циклический процесс, единственным результатом которого была бы передача теплоты от более нагретого тела к менее нагретому.

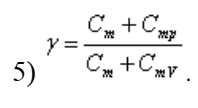
3. Невозможен циклический процесс, единственным результатом которого была бы передача теплоты от более нагретого тела к менее нагретому.

4. Возможен циклический процесс, единственным результатом которого была бы передача теплоты между нагретыми телами.

5. Невозможен циклический процесс, единственным результатом которого была бы передача теплоты от менее нагретого тела к более нагретому

10.Какой формуле соответствует показатель адиабаты:

;   



11. Закон Бойля -Мариотта

C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt080.gif; C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt079.gif;

C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt078.gif;

C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt078.gif;

C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt081.gif.

12.Работа при изохорном процессе.

C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt159 (2).gif; C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt160 (2).gif; C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt164.gif;C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt165 (1).gif; *А=0*

**13.** Вычислить удельные теплоемкости *сV* и *сP* смеси газов, состоящей  
из *m1* = 9 г водяного пара (Н 2О) и *m2* = 16 г кислорода (О 2), при  
температуре 300 К.

**14.** Вычислить показатель адиабаты γ для газовой смеси, состоящей из ν1 = 3,0 молей водорода и ν2 = 5,0 молей аргона, при температуре 300 К.

15.Первоначально КПД цикла Карно равен п = 40 %. Определить КПД  
после того, как температуру нагревателя увеличили на 20 %, а температуру  
охладителя понизили на 20 %.

16. В идеальной тепловой машине из каждого одного джоуля теплоты,  
получаемой от нагревателя, 0,75 Дж отдается холодильнику. Если  
температура холодильника 27 °C, то чему равна температура нагревателя  
(в °С).

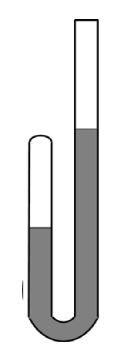
17. Полная работа в термодинамике.

C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt061 (2).gif;C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt065.gif; C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt062 (2).gif; C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt066.gif; C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt063 (1).gif.

18. Расчет изменения энтропии для идеального газа.  
Определить изменение энтропии AS при изотермическом расширении  
кислорода массой *m* = 10 г от объема V1 = 25 л до объема V2= 100 л.

**19.** Молярная теплоемкость идеального газа в политропическом  
процессе равна *С* = 2*R*. Показатель политропы *n* = 3. Процесс проходит при температурах,

близких к комнатной. Определить количество степеней свободы у молекулы газа.

** 20.** U-образная трубка, один конец которой запаян, а другой открыт, заполнена жидкостью (см. рис. ). В запаянной части трубки над жидкостью находится идеальный газ. При начальной температуре его объем равен *V*0, а уровни жидкости в левой и правой частях трубки совпадают.

Наружное давление равно *р*0. Газ в левой части трубки начинают медленно нагревать. Найти уравнение процесса. Будет ли этот процесс политропическим?

21. Молярная теплоемкость

C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt105 (1).gif;

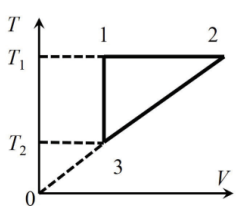
C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt108.gif;

C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt107.gif;

C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt106.gif;

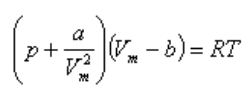
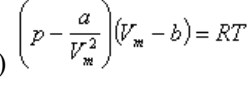
C:\ТЕСТЫ К МОЛЕК. ФИЗИКЕ\mkt105.gif.

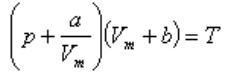
**22.**В результате изотермического расширении ν = 5 молей метана при  
температуре *Т* = 273 К давление газа уменьшилось от р1 = 10·105 Па до *р*2  
= 1·105 Па. Определить количество полученной газом теплоты *Q*.

  
**23.**Тепловая машина с одним молем идеального газа в качестве рабочего идеального газа в качестве рабочего вещества совершает цикл, показанный на рис. Изобразить этот цикл на (*р*-*V*)- диаграмме. Какая работа совершается газом за цикл?

**24.** Масса *m = 10,5 г* азота изотермически расширяется при  
температуре *t = -23C0* от давления *p1 = 2,5 атм* до *p = 1 атм*. Найти работу, совершенную газом при расширении.

**25.**Какой формуле соответствует уравнение Ван-дер- Ваальса для моля  
реального газа.

1. ; 2. ; 3. ;

4. 

26. Найти давление водорода по уравнению Ван-дер-Ваальса при  
температуре 300 К и молярном объеме 10-3 м3 моль, а так же при  
температуре 35 К и молярном объеме 10-4 м3 моль.

**27**. Вычислить постоянные, *а* и *b* в уравнении Ван-дерВаальса для  
азота, если известны критические температура *Т*кр = 126 К и давление *Р*кр  
=3,39 МПа.  
**28.**Кислород массой *т* = 8 г занимает объем *V* = 20 см3 при температур  
*Т* = 300 К. Определить внутреннюю энергию *U кислород*.  
**29.**Известны постоянные Ван-дер-Ваальса и индивидуальная газовая  
постоянная водного пара вблизи критического состояния:  
*a* = 0,199Па ⋅ м6 /моль2; *b* =1,83×10-5 м2 /моль; R = 5,008Дж.(моль⋅ К).  
Найти параметры критического состояния.

30.Основнойзакон теплопроводности сформулирован ученым:

1.Фурье

2.Гей-Люссаком

3.Бойлем

4.Кирхгофом.

31.Площадь под кривой процесса в PV-координатах численно равна

1.теплоте;

2.энтальпии;

3.работе;

4. объёму.

32.Площадь под кривой процесса в TS-координатах численно равна

1.работе;

2.теплоёмкости;

3.теплоте;

4.температуре.

**Критерии оценки:**

- оценка **«отлично»** выставляется студенту, если задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями;

- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если *з*адание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных вработе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.

***СПИСОК ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.***

**Лабораторная работа № 1**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ВОЗДУХА   
КАПИЛЛЯРНЫМ МЕТОДОМ**

**Контрольные вопросы**

1. Явление переноса в газах.

2. Объясните явление внутреннего трения в идеальном газе с точки зрения молекулярно-кинетической теории.

3. Напишите и объясните формулу Ньютона для внутреннего трения.

4. Каков физический смысл коэффициента вязкости? В каких единицах в системе СИ измеряется эта величина?

5. Напишите формулу для коэффициента вязкости идеального газа.

6. Дать определение средней арифметической скорости теплового движения молекул идеального газа? От каких физических величин она зависит?

7. Дать определение средней длины свободного пробега молекул. От каких физических величин она зависит?

8. Напишите формулу Пуазейля. При каких условиях ее применяют?

9. В чем заключается капиллярный метод определения коэффициента вязкости газов?

10. Как изменяется скорость движения газа по радиусу канала при ламинарном режиме течения?

11. Как оценить среднюю длину свободного пробега, используя явление внутреннего трения в газах?

**Лабораторная работа № 2**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ НАГРЕТОЙ НИТИ**

**Контрольные вопросы**

1. Расскажите о возможных способах передачи теплоты.

2. В чем суть явления теплопроводности? Какая физическая величина переносится при теплопроводности?

3. Какая величина называется тепловым потоком? В каких единицах в системе СИ она измеряется?

4. Какой формулой описывается поток теплоты, перенесенный при теплопроводности?

5. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности? В каких единицах системы СИ измеряется эта величина?

6. Напишите формулу для коэффициента теплопроводности идеального газа.

7. Объясните понятие градиента температуры.

8. В чем заключается метод нагретой нити для определения коэффициента теплопроводности газов?

9. Выведите расчетную формулу для определения коэффициента теплопроводности методом нагретой нити.

10. Объясните назначение эталонного резистора в схеме экспериментальной установки.

11. Как определяется разность температур проволоки и наружной трубки в данной работе?

12. Как оценить среднюю длину свободного пробега, используя явление теплопроводности?

# Лабораторная работа №3

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЗАИМНОЙ   
ДИФФУЗИИ ВОЗДУХА И ВОДЯНОГО ПАРА**

Контрольные вопросы

1. В чем заключается явление диффузии?Какая величина переносится при диффузии?

2. Напишите формулу закона Фика и объясните физический смысл коэффициента диффузии.

3. Напишите формулу для коэффициента диффузии идеального газа.

4. Что такое парциальное давление? Как можно определить давление смеси газов?

5. Что такое относительная влажность воздуха? Как можно измерить эту величи­ну?

6. В чем заключается метод определения коэффициента взаимной диффузии воз­духа и водяного пара по скорости испарения жидкости с капилляра?

7. Выведите расчетную формулу для определения коэффициента взаимной диффу­зии.

8. Основные источники погрешностей данного метода измерений.

**Лабораторная работа № 4**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТЕЙ ВОЗДУХА ПРИ ПОСТОЯННОМ ДАВЛЕНИИ И ОБЪЕМЕ**

**Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте 1 закон термодинамики. Запишите этот закон для изобарного, изохорного, изотермического и адиабатного процессов.
2. Дайте определение удельной и молярной теплоемкости. В каких единицах СИ они измеряются?
3. В чем особенности теплоемкости газа? Выведите формулу для молярных теплоемкостей *СV* и *CP* идеального газа.
4. Дайте определение числа степеней свободы молекулы. Чему равна величина і для 1-, 2-, 3- и многоатомного идеальных газов?
5. Какой процесс называется адиабатным?
6. Рассчитайте теоретическое значение показателя адиабаты для 1, 2 и 3-атомного идеального газа.
7. В чем заключается метод Клемана и Дезорма для определения отношения ?
8. Опишите рабочий цикл экспериментальной установки по P-V диаграмме.
9. Выведите расчетную формулу для определения .

10. Как и почему изменяется температура газа в колбе при проведении опыта?

# Лабораторная работа № 5

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ВЫСОКОГО ВАКУУМА**

**Контрольные вопросы.**

1. Какое состояние газа называется вакуумом?
2. Какое состояние называется низким, средним и высоким вакуумом? Какое давление имеет газ в этих состояниях?
3. Принцип работы и устройство форвакуумного и диффузионного насосов.
4. Что такое противодавление, и почему один насос не может создавать высокий вакуум порядка 10-8 мм рт. ст.?
5. Каким образом можно улучшить работу форвакуумного и диффузионного насосов?
6. Принцип работы и устройство термоэлектрического и ионизационного манометров.
7. Почему термоэлектрический манометр не может измерять давление ниже 10-3мм рт. ст., а ионизационный манометр не может измерять давление выше 10-2 –10-3 мм рт ст.?

**Лабораторная работа № 6**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ**

**Контрольные вопросы**

1. Какая величина называется теплоемкостью вещества, удельной и молярной теплоемкостью? В каких единицах Си они измеряются?
2. Выведите формулу для полной внутренней энергии одного моля твердого тела.
3. Выведите формулу для молярной теплоемкости твердого тела – закон Дюланга- Пти .
4. Какие выводы вытекают из закона Дюланга – Пти.
5. Соответствует ли экспериментальная зависимость теплоемкости от температуры теоретической?
6. В чем сущность теории Эйнштейна для объяснения зависимости теплоемкости твердого тела от температуры? Выведите формулу Эйнштейна исходя из значений средней энергии  колебания атомов.
7. Что предложил Дебай для уточнения теории Эйнштейна?
8. Каков смысл температуры Дебая?
9. В чем заключается метод электрического нагрева для определения теплоемкости твердых тел?

10. Выведите формулу для экспериментального определения теплоемкости.

11. Почему во время эксперимента нагревание пустого калориметра и калориметра с образцом необходимо производить при одной и той же мощности нагревателя?

12. Чем ограничена максимально допустимая температура нагревания калориметра?

Основные источники ошибок данного метода измерений

**Лабораторная работа** №7

**Определение теплоты парообразования воды. Контрольные задания.**

1. Что такое фазовый переход? Назовите виды фазовых переходов.
2. Какая величина называется скрытой теплотой фазового перехода?
3. Изобразите на Р-V диаграмме экспериментальную изотерму.
4. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса (без вывода). Поясните физический смысл этого уравнения.
5. Выведите основную расчетную формулу, используемую в данной работе.  .
6. В чем заключается метод определения теплоты парообразования воды с использованием экспериментальной зависимости Рп(Т)?
7. Для чего ампулу с исследуемым веществом помещают в термостат?
8. Какие основные источники ошибок данного метода измерений?

Лабораторная работа №8

**Определение изменения энтропии при нагревании**

**и плавлении олова**

**Контрольные задания.**

1.Что такое фазовый переход первого рода?

2.Что такое энтропия?

З. Чему равно изменение энтропии при изотермическом процессе?

4. Выведите основную расчетную формулу, используемую в данной работе ln

5.В чем заключается метод определения изменения энтропии при нагревании и плавлении олова, который использован в данной работе? б. До какой температуры нужно нагревать олово в тигле при выполнении эксперимента?

7.Какие основные источники погрешностей данного метода измерений.

# Лабораторная работа №9

**Определение молярной массы и плотности газа**

**методом откачки.**

**Контрольные задания**.

1.Что такое молекулярная (молярная) масса вещества, и в каких единицах она измеряется?

2.Запишите и объясните уравнение Менделеева-Клапейрона. В каких случаях его можно использовать для практических вычислений?

3.Как теоретически рассчитать молекулярную массу смеси газов?

4.Что такое плотность газа и как ее можно определить экспериментально?

5.Выведите расчетную формулу для определения молярной массы, которая используется в данной работе .

6.Почему молярную массу газа нельзя определить непосредственно, используя уравнение Менделеева – Клапейрона?

7.В чем заключается метод откачки для определения молярной массы газа?

8.Основные источники погрешностей данного метода измерения.

# Лабораторная работа №10

**Определение скрытой теплоты кристаллизации и плавления вещества №10**

**Контрольные вопросы**.

* 1. Объясните график плавления кристаллического вещества.
  2. Отличие между веществом в кристаллическом и жидком состоянии.
  3. Почему фазовый переход 1го рода сопровождается выделением или поглощением теплоты?
  4. Почему при кристаллизации и плавлении вещества температура его остается постоянной?
  5. Что такое скрытая теплота кристаллизации (плавления). Какой физический смысл имеет она? В каких единицах в системе СИ измеряется эта величина?
  6. Вывести рабочую формулу (10.6) для определения скрытой удельной теплоты. Исходя, из какого положения выводится эта формула.
  7. Методика определения скорости изменения температуры тигля с жидким и твердым оловом
  8. Одинаковы ли наклоны на графике охлаждения жидкого и твердого олова? Почему?

**Лабораторная работа №11.**

**Определение термического коэффициента давления с помощью**

**газового термометра.**

**Контрольные вопросы.**

1. Как формулируется закон Шарля**.**
2. Что характеризует термический коэффициент давления газа?
3. Вывести формулу для определения термического коэффициента давления при любой температуре и при температуре таящего льда.
4. Как работает контактный термометр. В чем заключается сущность методики измерения термического коэффициента давления.
5. На основе экспериментальных данных как можно сделать вывод о справедливости закона Шарля для идеального газа.
6. Опыт показывает, что термический коэффициент давления практически одинаков для всех газов. Чем это объясняется?
7. Откуда следует, что соотношение между температурами Т по шкале Кельвина и t по шкале Цельсия имеет вид Т = t+ 273,15?

8.Укажите главные систематические ошибки в данной работе.

**Лабораторная работа № 12**

**Измерение коэффициента поверхностного натяжения.**

**Контрольные вопросы.**

1. Какими видами энергий обладают молекулы жидкости?
2. Почему молекулы в тонком поверхностном слое обладают большей потенциальной энергией, чем молекулы в объеме?
3. Почему при движении молекул в объем с поверхности жид­кости под действием силы R совершается положительная ра­бота, а при переходе молекул на поверхность -

отрицатель­ная? Почему при этом энергия поверхностных молекул уве­личивается по сравнению с энергией молекул в объеме?

1. Какова физическая природа свободной поверхностной энер­гии? Почему она называется свободной?
2. Как возникает сила поверхностного натяжения и как она направлена? В каких единицах измеряются удельная по­верхностная энергия и коэффициент поверхностного натя­жения? Какая разница между ними?
3. В каких условиях жидкость принимает шарообразную форму?
4. Приведите примеры, демонстрирующие наличие поверхно­стного натяжения.
5. Исходя, из каких соображений можно вывести формулу *F=2σL?* Какой физический смысл в этой формуле имеет σ и его размерность.
6. Почему под действием равнодействующей силы R молеку­лы не уходят в объем жидкости?
7. Влияет ли на коэффициент поверхностного натяжения жидкости окружающаясреда? Если да, то почему?
8. Как зависит коэффициент поверхностного натяжения от тем­пературы, и при каких условиях он может равняться нулю?
9. Правильно ли говорить просто о поверхностном натяжении воды или следует говорить о поверхностном натяжении во­ды на границе раздела конкретных фаз?

**Критерии оценки:**

- оценка **«отлично»** если задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями;

- оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если *з*адание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных вработе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.

**Перечень вопросов к экзамену.**

1. Предмет молекулярной физики. Основные положения молекулярно-кинетической теории.  
2. Опыты Перрена по определению числа Авогадро.  
3. Броуновское движение. Формула Эйнштейна.  
4. Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда Джонса. Идеальный газ.  
5. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа.  
Флуктуации плотности идеального газа.  
6. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.  
Уравнение Клапейрона –Менделеева.  
7. Понятия равновесного состояния и температуры. Термометрическое  
тело и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур.  
Газовый термометр. Идеально-газовая шкала температура.  
8. Статистический подход к описанию молекулярных явлений. Понятие о  
статистических закономерностях.  
9. Распределение Пуассона как предельный случай биномиального  
распределения. Примеры его применения.  
10.Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла.  
Принцип детального равновесия.  
11.Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа.  
12.Распределение Гаусса как предельный случай биномиального  
распределения. Примеры его применения.  
13.Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла.  
Принцип детального равновесия. 14.Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.  
15.Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность.  
Статистическая трактовка энтропии. Формула Больцмана.   
16.Опыты, подтверждающие распределения Максвелла и Больцмана.  
17.Столкновения молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений. Газокинетический диаметр молекул.  
18.Явления переноса. Диффузия; закон Фика. Внутреннее трение; закон  
Ньютона – Стокса. Теплопроводность; закон Фурье.  
19.Теплоемкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь  
теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера.  
20.Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по  
степеням свободы. Примеры ее применения.  
21.Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти.  
Зависимость теплоемкости твердых тел от температуры. Температура Дебая.  
22.Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи.

23.Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.Понятие  
термодинамического равновесия. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы. 24.Первое начало термодинамики. Его применение к процессам в идеальном газе (изотермический, изохорический, изобарический и адиабатический процессы).

25.Преобразование теплоты в работу. Циклические процессы. Тепловой двигатель. Коэффициент полезного действия. Цикл Карно. КПД цикла Карно.  
26.Молекулярно-кинетические характеристики воздуха при нормальных условиях.

27.Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы.  
28.Третье начало термодинамики. Методы получения низких температур.

31.Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти.  
Зависимость теплоемкости твердых тел от температуры. Температура Дебая.  
32.Две теоремы Карно.  
33.Равенство Клаузиуса. Энтропия как функция состояния.  
34.Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Томсона  
(Кельвина). Их эквивалентность.  
35.Закон возрастания энтропии. Изменение энтропии идеального газа при его адиабатическом расширении в пустоту.  
36.Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Статистическая трактовка энтропии. Формула Больцмана.  
37.Фазы вещества. Фазовые переходы первого и второго рода. Испарение и конденсация. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.  
38.Плавление и кристаллизация. Возгонка. Фазовые диаграммы. Тройная точка.  
39.Учет сил взаимодействия молекул газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Вывод выражения для внутренней энергии газа Ван-дер-Ваальса. Расширение газа (идеального, Ван-дер-Ваальса) в пустоту (процесс Джоуля-Гей-Люссака).  
40. Процесс Джоуля-Томсона. Энтальпия.  
41.Реальные газы. Изотермы реального газа. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния (перегретая жидкость, переохлажденный пар).

42.Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний.  
43.Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда Джонса.  
Эффект Джоуля – Томсона. Температура инверсии.  
44.Поверхностные явления. Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Смачивание и несмачивание.  
45.Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.  
46.Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, зеркально-поворотная ось симметрии.  
47.Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Трансляция и трансляционная симметрия. Кристаллические системы.  
48.Решетки Браве. Обозначение плоскостей и направлений в кристалле. Индексы Миллера. Дефекты в кристаллах.

**Критерии оценок на экзаменах**

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

**Критерии оценок** следующие:

- **100 баллов** *– студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.*

- **90 баллов** - *студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.*

- **80 баллов** - *студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера*.

- **70 баллов** - *студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.*

- **60 баллов** – *студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.*

- **50 баллов***– в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.*

- **40 баллов** – *ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.*

- **20-30 баллов** - *студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.*

- **10 баллов** - *студент имеет лишь частичное представление о теме*.

- **0 баллов** – *нет ответа*.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

**Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:**

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет.

**Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

а) адрес сайта курса

**б) основная литература:**

1.Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. I. Механика. : учебное пособие :  
 Для вузов. /Сивухин Д. В. - 4-е изд., стереот. - Москва: ФИЗМАТЛИТ,  
 2005. - 560 с. - ISBN 5-9221-0225-7. - Текст: электронный // ЭБС  
 "Консультант студента": [сайт].

– URL :https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102257.html.

2.Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. II. Термодинамика и  
 молекулярная физика. :учебное пособие : Для вузов. / Сивухин Д. В. -  
 Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 544 с.ISBN 5-9221-0601-5. - Текст:  
 электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт].  
 URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106015.html.

3. Кикоин А.К., Кикоинт И.К. - Изд. 3-е, стер. - СПб. [и др.] : Лань,

2008,2007. - 480 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для

вузов. Специальная литература). – Допущено МО РФ. ISBN 978-5-8114-0737-8 : 330-00.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ.

4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие для физ. специальностей вузов:

В 5- ти т. Т.2: Термодинамика и молекулярная физика -4-е изд., стер. - М.:

ФИЗМАТЛИТ; МФТИ, 2003. - 575 с. : ил. – ISBN 5-9221-0226-5: 239-00.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ.

5. Магомедов Х.А. Опорный конспект по молекулярной физике,2005г.9221-0226-5: 239-00.

Местонахождение: Научная библиотека ГУ.

6. Савельев И.В. Курс общей физики : в 3-х т. Т.1 : Механика. Молекулярная физика /. –

10-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2008. - 432 с. : ил. - (Учебники для вузов.

Специальная литература). – Допущено МО РФ. - ISBN 978-5-8114-0629-6 : 350-02

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ.

**б) дополнительная литература:**

1. Стрелков, С. П. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 кн. Кн. I. Механика /

Стрелков С. П., Сивухин Д. В., Угаров В. А., Яковлев И. А. ; Под ред. И. А. Яковлева.-

5-е изд. , стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006.-240 с. - ISBN 5-9221-0602-3. – Текст:

электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - <URL:https://www.studentlibrary.ru/>

book/ISBN5922106023.html (*дата обращения: 07.09.2022)*.  
2. Гинзбург, В. Л. Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и

молекулярная физика / Гинзбург В. Л. , Левин Л. М. , Сивухин Д. В., Яковлев И.А.;

Под ред. Д. В. Сивухина.-5-е.изд. , стер. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 176 с.

- ISBN 5-9221-0603-1. - Текст :электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт].

- URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106031.html> (*дата*

*обращения:07.09.2022)*.  
 3. Обвинцева Н.Ю., Рычкова О.В. Физика. Молекулярная физика и термодинамика

Электронный ресурс] : сборник задач — Электрон.текстовые данные. — М. :

Издательский Дом МИСиС, 2016. —65 c.— 978-5-87623-988 - Режим доступа:

http://www.iprbookshop.ru/64209.html (*дата обращения:07.09.2022)*.  
4. Никеров В.А. Физика для вузов. Механика и молекулярная физика

[Электронный ресурс] : учебник / В.А. Никеров. — Электрон.текстовые данные. —

М. : Дашков и К, 2015. — 136 c. — 978-5-394-00691-3. — Режим доступа:

http://www.iprbookshop.ru/14630.html (*дата обращения: 07.09.2022)*.  
5. Гираев М.А., Магомедов Х.А.. Механика и молекулярная физика:

опорные конспекты, тесты, задачи: [учеб.- метод. пособие] /. –

[Махачкала : ИПЦ ДГУ, 2005]. - 318 с. - ISBN 5-7788-0002-9 : 150-00.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ.  
6. Абрамова Б.А. , Гусейханов М.К. , Магомедова У.Г.-Г. Решение типовых задач по

молекулярной физике : учеб.-метод. пособие; М-во

образования и науки РФ, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2011.- 0 с. - 41-50.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ.  
7. Коротков П.Ф. -Молекулярная физика и термодинамика: основные положения и

решение задач : учеб.пособие /; М-во образования РФ, Моск. физ.-техн. ин-т. - 2-е изд –

М.: Изд-во МФТИ, 2004. - 168 с. – Рекомендовано УМО. - ISBN 5-7417-0229-5 : 128-00.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ.  
8. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учеб. пособие - 12-е изд., стер. – СПб. : Лань :

БИНОМ, 2009, 2007, 2006. - 416 с. : ил. -(Учебники для вузов. Специальная литература).

- Рекомендовано МО РФ. - ISBN 978-5-8114-0319-6 : 242-00.

9. Щеликов О.Д.и др - Тестовые задания по курсу "Молекулярная физика”.Ч.1 :

Статистический анализ; М-во образования и науки РФ, Даг.гос.ун-т. - Махачкала :

Изд-во ДГУ, 2011.-114с. - 66- 50. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ.

10.Магомедов Х.А. и др - Молекулярная физика : метод. пособие к выполнению лаб.

работ. Ч.2 Ч.1; Федерал.агентство по образованию, Даг.гос. ун-т. - Махачкала: Изд-во

ДГУ, 2010.- 33 с. - 22-00. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ.  
11.Щеликов О.Д.и др.Тестовые задания по курсу "Молекулярная физика" учеб.-метод.

пособие. Ч.2: Термодинамический метод. Первое начало термодинамики;

Минобрнауки России, Даг. гос. ун-т. -Махачкала: Изд. во ДГУ, 2012. - 77 с.- 49-00.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ.  
12.Физика: сб. лаб. работ по основам механики, молекулярной физики и

термодинамики для инж. спец. / Д. А. Богданова, Л. Н. Вострецова; УлГУ, ИФФВТ.

Ульяновск: УлГУ,2017. – Режим доступа:

[http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/910(*дата*](http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/910(дата) *обращения: 07.09.2022)*.  
13.Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине

«Физика» : для направлений бакалавриата всех форм обучения / Д. А. Богданова;

УлГУ,ИФФВТ. - Ульяновск :УлГУ, 2019. – Режим доступа:

http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5782(*дата обращения: 07.09.2022)*.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1.Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)).

Лицензионный договор № 6984/20 на электронно- библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.

2. Лицензионное соглашение № 6984/20на использование адаптированных

технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.  
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»:

www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131 –

09/2010 от 01.10.2020г. 537 наименований.  
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>.

Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от

20.10.2020 г. Cрок действий договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.  
5. Научная электронная библиотека http: //elibrary.ru. Лицензионное соглашение № 844 от

01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.  
6. Национальная электронная библиотека https://нэб.рф/. Договор

№101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной

библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договор 01.08.2016 г. без ограничения

срока. Договор может пролонгировать неограниченное количество раз, если ни одна из

сторон не желает его расторгнуть.  
7. **Scopus.** Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 № 1189 о

предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы

данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022г. https://www.scopus.com  
8. **Международное издательство SpringerNature.** Коллекция журнал книг и баз данных

издательства SpringerNature. Письмо РФФИ 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении

лицензионного доступа содержанию баз данных издательства SpringerNature в 2022 г.

условиях национальной подписки https://link.springer.com/  
9. **Журналы American Physical Society.** Базы данных APS (Americ Physical Society).

Письмо РФФИ от 10.11.2020 г. № 1265 предоставлении лицензионного доступа к

содержанию баз данных AmericanPhysicalSociety в 2022 г. http://journals.aps.org/about  
10.**Журналы Royal Society of Chemistry.** Базаданных RSC DATABA

издательства Royal Society of Chemistry Письмо РФФИот 20.10.202 г. №1196 о

предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of

Chemistry в 2022 г. http://pubs.rsc.org/  
11. **Журнал Science (AAAS)** http://www.sciencemag.org/  
12.**Единое окно** http://window.edu.ru/  
13.(интернет ресурс)  
14.Дагестанский региональный ресурсный центр **http://rrc.dgu.ru/**15.**Нэикон** <http://archive.neicon.ru/>

**ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ  
ФОС дисциплины «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

11.03.04- Электроника и наноэлектроника.

Представленный фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «**МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**» по направлению 11.03.04- Электроника и наноэлектроника соответствует требованиям ФГОС ВО.  
 Установленные формы и средства итогового контроля адекватны целям  
и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04- Электроника и наноэлектроника.

Оценочные средства по дисциплине «Молекулярная физика» по итогам освоения основной образовательной программы и перечню учебно-методической литературы для подготовки выпускника к промежуточной аттестации по дисциплине «Молекулярная физика» представлены в полном объеме.  
 Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд,  
отвечают основным принципам формирования ФОС.  
Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных  
средств рекомендуется по дисциплине «Молекулярная физика» для промежуточной аттестации бакалавров по указанному направлению.

Эксперт

Зав.кафедрой инженерной физики

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный

Университет», профессор

