

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
 Должность: ректор  
 Дата подписания: 11.06.2026 09:22:14  
 Уникальный программный ключ:  
 e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

Молекулярная физика и термодинамика, 4 семестр

Код, направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Кафедра экспериментальной физики

### Типовые варианты заданий для контрольной работы:

#### 1 вариант

- В баллоне вместимостью  $V=25$  л находится водород при температуре  $T=290$  К. После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p=0,4$  МПа. Определить массу  $m$  израсходованного водорода.
- Смесь гелия и аргона находится при температуре  $T=1,2$  кК. Определить среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$  атомов гелия и аргона.
- Моль кислорода, занимавший объем  $V_1=1$  л при температуре  $T=173$  К, расширился изотермически до объема  $V_2=9,712$  л. Найти: а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U$ ; б) работу  $A$ , совершенную газом; в) количество тепла  $Q$ , полученное газом. Газ рассматривать как реальный.

#### 2 вариант

- В колбе вместимостью  $V=100$  см<sup>3</sup> содержится некоторый газ при температуре  $T=300$  К. На сколько понизится давление  $p$  газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет  $N = 10^{20}$  молекул?
- Найти среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекул азота при условии, что его динамическая вязкость  $\eta=17$  мкПа·с. Совершая замкнутый процесс, газ получил от нагревателя количество теплоты  $Q_1=4$  кДж. Определить работу  $A$  газа при протекании цикла, если его термический к.п.д.  $\eta=0,1$ .

#### 3 вариант

- Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу  $m=10^{-18}$  г. Во сколько раз уменьшится концентрация  $n$  при увеличении высоты на  $\Delta h=10$  м? Температура воздуха  $T=300$  К.
- Определить среднюю арифметическую скорость  $\langle v \rangle$  молекул газа, если их средняя квадратичная скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle=1$  км/с.
- При изотермическом расширении водорода массой  $m=1$  г, имевшего температуру  $T=280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу расширения газа.

#### 4 вариант

- Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью  $V=30$  л при температуре  $T=300$  К и давлении  $p=5$  МПа?

2. Средняя длина свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы углекислого газа при нормальных условиях равна 40 нм. Определить среднюю арифметическую скорость  $\langle v \rangle$  молекул.
3. При изотермическом расширении водорода массой  $m=1$  г, имевшего температуру  $T=280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу  $A$  расширения газа и полученное газом количество теплоты  $Q$ .

#### Типовые задания к экзамену по дисциплине (4 семестр)

Задание для показателя оценивания дескриптора «Знает»	Вид задания
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статистический и термодинамический методы. Основные понятия молекулярной физики и термодинамики.</li> <li>2. Уравнение состояния идеального газа.</li> <li>3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Физический смысл температуры. Закон Дальтона.</li> <li>4. Степени свободы. Гипотеза о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа.</li> <li>5. Распределение Максвелла. Опытная проверка распределения Максвелла.</li> <li>6. Характерные скорости. Формула Максвелла в приведенном виде.</li> <li>7. Зависимость распределения Максвелла от температуры. Распределение по энергиям молекул.</li> <li>8. Распределение Больцмана.</li> <li>9. Барометрическая формула. Закон распределения Максвелла-Больцмана.</li> <li>10. Явления переноса в термодинамически неравновесных средах. Эмпирические уравнения процессов переноса.</li> <li>11. Средняя длина свободного пробега молекул.</li> <li>12. Молекулярно-кинетическая интерпретация явлений переноса. Анализ коэффициентов переноса.</li> <li>13. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема.</li> <li>14. Теплоемкость идеального газа. Молярная теплоемкость при постоянном объеме. Молярная теплоемкость при постоянном давлении. Постоянная адиабаты.</li> <li>15. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.</li> <li>16. Адиабатический процесс.</li> <li>17. Политропические процессы.</li> <li>18. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.</li> <li>19. Энтропия. Свойства энтропии.</li> <li>20. Изменение энтропии в изопроцессах.</li> <li>21. Круговой процесс. Термический коэффициент полезного действия для кругового процесса. Цикл Карно.</li> <li>22. Статистический смысл второго начала термодинамики.</li> <li>23. Энтропия и вероятность.</li> <li>24. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Энергия ван-дер-ваальсовского газа.</li> <li>25. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния.</li> <li>26. Дифференциальный эффект Джоуля-Томсона. Интегральный эффект Джоуля-Томсона.</li> <li>27. Эффект Джоуля-Томсона в газе Ван-дер-Ваальса.</li> </ol>	<p>теоретический</p>

<p>28. Фазовые переходы. Диаграмма состояний. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</p> <p>29. Жидкое состояние. Поверхностное натяжение</p> <p>30. Давление под изогнутой поверхностью.</p> <p>31. Явления на границах между средами. Капиллярные явления.</p> <p>32. Кристаллическое состояние. Физические типы кристаллов.</p> <p>33. Теплоёмкость твердых тел. Классическая модель.</p> <p>34. Теплоёмкость твердых тел. Модель Эйнштейна.</p> <p>35. Теплоёмкость твердых тел. Модель Дебая.</p> <p>36. Квантовые статистики. Квантовые распределения. Особенности распределений.</p>	
--	--

	Вид задания
<p>1. В баллоне вместимостью <math>V=25</math> л находится водород при температуре <math>T=290</math> К. После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на <math>\Delta p=0,4</math> МПа. Определить массу <math>m</math> израсходованного водорода.</p> <p>2. В колбе вместимостью <math>V=100</math> см<sup>3</sup> содержится некоторый газ при температуре <math>T=300</math> К. На сколько понизится давление <math>p</math> газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет <math>N=10^{20}</math> молекул?</p> <p>3. Смесь гелия и аргона находится при температуре <math>T=1,2</math> кК. Определить среднюю квадратичную скорость <math>\langle v_{\text{кв}} \rangle</math> атомов гелия и аргона.</p> <p>4. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу <math>m=10^{-18}</math> г. Во сколько раз уменьшится концентрация <math>n</math> при увеличении высоты на <math>\Delta h=10</math> м? Температура воздуха <math>T=300</math> К.</p> <p>5. Найти среднюю длину свободного пробега <math>\langle \lambda \rangle</math> молекул азота при условии, что его динамическая вязкость <math>\eta=17</math> мкПа·с.</p> <p>6. При изотермическом расширении водорода массой <math>m=1</math> г, имевшего температуру <math>T=280</math> К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу расширения газа.</p> <p>7. Кислород, занимавший объем <math>V_1=1</math> л под давлением <math>p_1=1,2</math> МПа, адиабатно расширился до объема <math>V_2=10</math> л. Определить работу <math>A</math> расширения газа.</p> <p>8. При изотермическом расширении водорода массой <math>m=1</math> г, имевшего температуру <math>T=280</math> К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу <math>A</math> расширения газа и полученное газом количество теплоты <math>Q</math>.</p> <p>9. Совершая замкнутый процесс, газ получил от нагревателя количество теплоты <math>Q_1=4</math> кДж. Определить работу <math>A</math> газа при протекании цикла, если его термический к.п.д. <math>\eta=0,1</math>.</p> <p>10. Масса <math>m=10</math> г кислорода нагревается от температуры <math>T_1=323</math> К до температуры <math>T_2=423</math> К. Найти изменение энтропии <math>\Delta S</math>, если нагревание происходит: а) изохорически; б) изобарически.</p> <p>11. В закрытом сосуде объемом <math>V=0,5</math> м<sup>3</sup> находится <math>\nu=0,6</math> кмоль углекислого газа при давлении <math>p=3</math> МПа. Пользуясь уравнением Ван – дер – Ваальса, найти, во сколько раз надо</p>	практический

увеличить температуру газа, чтобы давление увеличилось вдвое.

12. Моль кислорода, занимавший объем  $V_1=1$  л при температуре  $T=173$  К, расширился изотермически до объема  $V_2=9,712$  л. Найти: а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U$ ; б) работу  $A$ , совершенную газом; в) количество тепла  $Q$ , полученное газом. Газ рассматривать как реальный.

13. Из баллона со сжатым кислородом объемом 100 л из-за неисправности крана вытекает газ. При температуре 273 К манометр на баллоне показывал давление  $2 \cdot 10^6$  Па. Через некоторое время при температуре 300 К манометр показал то же давление. Сколько газа вытекло из баллона?

14. Баллон содержит 0,3 кг гелия. Абсолютная температура в баллоне уменьшилась на 10%, масса газа тоже уменьшилась. В результате давление упало на 20%. Сколько молекул гелия ушло из баллона?

15. В закрытом сосуде объемом  $33,6$  дм<sup>3</sup> находятся азот и один моль водяного пара. Температура  $100$  °С, давление  $2 \cdot 10^5$  Па. Определите массу азота в сосуде.

16. Двухатомному газу сообщено количество теплоты  $Q=2,093$  кДж. Газ расширяется при постоянном давлении. Найти работу  $A$  расширения газа.

17. Азот находится в закрытом сосуде объемом  $V=3$  л при температуре  $T_1=300$  К и давлении  $p_1=300$  кПа. После нагревания давление в сосуде стало  $p_2=2,5$  МПа. Определить температуру  $T_2$  азота после нагревания и теплоту  $Q$ , сообщенную азоту.