

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.03.2026
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b558fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
Протокол от «17» марта 2026 г., №12
Зав. кафедрой  [Холина С.А.]

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)
Молекулярная физика

Направление подготовки: 03.03.02 Физика
Профиль: Фундаментальная физика и нанотехнология

Москва
2026

Содержание

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	3
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	3
3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	4
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	10

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы¹

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания²

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов молекулярной физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.	доклад, решение задач, домашнее задание, конспект, тест, опрос	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания решения задач Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания конспекта, шкала оценивания теста, шкала оценивания опроса
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях	Знать: знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их	доклад, решение	Шкала оценивания

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

² Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

		занятиях 2.Самостоятельная работа	границ применимости. Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов молекулярной физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов молекулярной физики для создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.	задач, домашнее задание, конспект, тест, опрос, практическая подготовка	ния доклада Шкала оценивания решения задач, шкала оценивания теста, шкала оценивания опроса, Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания конспекта Шкала оценивания практической подготовки
--	--	--------------------------------------	---	---	--

Описание шкал оценивания

Шкала и критерии оценивания написания доклада

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
Удовлетворительный	Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
Неудовлетворительный	Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент решил 71-90% от всех задач	16-20
Оптимальный (хорошо)	Если студент решил 51-70% от всех задач	11-15
Удовлетворительный	Если студент решил 31-50% от всех задач	6-10
Неудовлетворительный	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-5

Шкала оценивания теста

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент ответил на 71-90% от всех вопросов	16-20
Оптимальный (хорошо)	Если студент ответил на 51-70% от всех вопросов	11-15
Удовлетворительный	Если студент ответил на 31-50% от всех вопросов	6-10
Неудовлетворительный	Если студент ответил на 0-30% от всех вопросов	0-5

Шкала оценивания опроса

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент ответил на 71-90% от всех вопросов	16-20
Оптимальный (хорошо)	Если студент ответил на 51-70% от всех вопросов	11-15
Удовлетворительный	Если студент ответил на 31-50% от всех вопросов	6-10
Неудовлетворительный	Если студент ответил на 0-30% от всех вопросов	0-5

Шкала оценивания конспекта

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент отразил 71-90% от всех тем	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент отразил 51-70% от всех тем	5-7
Удовлетворительный	Если студент отразил 31-50% от всех тем	2-4
Неудовлетворительный	Если студент отразил 0-30% от всех тем	0-1

Шкала и критерии оценивания практической подготовки

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий (отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех задач	16-20
<i>Оптимальный (хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех задач	11-15
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех задач	6-10
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-5

Шкала и критерии оценивания домашних работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий (отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех домашних работ	8-10
<i>Оптимальный (хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех домашних работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех домашних работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех домашних работ	0-1

3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль

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

Знать: знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на пороговом уровне

Перечень примерных тем для конспекта по дисциплине

1. Понятие температуры.
2. Основы термодинамики. Первое начало термодинамики.
3. Работа и теплота как формы обмена энергией между системами.
4. Циклические процессы. Второе начало термодинамики.
5. Понятие энтропии термодинамической системы.
6. Теплоемкость.
7. Основные представления молекулярно-кинетической теории газов. Идеальный газ.
8. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.
9. Распределение энергии молекул по степеням свободы.
10. Явления переноса.
11. Внутреннее трение. Теплопроводность.
12. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
13. Внутренняя энергия реального газа.
14. Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях.
15. Фазовые переходы первого и второго рода.
16. Твердые тела.
17. Упругие свойства кристаллов
18. Жидкие кристаллы

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на продвинутом уровне

Перечень примерных тем докладов по дисциплине

1. Поверхностный слой жидкости. Поверхностное натяжение, явление смачивания.
2. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Капиллярные явления.
3. Фазы и компоненты. Растворы, их характеристики, теплота растворения. Осмос, закон Вант-Гоффа.
4. Ближний и дальний порядок в жидкостях и твердых телах
5. Фазовые переходы кристалл-жидкость-пар. Теплоты переходов, уравнения Клапейрона – Клаузиуса.

6. Правило фаз Гиббса. Фазовая диаграмма (диаграмма состояний) кристалл-жидкость-пар. Тройная точка.
7. Тепловые свойства кристаллов, внутренняя энергия и теплоемкость, закон Дюлонга и Пти.
8. Классическая теория теплоемкости кристаллов и элементы квантовых представлений. Модели Эйнштейна и Дебая.
9. Жидкие кристаллы, классификация и особенности физических свойств.

Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов молекулярной физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на пороговом уровне

Перечень примерных заданий для теста, опроса, решения задач по дисциплине

Тестовые задания

1. Какие из перечисленных ниже утверждений соответствуют основным положениям молекулярно-кинетической теории?

- 1) Все вещества состоят из дискретных частиц — молекул, атомов и ионов.
- 2) Частицы вещества находятся в непрерывном, хаотическом (тепловом) движении.
- 3) Частицы непрерывно взаимодействуют друг с другом силами притяжения и отталкивания.
- 4) Все вещества состоят из молекул, которые находятся в покое и отталкиваются друг от друга.

Ответ: 123

2. Какую физическую модель в молекулярно-кинетической теории называют «идеальным газом»?

- 1) Газ, в котором молекулы абсолютно неподвижны.
- 2) Газ, взаимодействие между молекулами которого пренебрежимо мало, а их суммарный объем ничтожно мал по сравнению с объемом сосуда.
- 3) Газ, состоящий из молекул разного размера и формы.
- 4) Газ, в котором молекулы притягиваются друг к другу на любых расстояниях.

Ответ: 2

3. Как записывается основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) идеального газа?

- 1) $p = \rho gh$
- 2) $p = \frac{1}{3}nm_0\langle v^2 \rangle$
- 3) $pV = \frac{m}{M}RT$
- 4) $\frac{pV}{T} = const$

Ответ: 2

4. Установите соответствие между процессами, протекающими с идеальным газом данной массы, и законами, их описывающими.

1. Изотермический процесс ($T = const$)
2. Изобарный процесс ($p = const$)
3. Изохорный процесс ($V = const$)
4. Адиабатный процесс ($Q = 0$)

- А) Закон Гей-Люссака ($V/T = const$)
Б) Закон Шарля ($p/T = const$)
В) Закон Бойля-Мариотта ($pV = const$)
Г) Уравнение Пуассона (pV^γ)

Ответ: А-2, Б-3, В-1, Г-4.

5. Установите последовательность значений скоростей молекул идеального газа в состоянии термодинамического равновесия, начиная с **наименьшей**:

- 1) Средняя квадратичная скорость ($\langle v_{кв} \rangle = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$)
- 2) Наивероятнейшая скорость ($v_B = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$)
- 3) Средняя арифметическая скорость ($\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}}$)

Ответ: 2-3-1

6. Какое уравнение представляет собой уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева - Клапейрона)?

- 1) $p = \frac{1}{3}nm_0\langle v^2 \rangle$
- 2) $p = nkT$
- 3) $pV = \frac{m}{M}RT$
- 4) $p = \rho gh$

Ответ: 3

7. Какой термодинамический процесс протекает при постоянном объеме?

- 1) Изобарный
- 2) Изотермический
- 3) Изохорный
- 4) Адиабатный

Ответ: 3

8. Для идеального газа массы m и молярной массы M справедливы следующие утверждения в рамках изотермического процесса ($T = \text{const}$):

- 1) Произведение давления газа на его объем является величиной постоянной ($pV = \text{const}$).
- 2) График зависимости давления от объема ($p(V)$) в изотермическом процессе представляет собой прямую.
- 3) При уменьшении объема газа в 2 раза его давление увеличивается в 2 раза.
- 4) Внутренняя энергия газа возрастает при изотермическом сжатии.

Ответ: 13

9. Что описывает барометрическая формула?

- 1) Зависимость атмосферного давления от температуры воздуха.
- 2) Закон изменения атмосферного давления с высотой в поле силы тяжести.
- 3) Скорость изменения давления газа в закрытом сосуде.
- 4) Давление насыщенного пара над жидкостью.

Ответ: 2

10. Какой вид принимает первый закон термодинамики для изохорного процесса?

- 1) $Q \Delta U + A$
- 2) $\Delta U = Q$
- 3) $Q = A$
- 4) $\Delta U = -A$

Ответ: 2

11. Для какого процесса характерно уравнение ($Q = 0$) (система теплоизолирована)?

- 1) Изотермического
- 2) Изобарного

- 3) Изохорного
- 4) Адиабатного

Ответ: 4

12. Что показывает удельная теплоемкость вещества?

- 1) Количество теплоты, необходимое для нагревания 1 моль вещества на 1 Кельвин.
- 2) Количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг вещества на 1 Кельвин.
- 3) Работу, совершаемую газом при изобарном расширении.
- 4) Энергию, выделяемую при полном сгорании 1 кг вещества.

Ответ: 2

13. Каково соотношение между молярными теплоемкостями идеального газа при постоянном давлении (C_p) и постоянном объеме (C_V)?

- 1) $C_p = C_V$
- 2) $C_p = C_V + R$
- 3) $C_p = C_V - R$
- 4) $C_p = C_V \times R$

(где R - универсальная газовая постоянная)

Ответ: 2

14. Установите правильную последовательность этапов в цикле Карно для идеального газа, начиная с состояния **максимального давления и минимального объема** (вершина цикла):

- 1) Адиабатическое сжатие рабочего тела за счет внешней работы
- 2) Изотермическое расширение при контакте с нагревателем
- 3) Изотермическое сжатие при контакте с холодильником
- 4) Адиабатическое расширение с совершением газом полезной работы

Ответ: 2-4-3-1

15. От чего зависит термический КПД идеального цикла Карно?

- 1) От природы рабочего тела (газа)
- 2) От температур нагревателя и холодильника
- 3) От конструкции тепловой машины
- 4) От давления газа

Ответ: 2

16. Согласно второй теореме Карно, КПД любой реальной тепловой машины...

- 1) Всегда больше КПД машины Карно
- 2) Не может превышать КПД машины Карно
- 3) Равен КПД машины Карно
- 4) Зависит от того, какое используется топливо

Ответ: 2

17. Что характеризует энтропия в термодинамике?

- 1) Количество теплоты, переданное системе
- 2) Мету неупорядоченности (хаоса) системы
- 3) Полную внутреннюю энергию всех молекул
- 4) Работу, совершаемую газом при расширении

Ответ: 2

18 Второе начало термодинамики и свойства энтропии описываются следующими положениями:

- 1) Энтропия изолированной системы в реальных необратимых процессах не убывает.
- 2) В процессах, протекающих в изолированных системах, энтропия стремится к минимуму.
- 3) Невозможно построить периодически действующий двигатель, единственным результатом которого было бы совершение работы за счет охлаждения теплового резервуара (формулировка Кельвина).
- 4) Теплота не может самопроизвольно переходить от тел менее нагретых к телам более нагретым (формулировка Клаузиуса).

Ответ: 134

19. Что учитывает поправка b в уравнении Ван-дер-Ваальса?

- 1) Собственный объем молекул газа
- 2) Силы притяжения между молекулами
- 3) Давление газа на стенки сосуда
- 4) Отклонение температуры от абсолютного нуля

Ответ: 1

20. Соотнесите термодинамические явления с их определяющими уравнениями или физическими условиями.

1. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса
2. Тройная точка

3. Капиллярное давление (Закон Лапласа)
4. Коэффициент поверхностного натяжения

А) Описывает наклон кривой фазового равновесия: $\frac{dP}{dT} = \frac{q}{T(V_2 - V_1)}$

Б) Условие одновременного равновесного сосуществования трех фаз (твердой, жидкой и газообразной)

В) Избыточное давление под искривленной поверхностью жидкости: $\Delta p = \frac{2\sigma}{R}$

Г) Энергия, необходимая для увеличения площади поверхности жидкости на единицу: $\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta S}$

Ответ: А-1, Б-2, В-3, Г-4

Открытые вопросы

1. Какие опытные факты подтверждают хаотическое движение молекул?

Ответ: Броуновское движение и диффузия.

2. Чему равно давление смеси газов согласно закону Дальтона?

Ответ: Сумме парциальных давлений всех газов, входящих в состав смеси.

3. Какое уравнение связывает давление, объём и температуру идеального газа?

Ответ: уравнение Менделеева-Клапейрона.

4. Какой процесс называют изотермическим?

Ответ: Процесс, протекающий при постоянной температуре.

5. Как формулируется первый закон термодинамики?

Ответ: Количество теплоты, переданное системе, расходуется на изменение ее внутренней энергии и совершение системой работы против внешних сил.

6. Как звучит второй закон термодинамики в формулировке, связанной с энтропией?

Ответ: В изолированной системе энтропия либо возрастает, либо остаётся постоянной.

7. Чем отличаются реальные газы от идеальных?

Ответ: Реальные газы отличаются от идеальных наличием сил межмолекулярного взаимодействия и собственным объемом молекул.

8. Почему газы, в отличие от жидкостей и твердых тел, легко сжимаются?

Ответ: Газы легко сжимаются, потому что расстояние между их молекулами многократно превышает размеры самих молекул.

9. Почему при испарении жидкости ее температура понижается, если нет притока тепла извне?

Ответ: Жидкость охлаждается, так как ее покидают самые быстрые молекулы с наибольшей кинетической энергией.

10. Какие известные физические процессы относятся к фазовым переходам первого рода?

Ответ: К переходам первого рода относятся плавление, кристаллизация, испарение, конденсация и сублимация.

Ситуационные задачи

1. В цилиндре под поршнем находится воздух при температуре 300 К и давлении 2×10^5 Па. Поршень медленно опускают, уменьшая объём воздуха в 2 раза. Какова станет конечная температура и давление воздуха?

Ответ: конечная температура - 300 К, давление - 4×10^5 Па.

2. Средняя кинетическая энергия молекул идеального газа увеличилась в 4 раза. Как изменилась абсолютная температура газа?

Ответ: Абсолютная температура газа увеличилась в 4 раза.

3. Один моль идеального газа нагревают на 10 К в первом случае в жестком закрытом стальном сосуде, а во втором - в цилиндре под подвижным невесомым поршнем. В каком из этих двух случаев газу потребуется передать большее количество теплоты для одинакового изменения температуры?

Ответ: Большее количество теплоты потребуется передать газу во втором случае.

4. Над одноатомным идеальным газом совершили работу $A=50$ Дж, при этом его внутренняя энергия увеличилась на $\Delta U=30$ Дж. Получил или отдал газ тепло в этом процессе? Какое количество теплоты?

Ответ: Газ отдал 20 Дж теплоты.

5. Газ в цилиндре под поршнем быстро сжали, не давая ему времени обменяться теплом с окружающей средой. Что произойдет с температурой газа и почему?

Ответ: Температура газа увеличилась, так как над ним была совершена работа по сжатию.

6. Инженер пытается повысить КПД идеальной тепловой машины Карно. У него есть два варианта: либо поднять температуру нагревателя на 10 К, оставив холодильник прежним, либо на те же 10 К понизить температуру холодильника, оставив нагреватель прежним. Какой из способов термодинамически более эффективен?

Ответ: Более эффективен второй способ - понизить температуру холодильника на 10 К.

7. Твердое кристаллическое тело нагревают при температуре плавления, и оно превращается в жидкость. Что происходит с энтропией вещества в процессе этого фазового перехода?

Ответ: Энтропия вещества увеличивается, так как при разрушении кристаллической решетки разрушается строгий порядок в расположении молекул.

8. Две стеклянные капиллярные трубки разного диаметра опустили в сосуд с чистой водой. В каком из капилляров вода поднимется на большую высоту?

Ответ: Вода поднимется на большую высоту в более узком капилляре.

9. Стеклянный капилляр опустили в чашу со ртутью. Что произойдет со ртутью внутри трубки и какую форму примет ее мениск?

Ответ: Уровень ртути в капилляре опустится ниже уровня в сосуде.

10. В лаборатории пытаются сжигать углекислый газ (CO_2), увеличивая давление в компрессоре. Опыт проводят в помещении, где температура воздуха составляет 25 °С. Удастся ли ученым получить жидкую фазу, если критическая температура для (CO_2) равна 31.1 °С.

Ответ: Да, ученым удастся сжигать углекислый газ.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на продвинутом уровне

Перечень домашних заданий по дисциплине

Тема занятия	Ауд. занятия	Самостоятельная работа (домашние задания)
Уравнение состояния идеального газа.	[1] 11-2, 11-3, 11-8, 11-12, 11-14, 11-20, 11-22.	[2] 5.10, 5.20, 5.25, 5.28, 5.29, 5.79.
Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.	[1] 12-1, 12-2, 12-5, 12-8, 12-10, 12-15	[2] 5.69, 5.76, 5.87, 5.73, 5.77, 5.89
Скорости молекул. Распределение скоростей по Максвеллу.	[1] 13-15, 13-16.	[2] 5.98, 5.99, 5.101
Основные уравнения кинетической теории газов	[1] 13-5, 13-6, 13-7.	[2] 5.90, 5.91.
Числа столкновений молекул между	[1] 13-18, 13-20, 13-21, 13-	[2] 5.113, 5.126,

собой и стенкой сосуда, средняя длина свободного пробега молекул.	23.	5.128.
Явление переноса в газах.	[1]13-23, 13-24, 13-25.	[2]5.149, 5.150, 5.153.
Тепловые машины. Коэффициент полезного действия.	[1] 18-18, 18-19.	[2] 5.198, 5.200, 5.206
Энтропия и ее изменение.	[1] 18-6, 18-8, 18-9, 18-10.	[2] 5.221,5.223
Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Вальса. Критическое состояние.	[1]14-2,14-3,14-9,14-11, 14-12	[2] 6.4, 6.7, 6.19, 6.20, 6.24
Жидкости. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления.	[1]15-3, 15-7, 15-9	[2] 7.40, 7.44, 7.48
Фазовые переходы.	[1]18-13, 18-14.	[2] 8.1, 8.3, 7.13, 7.15.

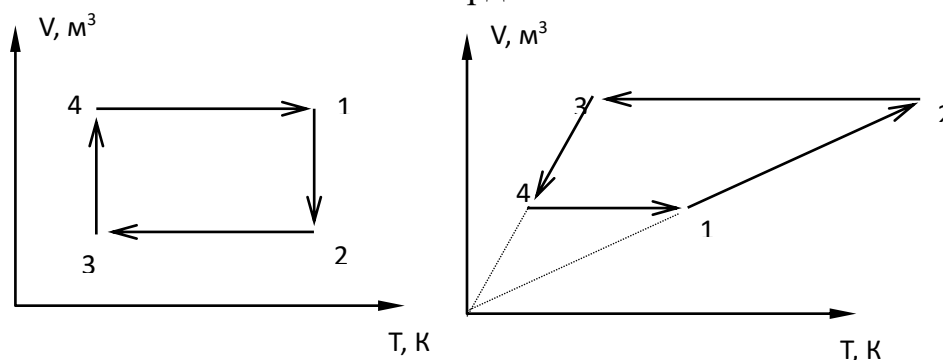
1. Кикоин, И.К. Молекулярная физика: учеб.пособие для вузов / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. - 4-е изд. - СПб.: Лань, 2019. - 480с. – Текст: непосредственный.
2. Савельев И.В. Курс общей физики: учеб. пособие: в 3-х т. / И. В. Савельев. – 15-е изд. – СПб: Лань, 2019. – Текст: непосредственный.

Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов молекулярной физики для создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на продвинутом уровне

Перечень заданий для практической занятия

1. Провести анализ и изобразить представленные циклы в остальных системах координат.



2. На дне пруда выделился пузырек газа диаметром 4 мм. При подъеме этого пузырька с поверхности воды его диаметр увеличился в 1.1 раза. Найти глубину пруда в данном месте. Атмосферное давление считать нормальным, процесс расширения газа изотермическим.

3. Барометр Торричелли дает неверные показания вследствие присутствия небольшого количества воздуха над столбиком ртути. При давлении 755 мм рт ст барометр показывает 748 мм рт ст, а при 740 мм рт ст он показывает 736 мм рт ст. Найти длину трубки барометра.
4. Поршневой насос при каждом качании захватывает объем v_0 воздуха. При откачке этим насосом из сосуда объема V насос совершил n качаний. Начальное давление внутри сосуда p_0 и равно атмосферному. Затем другой насос с тем же рабочим объемом v_0 начал нагнетать воздух из атмосферы, совершив также n качаний. Какое давление установится в сосуде?
5. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу 10^{-18} г. Во сколько раз уменьшится их концентрация при увеличении высоты на 10 м? Температура воздуха 300 К.
6. Найти изменение высоты, соответствующее изменению давления на 100 Па на некоторой высоте от поверхности Земли, где температура 220 К, давление 25 кПа.
7. Азот находится при нормальных условиях. Найти число столкновений, испытываемых в среднем каждой молекулой за 1 с, число всех столкновений между молекулами в 1 см^3 ежесекундно.
8. В результате некоторого процесса вязкость идеального газа увеличилась в 2 раза, а коэффициент диффузии - в 4 раза. Как и во сколько раз изменилось давление газа?
9. Водород совершает цикл Карно. Найти КПД цикла, если при адиабатическом расширении а) объем газа увеличился в 2 раза; б) давление уменьшилось в 2 раза.
10. Найти изменение внутренней энергии 1 моля идеального одноатомного газа, изобарически расширившегося от объема 10 л до объема 20 л при давлении 5 атм.
11. Какую скорость должна иметь свинцовая пуля, чтобы при ударе о стальную плиту она расплавилась? Температура пули 27°C , температура плавления свинца 327°C , удельная теплота плавления свинца 11,73 кДж/кг, удельная теплоемкость 0,13 кДж/кгК.
12. В сосуде емкостью 10 л находится кислород под давлением 1 атм. Стенки сосуда могут выдержать давление до 10 атм. Какое максимальное количество тепла можно сообщить газу?
13. 1 моль некоторого газа находится в сосуде объемом 0,25 л. При температуре 300 К его давление 9 атм, а при температуре 350 К - 11 атм. Найти постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа.
14. Вертикальный капилляр с внутренним диаметром 0,5 мм погрузили в воду так, что длина выступающей над поверхностью воды его части равна 25 мм. Найти радиус кривизны мениска.
15. На дне сосуда с ртутью имеется круглое отверстие диаметром 70 мкм. При какой максимальной толщине слоя ртути она еще не будет вытекать через это отверстие?
16. Найти приращение энтропии углекислого газа CO_2 в расчете на 1 моль при увеличении его температуры в 2 раза, если процесс нагревания а) изохорический, б) изобарический. Газ считать идеальным.

17. Найти приращение энтропии 2 молей идеального газа с показателем адиабаты 1.3, если в результате некоторого процесса объем газа увеличился в 2 раза, а давление уменьшилось в 3 раза.

Перечень примерных задания для практической подготовки

1. Вывести основное уравнение МКТ газов $p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v_{\text{кв}}^2 \rangle$, используя модель идеального газа как совокупности упругих материальных точек.
2. Доказать, что функция внутренней энергии U является функцией состояния, а количество теплоты Q и работа A - функциями процесса.
3. Вывести явную формулу для работы идеального газа при изменении состояния от (p_1, V_1) до (p_2, V_2) . Рассмотреть отдельно случай $n = 1$, используя определение квазистатической работы $A = \int p dV$ и уравнения политропы $pV^n = \text{const}$.
4. Применить уравнение состояния идеального газа Менделеева - Клапейрона и выражения для внутренней энергии и доказать уравнение $C_p - C_V = R$.
5. Доказать, что в любом циклическом процессе изменение внутренней энергии системы за цикл строго равно нулю ($\Delta U = 0$), а полная работа равна полученному извне чистому количеству теплоты ($A = Q$).
6. Вывести формулу наивероятнейшей скорости $v_{\text{вер}} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$.
7. Вывести формулу средней тепловой скорости $v_{\text{ср}} = \langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}}$.
8. Показать, что макросостояние с равномерным распределением частиц (2:2) обладает наибольшим статистическим весом W , а состояние (4:0) - наименьшим. Рассчитать энтропию для каждого макросостояния.
9. Использовать понятие средней длины свободного пробега $\langle \lambda \rangle$ для вывода основного уравнения диффузии $j = -D \frac{dn}{dz}$ из кинетической теории газов.
10. Построить на графике семейство изотерм реального газа на p - V диаграмме. Показать графически области гомогенного газа, жидкости, метастабильных состояний (пересыщенный пар, перегретая жидкость) и двухфазных систем.
11. Рассчитать избыточное давление под сферической поверхностью жидкости, используя уравнение Лапласа ($\Delta p = \frac{2\sigma}{R}$).
12. Вывести формулу связи между плотностью кристаллического вещества ρ , молярной массой M , числом формульных единиц в элементарной ячейке Z и параметром кубической ячейки a .

Промежуточная аттестация

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

Знать: знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.

Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов молекулярной физики, создавать модели типовых

профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов молекулярной физики для создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1

Перечень примерных вопросов к экзамену

1. Основные понятия молекулярной физики и термодинамики. Статистический метод. Термодинамический метод. Термодинамическая система. Параметры состояния термодинамической системы.
2. Характеристики вещества. Относительная атомная (молекулярная масса). Количество вещества. Молярная масса.
3. Идеальный газ. Изопроцессы. Газовые законы.
4. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Объединённый газовый закон. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
5. Молекулярно-кинетические представления о газах. Давление в газах, основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Средняя кинетическая энергия молекул газа.
6. Измерение скоростей молекул газа. Опыты Штерна. Опыт Ламмерта.
7. Распределения молекул газа по скоростям. Функция распределения Максвелла. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости молекул.
8. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
9. Столкновения частиц в газах. Эффективное сечение и кинетический диаметр столкновения, средняя длина и время свободного пробега частиц.
10. Явление диффузии в газах, молекулярно-кинетические представления об этом явлении, связь коэффициента диффузии с кинетическими величинами газа.
11. Явление теплопроводности в газах, молекулярно-кинетические представления об этом явлении, связь коэффициента теплопроводности с кинетическими величинами газа.
12. Явление внутреннего трения (вязкости) в газах, молекулярно-кинетические представления об этом явлении, связь коэффициента вязкости с кинетическими параметрами газа.
13. Степени свободы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы частиц. Внутренняя энергия идеального газа.
14. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия как функция состояния. Количество теплоты. Работа газа.

15. Теплоемкость системы. Удельная и молярная теплоемкости. Теплоемкости C_p и C_v , идеального газа, уравнение Майера. Связь теплоемкости с числом степеней свободы частиц.
16. Изохорный. Изменение внутренней энергии, работа и теплота при этом процессе.
17. Изобарный процесс. Изменение внутренней энергии, работа и теплота при этом процессе.
18. Изотермический процесс. Изменение внутренней энергии, работа и теплота при этом процессе.
19. Адиабатный процесс. Изменение внутренней энергии, работа и теплота при этом процессе.
20. Политропный процесс. Уравнение политропы, показатель политропы.
21. Круговые процессы. Цикл Карно, его к.п.д. Теоремы Карно. Холодильная машина.
22. Приведенная теплота. Энтропия. Изменение энтропии в изопроцессах.
23. Обратимые и необратимые процессы. Изменения энтропии при обратимых и необратимых процессах. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Неравенство Клаузиуса.
24. Первое и второе начала термодинамики в объединенной форме. Свободная и связанная энергии.
25. Термодинамическая вероятность. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Формула Больцмана.
26. Третье начало термодинамики (теорема Нернста). Недостижимость абсолютного нуля температуры.
27. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Постоянные Ван-дер-Ваальса.
28. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Связь постоянных Ван-дер-Ваальса с критическими и молекулярными параметрами. Приведенное уравнение Ван-дер-Ваальса.
29. Условие термодинамической устойчивости. Изотермы реальных газов. Критическое состояние вещества. Изотермическая сжимаемость.
30. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля—Томсона. Энтальпия. Сжижение газов.
31. Свойства жидкостей. Ближний порядок. Поверхностный слой жидкости. Поверхностное натяжение, явление смачивания.
32. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Капиллярные явления.
33. Моно- и поликристаллы. Анизотропия физических свойств. Кристаллическая решетка. Типы кристаллических твердых тел. Дефекты в кристаллах.
34. Тепловые свойства кристаллов, внутренняя энергия и теплоемкость, закон Дюлонга и Пти.
35. Фазовые переходы I и II рода. Испарение и конденсация. Уравнение Клапейрона Клаузиуса. Плавление и кристаллизация.

36. Влажность воздуха, методы ее измерения. Точка росы. Кипение жидкостей.
37. Фазовая диаграмма (диаграмма состояний) кристалл-жидкость-пар. Тройная точка.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к экзамену

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов — это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Ответ обучающегося на экзамене оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на экзамене неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

Шкала оценивания экзамена

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий</i>	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.	21-30
<i>Оптимальный</i>	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	11-20
<i>Удовлетворительный</i>	Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение	5-10

	формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	
<i>Неудовлетворительный</i>	Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета и менее.	0-4

Итоговая шкала оценивания дисциплины

Оценка по 5-балльной системе		Оценка по 100-балльной системе
5	отлично	81 – 100
4	хорошо	61 - 80
3	удовлетворительно	41 - 60
2	неудовлетворительно	0 - 40