

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Ухтинский государственный технический университет

Физика

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Методические указания к индивидуальным заданиям

УХТА
2010

УДК 53 075
С 28
ББК 22.3. Я7

Северова, Н. А.

Физика. Молекулярная физика и термодинамика [Текст]: метод. указания / Н. А. Северова. – Ухта: УГТУ, 2010 г. – 35 с.

Методические указания предназначены для выполнения индивидуальной работы по теме «Молекулярная физика и термодинамика» для студентов 1 курса специальностей МОН, МЛК, ЛИ в 2 семестре.

Содержание методических указаний соответствует учебной рабочей программе.

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой физики от 26.11.09 г. пр. № 3 и предложены для издания.

Рецензент: Пономарев Н. С., к.ф-м.н., доцент кафедры физики
Ухтинского государственного технического университета.

Редактор: Шамбулина В. Н., доцент кафедры физики
Ухтинского государственного технического университета.

В методических указаниях учтены предложения рецензента и редактора.

План 2010 г., позиция 25.

Подписано в печать 28.01.2010 г. Компьютерный набор: Северова Н. А.
Объем 35 с. Тираж 100 экз. Заказ № 238.

© Ухтинский государственный технический университет, 20 10.
169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13.
Отдел оперативной полиграфии УГТУ.
169300, г. Ухта, ул. Октябрьская, 13.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к индивидуальным заданиям по темам «Молекулярная физика и термодинамика» для студентов 1 курса.

Индивидуальные задания составлены в 30 вариантах по 12 задач в каждом.

Предложенные задачи охватывают все основные разделы молекулярной физики и термодинамики.

Задачи распределены следующим образом:

1 задача: Количество вещества и число молекул. Плотность вещества.
Газовые законы.

2 задача: Газовые законы. Смеси газов.

3 задача: Скорости молекул (среднеквадратичная, средняя арифметическая, наиболее вероятная).

4 задача: Энергия молекулы. Внутренняя энергия газа.

5 задача: Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

6 задача: Теплоемкости газов.

7 задача: Первое начало термодинамики. Работа газа.

8 задача: Цикл Карно.

9 задача: Явления переноса.

10 задача: Энтропия.

11 задача: Реальные газы.

12 задача: Поверхностное натяжение.

Индивидуальные задания могут быть использованы для аудиторной работы, а также в качестве домашней контрольной работы по теме «Молекулярная физика и термодинамика» студентами дневной формы обучения.

Индивидуальные задания рекомендуются для студентов в 1 курса дневного отделения специальностей МОН, МЛК, ЛИ.

Вариант 1

1. Определить число молекул в 29 г поваренной соли (NaCl). ($5 \cdot 10^{22}$)
2. Сосуд емкостью $0,01 \text{ м}^3$ содержит азот массой 14 г и водород массой 1 г при температуре 280 К. Определить давление смеси газов. (233 кПа)
3. Найдите концентрацию молекул кислорода, если их средняя квадратичная скорость равна 400 м/с, а давление $5 \cdot 10^4 \text{ Па}$. ($17,6 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$)
4. В закрытом сосуде находится смесь азота массой 56 г и кислорода массой 64 г. Определить изменение внутренней энергии этой смеси, если ее охладили на 20° . (1662 Дж)
5. Считая, что температура и молярная масса воздуха, а также ускорение свободного падения не зависят от высоты, найдите разность высот, на которых плотности воздуха при температуре 0°C отличаются в 2,72 раза. (7,8 км)
6. Определить удельные теплоемкости c_v и c_p , если известно, что некоторый газ при нормальных условиях имеет удельный объем $5,67 \text{ м}^3/\text{кг}$. Какой это газ? ($311,6 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$; $519,4 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$; гелий)
7. В баллоне емкостью 1 л находится кислород под давлением 10 МПа при температуре 300 К. К газу подводят $16,7 \text{ кДж}$ теплоты. Определите температуру и давление газа после нагревания. (500 К; 16,68 МПа)
8. Идеальный газ, совершающий цикл Карно, 70 % количества теплоты, полученной от нагревателя, отдает холодильнику. Количество теплоты, получаемое от нагревателя, равно 5 кДж. Определить: 1) термический к.п.д. цикла; 2) работу, совершенную при полном цикле. (0,3; 1,5 кДж)
9. Определить среднюю длину свободного пробега молекул водорода при температуре 100 К и давлении 0,1 Па. (3,96 см)
10. Найдите изменение энтропии при изотермическом расширении 3 молей идеального газа в 2 раза. (17,28 Дж/К)
11. В сосуде объемом 0,3 л находится 1 моль углекислого газа при температуре 300 К. Найдите давление газа по уравнению Ван-дер-Ваальса. Постоянные Ван-дер-Ваальса этого газа равны $a = 0,367 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$, $b = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. На сколько отличается это давление от полученного по уравнению состояния идеального газа? (5,67 МПа; 2,64 МПа)
12. При определении силы поверхностного натяжения капельным методом число капель глицерина, вытекающего из капилляра, составляет 50. Общая масса глицерина 1 г, а диаметр шейки капли в момент отрыва 1 мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения глицерина. (64 мН/м)

Вариант 2

1. Определить число N атомов в 1 кг водорода и массу одного атома водорода.
($6,02 \cdot 10^{26}$; $0,33 \cdot 10^{-26}$ кг)
2. Баллон вместимостью 5 л содержит смесь гелия и водорода при давлении 600 кПа. Масса смеси равна 4 г, массовая доля гелия равна 0,6. Определить температуру смеси.
(258 К)
3. Средняя кинетическая энергия молекул гелия равна $3,92 \cdot 10^{-21}$ Дж. Определить среднюю скорость молекул гелия при тех же условиях.
(1 км/с)
4. Азот массой 14 кг находится при температуре 280 К. Определить: 1) внутреннюю энергию азота; 2) среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекул. Газ считать идеальным.
(2,9 МДж; $3,86 \cdot 10^{-21}$ Дж/К)
5. На какой высоте над поверхностью земли атмосферное давление в 2 раза меньше, чем на поверхности? Температура равна 17°C и не зависит от высоты, средняя молярная масса воздуха всюду равна 29 кг/кмоль.
(5,76 км)
6. Определить удельные теплоемкости c_v и c_p смеси углекислого газа массой 11 г и азота массой 4 г.
(1314 Дж/(кг·К); 1780 Дж/(кг·К))
7. В сосуде емкостью 10 л находится кислород под давлением 1 атм. Стенки сосуда могут выдержать давление до 10 атм. Какое максимальное количество теплоты можно сообщить газу?
(22,5 Дж)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Газ получил от нагревателя количество теплоты 5,5 кДж и совершил работу 1,1 кДж. Определить: 1) термический к.п.д. цикла; 2) отношение температур холодильника и нагревателя.
(0,2; 0,8)
9. Определить коэффициент диффузии гелия при давлении 10^6 Па и температуре 27°C . Эффективный диаметр молекулы 0,22 нм.
($1,28 \cdot 10^{-5}$ м²/с)
10. Найдите изменение энтропии при изотермическом расширении кислорода массой 10 г от объема 25 л до объема 100 л.
(3,6 Дж/К)
11. В баллоне емкостью 1 м³ находятся 2 кмоль газа при температуре 27°C . Какую часть давления газа на стенки баллона составляет внутреннее давление, обусловленное силами притяжения молекул? Постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа равны $6 \cdot 10^{-4}$ Н·м⁴/моль² и $4 \cdot 10^{-2}$ м³/моль.
(4,6%)
12. Определить радиус R капли спирта, вытекающей из узкой вертикальной трубки радиусом 1 мм. Считать, что в момент отрыва капля сферическая. Коэффициент поверхностного натяжения спирта 22 мН/м, а его плотность 0,8 г/см³.
(1,6 мм)

Вариант 3

1. Определить количество вещества водорода, заполняющего сосуд объемом 3 л, если концентрация молекул газа в сосуде $2 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$. (10⁻⁸ моль)
2. Найти плотность газовой смеси водорода и кислорода, если их массовые доли соответственно равны 1/9 и 8/9. Давление смеси 100 кПа, температура 300 К. (0,4 кг/м³)
3. Найдите число молекул азота, содержащихся в сосуде объемом 1 л, если средняя квадратичная скорость движения молекул 500 м/с, а давление в сосуде 1 кПа. (2,6·10²⁰)
4. Водород массой 1 кг находится при температуре 320 К. Определить: 1) внутреннюю энергию молекул; 2) среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекулы. Газ считать идеальным. (3,32 МДж; 4,42·10⁻²¹ Дж)
5. Какова масса воздуха в объеме 1 м³: 1) у поверхности земли; 2) на высоте 4 км? Температуру принять равной 273 К, давление у поверхности 105 кПа, молярная масса воздуха 29 кг/кмоль. (1,34 кг; 0,81 кг)
6. Найдите число степеней свободы молекул газа, молярная теплоемкость которого при постоянном давлении равна 29 Дж/(моль К). (5)
7. Идеальному двухатомному газу, находящемуся в сосуде объемом 10 л, сообщили количество теплоты 5 кДж. На сколько повысилось давление газа? Как им будет ответ в случае одноатомного газа? (200 кПа; 333 кДж)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно, термический к.п.д. которого равен 0,4. Определить работу изотермического сжатия газа, если работа изотермического расширения составляет 400 Дж. (240 Дж)
9. В сосуде емкостью 5 л содержится 40 г гелия. Определить среднее число соударений молекул в секунду при температуре 400 К. Эффективный диаметр молекулы гелия 0,22 нм. (3,73·10¹¹ м)
10. Во сколько раз следует увеличить изотермически объем 4,0 моля идеального газа, чтобы его энтропия испытала приращение 23 Дж/К? (2)
11. Найдите температуру и плотность углекислого газа в критическом состоянии, считая газ реальным. Постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа равны 0,367 Па·м⁶/моль² и 4,3·10⁻⁵ м³/моль. (304 К; 341 кг/м³)
12. Считая процесс образования мыльного пузыря изотермическим, определить работу, которую надо совершить, чтобы увеличить его диаметр от 1 см до 11 см. Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора принять равным 40 мН/м. (3 мДж)

Вариант 4

1. Найти массу одной молекулы поваренной соли $NaCl$. (9,67·10⁻²⁶ кг)
2. В баллоне вместимостью 25 л находится водород при температуре 290 К. После того, как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на 0,4 МПа. Определить массу израсходованного газа. (8,3 г)
3. Колба вместимостью 4 л содержит некоторый газ массой 0,6 г под давлением 200 кПа. Определите среднюю квадратичную скорость молекул газа. (2 км/с)
4. Средняя энергия одной молекулы одноатомного идеального газа составляет 16,0·10⁻²¹ Дж. Давление газа 4,0·10⁵ Па. Найдите число молекул газа в единице объема. (19·10²⁴ м⁻³)
5. Во сколько раз давление атмосферы на высоте 100 м больше, чем на высоте 1000 м? Примите молярную массу воздуха всюду равной 29 кг/кмоль, температуру неизменной и равной 0°C. (1,12)
6. Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса составляет 4·10⁻³ кг/моль и отношение теплоемкостей равно 1,67. (3,1 кДж/(кг·К); 5,2 кДж/(кг·К))
7. Кислород массой 32 г находится в закрытом сосуде под давлением 0,1 МПа при температуре 290 К. Определить объем сосуда. (24 л)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя 500 К, холодильника 300 К. Работа изотермического расширения газа составляет 2 кДж. Определить: 1) термический к.п.д. цикла; 2) количество теплоты, отданное газом при изотермическом сжатии холодильнику. (0,4; 1,2 кДж)
9. Средняя длина свободного пробега молекул газа при температуре 300 К и давлении 0,1 МПа равна 200 нм. Найдите эффективный диаметр молекулы кислорода. (0,22 нм)
10. В некотором объеме находится 10²³ молекул газа. При постоянной температуре объем увеличился в $2e$ раз, где e – основание натуральных логарифмов. Найдите изменение энтропии газа. (2,34 мДж/К)
11. Вычислите постоянные Ван-дер-Ваальса для углекислого газа, если его критическая температура 304 К и критическое давление 73 атм. (0,367 Па·м⁶/моль² и 4,3·10⁻⁵ м³/моль)
12. Две капли ртути радиусом 1 мм каждая слились в одну большую каплю. Считая процесс изотермическим, определить изменение поверхностной энергии при этом слиянии, если коэффициент поверхностного натяжения ртути 0,5 Н/м. (2,64 мкДж)

Вариант 5

1. В сосуде вместимостью 1 л находится кислород массой 16 г. Определить концентрацию молекул кислорода в сосуде . $(3 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3})$
2. Азот массой 7 г находится под давлением 0,1 МПа и температуре 290 К. Вследствие изобарного нагревания азот занял объем 10 л. Определить: 1) объем газа до расширения; 2) температуру газа после расширения . $(6 \text{ л}; 483 \text{ К})$
3. Определите среднюю квадратичную скорость молекул азота при температуре 280 К. (500 м/с)
4. Смесь гелия и аргона находится при температуре 1,2 кК. Определите средние кинетические энергии атомов гелия и аргона. $(2,48 \cdot 10^{-20} \text{ Дж})$
5. Вблизи поверхности земли отношение объемной концентрации кислорода и азота в воздухе равно 0,268. Полагая температуру неизменной и равной 273 К, определите отношение концентраций этих газов на высоте 10 км. $(0,19)$
6. Трехатомный газ под давлением 240 кПа и температуре 27°C занимает объем 10 л. Определить теплоемкость всего газа при постоянном давлении. (32 Дж/К)
7. Некоторый газ массой 1 кг находится при температуре 300 К и под давлением 0,5 МПа. В результате изотермического сжатия давление газа увеличилось в 2 раза. Работа, затраченная на сжатие, составляет 432 кДж. Определить: 1) какой это газ; 2) первоначальный удельный объем газа. $(\text{гелий}; 1,3 \text{ м}^3)$
8. Многоатомный идеальный газ совершает цикл Карно, при этом в процессе адиабатического расширения объем газа увеличивается в 8 раз. Определить термический к.п.д. цикла. $(0,5)$
9. Средняя длина свободного пробега атомов гелия при нормальных условиях равна 180 нм. Найдите коэффициент диффузии гелия . $(7,21 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с})$
10. Найдите приращение энтропии одного моля углекислого газа при увеличении его абсолютной температуры в 2 раза, если процесс нагревания изохорный. Газ считать идеальным. $(17,3 \text{ Дж/К})$
11. Критические давление и температура неона равны $27,3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и 44,5 К. Считая газ реальным, определите, до этих данных, постоянные Ван-дер-Ваальса и оцените диаметр молекул неона. $(21,1 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2, 1,69 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}; 0,17 \text{ нм})$
12. Давление воздуха внутри мыльного пузыря на 200 Па больше атмосферного. Определить диаметр пузыря. Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора 40 мН/м. $(1,6 \text{ мм})$

Вариант 6

1. За время 10 суток из стакана полностью испарилось 100 г воды. Сколько в среднем молекул вылетало с поверхности воды за 1 с? ($4 \cdot 10^{18}$)
2. Баллон объемом 30 л содержит смесь водорода и гелия при температуре 300 К и давлении 828 кПа. Масса m смеси равна 24 г. Определить массу водорода и массу гелия. (15,9 г; 8,1 г)
3. При какой температуре молекулы кислорода имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы водорода при температуре 100 К? (1600 К)
4. Средняя энергия молекул четырехатомного идеального газа $2,06 \cdot 10^{-19}$ Дж. Давление газа $2 \cdot 10^5$ Па. Найдите число молекул газа в единице объема. ($29 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$)
5. Пусть η_0 отношение концентрации молекул водорода к концентрации молекул азота вблизи поверхности земли, а η – соответствующее отношение на высоте 3000 м. Найдите отношение η/η_0 при 280 К, считая, что температура не зависит от высоты. (1,4)
6. Разность удельных теплоемкостей ($c_p - c_v$) некоторого двухатомного газа равна 260 Дж/(кг·К). Найти молярную массу газа. (32 г/моль)
7. Азот массой 50 г находится при температуре 280 К. В результате изохорного охлаждения его давление уменьшилось в 2 раза, а затем в результате изобарного расширения температура газа в конечном состоянии стала равной первоначальной. Определить: 1) работу, совершенную газом; 2) изменение внутренней энергии газа. (2,1 кДж; 0)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Газ получил от нагревателя количество теплоты 50 кДж и совершил работу 10 кДж. Определить: 1) термический к.п.д. цикла; 2) отношение температур нагревателя и холодильника. (0,2; 1,25)
9. Определите среднее число столкновений одной молекулы азота за 1 с при нормальных условиях, если коэффициент вязкости азота равен $1,8 \cdot 10^{-5}$ Па·с. ($1,43 \cdot 10^{33} \text{ с}^{-1}$)
10. Найдите изменение энтропии при изохорном нагревании водорода массой 1 г, если давление газа увеличилось в 2 раза. (7,2 Дж/К)
11. Критическая температура аргона равна 151 К и критическое давление 4,86 МПа. Считая газ ван-дер-ваальсовским, найдите критический молярный объем аргона. (97 см³/моль)
12. Воздушный пузырек диаметром 0,02 мм находится на глубине 25 см под поверхностью воды. Определить давление воздуха в этом пузырьке. Атмосферное давление принять нормальным. Коэффициент поверхностного натяжения воды 73 мН/м, а ее плотность 1 г/см³. (118 кПа)

Вариант 7

1. Вычислить массу одной молекулы кислорода. $(5,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг})$
2. Сосуд емкостью 2 л разделен пополам полупроницаемой перегородкой. В одну половину сосуда введен водород массой 2 г и азот массой 28 г, в другой половине вакуум. Через перегородку может диффундировать только водород. Во время процесса поддерживается температура 373 К. Какие давления установятся в обеих частях сосуда? $(4,65 \text{ МПа}; 1,55 \text{ МПа})$
3. Взвешенные в воздухе мельчайшие пылинки движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Определите среднюю квадратичную скорость пылинки массой 10^{-2} г , если температура воздуха 300 К. $(1,1 \cdot 10^{-9} \text{ м/с})$
4. Средняя энергия молекул трехатомного идеального газа $26,0 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$. Давление газа $20,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Найдите число молекул газа в единице объема. $(2,3 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3})$
5. Показания барометра на вершине горы «Пик Ленина» на Памире составляет 43% от показания барометра у подножия горы. Оцените высоту этой вершины в предположении, что температура воздуха постоянна и равна 283 К. (6984 м)
6. Определить удельную теплоемкость смеси газов при постоянном объеме, содержащей 5 л водорода и 3 л гелия. Газы находятся при нормальных условиях. $(4,53 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}))$
7. Работа расширения некоторого идеального двухатомного газа составляет 2 кДж. Определить количество подведенной к газу теплоты, если процесс протекал: 1) изотермически; 2) изобарно. $(2 \text{ кДж}; 7 \text{ кДж})$
8. Идеальный газ совершает цикл Карно, термический к.п.д. которого равен 0,6. Определить работу изотермического сжатия газа, если работа изотермического расширения составляет 240 Дж. (96 Дж)
9. Найдите коэффициент теплопроводности гелия при нормальных условиях. Эффективный диаметр молекулы гелия 0,20 нм. $(38,6 \text{ мВт/мК})$
10. Найдите изменение энтропии при изобарном расширении азота массой 4 г от объема 5 л до объема 10 л. $(2,88 \text{ Дж/К})$
11. В баллоне объемом 10 л находится 2 моля кислорода при давлении 250 кПа. Критические давление и температура кислорода равны 5,0 МПа и 154 К. Найдите температуру газа по уравнению Ван-дер-Ваальса и по уравнению Менделеева-Клапейрона и сравните полученные значения. (Указание: воспользуйтесь уравнением Ван-дер-Ваальса в относительных переменных.) $(153 \text{ К}; 150 \text{ К}; 2 \%)$
12. Ртуть массой 3 г помещена между двумя параллельными стеклянными пластинками. Определить силу, которую, необходимо приложить, чтобы расплющить каплю до толщины 0,1 мм. Ртуть стекло не смачивает. Плотность ртути $13,6 \text{ г/см}^3$, а ее коэффициент поверхностного натяжения 0,5 Н/м. (22 Н)

Вариант 8

1. В сосуде вместимостью 5 л при нормальных условиях находится азот. Определить: 1) количество вещества; 2) массу азота; 3) концентрацию n его молекул в сосуде. (0,22 моль; 6,16 г; $26,9 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}$)

2. Какой объем занимает смесь азота массой 1 кг и гелия массой 1 кг при нормальных условиях? (6,42 м³)

3. Средняя энергия молекулы двухатомного идеального газа $64,0 \cdot 10^{-21}$ Дж. Давление газа $2 \cdot 10^5$ Па. Найдите число молекул газа в единице объема. ($7,8 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$)

4. При какой температуре средняя квадратичная скорость атомов гелия станет равна II космической скорости 11,2 км/с? (20,1 кК)

5. При подъеме вертолета на некоторую высоту барометр, находящийся в его кабине, изменил свое показание на 10 кПа. На какой высоте летит вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал 90 кПа? Температура 290 К, молярная масса воздуха 29 кг/кмоль. (893 м)

6. Определить удельную теплоемкость смеси кислорода и азота при постоянном давлении, если количество вещества первого компонента равно 2 моль, а количество вещества второго равно 4 моль. (990 Дж/(кг·К))

7. Азот массой 1 кг занимает при температуре 300 К объем 0,5 м³. В результате адиабатического сжатия давление газа увеличилось в 3 раза. Определить конечный объем газа. (411 л)

8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя 600 К, холодильника 300 К. Работа изотермического расширения газа составляет 2 кДж. Определить: 1) термический к.п.д. цикла; 2) количество теплоты, отданное газом при изотермическом сжатии холодильнику. (0,5; 1 кДж)

9. Коэффициент теплопроводности кислорода при температуре 100°C равен $3,25 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/(м·К)}$. Вычислите коэффициент вязкости кислорода при этой температуре. (50 мкПа·с)

10. Два моля идеального газа сначала изохорно охладил, а затем изобарно расширил так, что температура газа стала равна первоначальной. Найдите приращение энтропии газа, если его конечное давление в 3,3 раза меньше начального. (19,8 Дж/К)

11. В сосуде объемом 3 л находится 4 моль углекислого газа при температуре 600 К. Найдите давление газа по уравнению Ван-дер-Ваальса. Постоянные Ван-дер-Ваальса этого газа равны $a = 0,367 \text{ Н·м}^4/\text{моль}^2$, $b = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. (2,68 МПа)

12. Капилляр вертикально погружен в воду. Определить радиус кривизны мениска, если высота столба воды в трубке 20 мм. Плотность воды 1 г/см³, коэффициент поверхностного натяжения 73 мН/м. (0,74 мм)

Вариант 9

1. В сосуде вместимостью 0,3 л при температуре 290 К находится некоторый газ. На сколько понизится давление газа в сосуде, если из него и з-за утечки выйдет 10^{19} молекул?
(133 Па)
2. В сосуде объемом $0,01 \text{ м}^3$ содержится смесь азота массой 7 г и водорода массой 1 г при температуре 280 К. Определить давление смеси газов.
(175 кПа)
3. Найдите число молекул водорода, содержащихся в сосуде объемом 1 л, если средняя квадратичная скорость движения молекул 500 м/с, а давление в сосуде 1 кПа.
($3,6 \cdot 10^{21}$)
4. Определить внутреннюю энергию водорода, а также среднюю кинетическую энергию молекулы этого газа при температуре 300 К, если количество вещества этого газа равно 0,5 моль.
(3,12 кДж; 10^{-20} Дж)
5. Определите, во сколько раз уменьшится концентрация частиц пыли в воздухе на высоте 3 м по сравнению с концентрацией у поверхности земли, если масса частицы 10^{-22} кг. Температура равна 300 К. Силой Архимеда пренебречь.
(2,03)
6. В баллоне находятся аргон и азот. Определить удельную теплоемкость смеси этих газов при постоянном объеме, если массовые доли аргона и азота одинаковы и равны 0,5.
(527 Дж/(кг·К))
7. Азот массой 500 г находящийся под давлением 1 МПа при температуре 127°C , подвергли изотермическому расширению, в результате которого давление газа уменьшилось в 3 раза. После этого газ подвергли адиабатическому сжатию до начального давления, а затем он был изобарно сжат до начального объема. Построить график цикла и определить работу, совершенную газом за цикл.
(23 кДж)
8. Многоатомный идеальный газ совершает цикл Карно, при этом в процессе адиабатического расширения объем газа увеличивается в 2 раза. Определить термический к.п.д. цикла.
(36, 7%)
9. Средняя длина свободного пробега молекул газа при температуре 300 К и давлении 0,1 МПа равна 200 нм. Найдите эффективный диаметр молекулы кислорода.
(0,22 нм)
10. В результате нагревания 22 г азота его абсолютная температура увеличилась в 1,2 раза, а энтропия увеличилась на 4,19 Дж/К. Определите теплоемкость газа в данном процессе.
(4,16 Дж/К)
11. В баллоне емкостью 1 м^3 находятся 2 кмоль газа при температуре 27°C . Какую часть давления газа на стенки баллона составляет внутреннее давление, обусловленное силами притяжения молекул? Постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа равны $6 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$ и $4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{моль}$.
(4,6%)
12. Капилляр внутренним радиусом 0,5 мм опущен в жидкость. Определить массу жидкости, поднявшейся в капилляр, если ее коэффициент поверхностного натяжения равен 60 мН/м.
(19 мг)

Вариант 10

1. В колбе вместимостью 240 см^3 находится газ при температуре 290 К и давлении 50 кПа . Определите количество вещества газа (число моль) и число его молекул.
(5 ммоль; $3 \cdot 10^{21}$)
2. Во сколько раз изменится давление в сосуде, заполненном водородом, если 20% молекул диссоциируют на атомы при неизменной температуре?
(1,2)
3. Колба вместимостью 4 л содержит некоторый газ массой 0,26 г под давлением 100 кПа . Определите среднюю квадратичную скорость молекул газа.
(214 м/с)
4. Кислород массой 1 кг находится при температуре 320 К . Определить: 1) внутреннюю энергию молекул кислорода; 2) среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекул кислорода. Газ считать идеальным.
(441 кДж; $1,1 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$)
5. Закрытая с обоих концов труба длиной 200 м и объемом 200 л установлена вертикально и заполнена кислородом. Давление газа внутри трубы вблизи ее основания 10^5 Па , температура 300 К . Найдите давление в трубе вблизи ее верхнего конца.
(97,5 кПа)
6. Смесь газов состоит из хлора и криптона, взятых при одинаковых условиях и в равных объемах. Определить удельную теплоемкость смеси при постоянном давлении.
(324 Дж/(кг·К))
7. Азот массой 14 г сжимают изотермически при температуре 300 К от давления 100 кПа до 500 кПа . Определить величину работы внешних сил.
(2 кДж)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Газ получил от нагревателя количество теплоты 3,5 кДж и отдал охладителю 0,7 кДж. Определить: 1) термический к.п.д. цикла; 2) отношение температур нагревателя и холодильника.
(0,8; 5)
9. При каком давлении средняя длина свободного пробега молекул азота будет равна 1 мм, если при нормальном давлении она равна 60 нм? Температура одинакова.
(6 Па)
10. Найдите приращение энтропии 3 моль идеального газа с показателем адиабаты 1,4, если в результате некоторого процесса объем газа увеличился в 3 раза, а давление уменьшилось в 1,5 раза.
(71 Дж/К)
11. Найдите температуру и плотность углекислого газа в критическом состоянии, считая газ ван-дер-ваальсовским. Постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа равны $0,367 \text{ Па} \cdot \text{м}^6/\text{моль}^2$ и $4,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$.
(341 кг/м³; 304 К)
12. Широкое колено U – образного манометра имеет диаметр 2 мм, узкое 1 мм. Определить разность уровней ртути в обоих коленах, если коэффициент поверхностного натяжения ртути $0,5 \text{ Н/м}$, плотность ртути $13,6 \text{ г/см}^3$, а краевой угол равен 138° .
(5,46 мм)

Вариант 11

1. Во сколько раз плотность воздуха, заполняющего не отапливаемое помещение осенью при 7°C , больше его плотности летом при 37°C ? Давление газа считать постоянным. (1,07)
2. Во сколько раз изменится давление в сосуде, заполненном водородом, если 60% молекул диссоциируют на атомы при неизменной температуре? (1,6)
3. Смесь гелия и аргона находится при температуре 1,2 кК. Определите средние квадратичные скорости и средние кинетические энергии атомов гелия и аргона. (2735 м/с; 865 м/с; $2,5 \cdot 10^{-20}$ Дж)
4. Азот массой 10 г находится при температуре 290 К. Определить: 1) среднюю кинетическую энергию одной молекулы азота; 2) среднюю кинетическую энергию вращательного движения всех молекул азота. Газ считать идеальным. ($3,45 \cdot 10^{-23}$ Дж; 861 Дж)
5. Определите массу столба воздуха, основание которого равно 1 м^2 , а высота равна высоте Останкинской телебашни, которая составляет 530 м. Температура воздуха 300 К, давление у поверхности земли 10^5 Па. (598 кг)
6. Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, если отношение теплоемкостей $c_p/c_v = 1,4$. (742 Дж/(кг·К)); 1039 Дж/(кг·К))
7. При адиабатическом расширении 2 молей кислорода, находящегося при нормальных условиях, объем увеличился в 3 раза. Определить изменение внутренней энергии газа. (4 кДж)
8. Двухатомный идеальный газ совершает цикл Карно, при этом в процессе адиабатического расширения объем газа увеличивается в 2 раза. Определить термический к.п.д. цикл. (0,24)
9. Средняя длина свободного пробега молекулы углекислого газа при нормальных условиях составляет 40 нм. Найдите число соударений, которые испытывает молекула за 1 с.
10. Воду массой 1 кг нагрели от температуры 10°C до 100°C , при которой она вся превратилась в пар. Найдите приращение энтропии системы. (7,9 кДж/К)
11. Вычислите постоянные Ван-дер-Ваальса для углекислого газа, если его критическая температура 304 К и критическое давление 73 атм. ($2,62 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $11,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$)
12. Найдите капиллярное давление внутри мыльного пузырька диаметром 1 мм. Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора равен 40 мН/м. (320 мПа)

Вариант 12

1. В баллоне находится газ при температуре 400 К. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в 1,5 раза? (600 К)
2. Во сколько раз изменится давление в сосуде, заполненном азотом, если 40% молекул диссоциируют на атомы при неизменной температуре? (1,4)
3. При какой температуре молекулы кислорода имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы водорода при температуре 100 К? (1600 К)
4. Найдите полную кинетическую энергию 10^{24} молекул кислорода и давление, которое они оказывают на стенки сосуда, если они занимают объем 10 л при температуре 300 К. (51,75 кДж; 414 кПа)
5. Во сколько раз давление атмосферы на высоте 400 м больше, чем на высоте 2000 м? Примите молярную массу воздуха всюду равной 29 кг/кмоль, температуру неизменной и равной 0°C. (1,22)
6. Трехатомный газ под давлением 120 кПа и при температуре 27°C занимает объем 20 л. Определить теплоемкость этого газа при постоянном объеме. (2,4 Дж/К)
7. Кислород массой 40 г, находящийся при температуре 16°C, подвергли нагреванию до 40°C, в результате которого затрачено 150 кал энергии. При каких условиях нагревался газ? (При постоянном давлении или при постоянном объеме?) ($V = \text{const}$)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно, термический к.п.д. которого равен 0,8. Определить работу изотермического сжатия газа, если работа изотермического расширения составляет 400 Дж. (80 Дж)
9. Сколько столкновений за одну секунду испытывает молекула неона при температуре 600 К и давлении 133 Па, если ее эффективный диаметр 204 пм? ($2,3 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$)
10. Найдите приращение энтропии 1 кг льда при его плавлении. Удельная теплота плавления 3,35 кДж/кг. (1,25 кДж/К)
11. Критическое давление и температура неона равны $27,3 \cdot 10^5$ Па и 44,5 К. Считая газ ван-дер-ваальсовским, определите по этим данным, постоянные Ван-дер-Ваальса. ($0,21 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$)
12. Масса 100 капель спирта, вытекающего из капилляра, равна 0,71 г. Найдите коэффициент поверхностного натяжения спирта, если диаметр шейки капли в момент отрыва равен 1 мм. (22,6 мН/м)

Вариант 13

1. В закрытом сосуде находится 10 кг при давлении 10^7 Н/м². Найти, какое количество газа взяли из сосуда, если окончательное давление стало равным $2,5 \cdot 10^6$ Н/м²? (7,5 кг)
2. Во сколько раз изменится давление в сосуде, заполненном кислородом, если 50% молекул диссоциируют на атомы при неизменной температуре? (1,5)
3. Найдите температуру углекислого газа, если средняя энергия вращательного движения одной молекулы равна $1,6 \cdot 10^{-20}$ Дж. (733 К)
4. Определить среднюю арифметическую скорость молекул газа, если их средняя квадратичная скорость составляет 1 км/с. (8,22 км/с)
5. Вблизи поверхности земли отношение объемной концентрации кислорода и азота в воздухе равно 0,268. Полагая температуру неизменной и равной 273 К, определите отношение концентраций этих газов на высоте 20 км. (0, 225)
6. Разность удельных теплоемкостей ($c_p - c_v$) некоторого двухатомного газа равна 260 Дж/(кг·К). Найти его удельную теплоемкость c_p . (650 Дж/(кг·К))
7. Какая доля ω_1 количества теплоты Q , подводимого к идеальному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение внутренней энергии газа и какая доля ω_2 - на работу расширения? Рассмотреть случай одноатомного газа. (0,6; 0,4)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя 500 К, холодильника 100 К. Работа изотермического расширения газа составляет 2 кДж. Определить: 1) термический к.п.д. цикла; 2) количество теплоты, отданное газом при изотермическом сжатии холодильнику. (0,8; 400 Дж)
9. Коэффициент вязкости углекислого газа при нормальных условиях равен $1,4 \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с). Чему равен при этих условиях коэффициент диффузии? ($7,13 \cdot 10^{-6}$ м²/с)
10. Лед массой 1 кг с начальной температурой 0°C в результате нагревания превратили сначала в воду, а затем в пар при температуре 100°C. Найдите приращение энтропии системы. Удельная теплота плавления 334 кДж/кг, удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования 2,26 МДж/кг. (9520 Дж/К)
11. Критическая температура аргона равна 151 К и критическое давление 4,86 МПа. Считая газ ван-дер-ваальсовским, найдите критический молярный объем аргона. (96,8 мл/моль)
12. Трубка имеет диаметр 0,2 см. На нижнем конце трубки повисла капля воды, имеющая в момент отрыва вид шарика. Найдите диаметр этой капли. Коэффициент поверхностного натяжения воды равен 73 мН/м. (4,47 мм)

Вариант 14

1. В колбе вместимостью 240 см^3 находится газ при температуре 290 К и давлении 50 кПа . Определите количество вещества газа (число молей) и число его молекул.
(0,005; $3 \cdot 10^{21}$)
2. Какой объем занимает смесь газов: азота массой 7 кг и гелия массой 12 кг при нормальных условиях?
($73,7 \text{ м}^3$)
3. Взвешенные в воздухе мельчайшие пылинки движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Определите среднюю квадратичную скорость пылинки массой 10^{-2} г , если температура воздуха 1200 К .
($2,2 \cdot 10^9 \text{ м/с}$)
4. Определите среднее значение полной кинетической энергии одной молекулы водяного пара при температуре 460 К .
($1,27 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$)
5. На какой высоте над поверхностью земли атмосферное давление в $1,5$ раза меньше, чем на поверхности? Температура равна 7°C и не зависит от высоты, средняя молярная масса воздуха всюду равна 29 кг/кмоль .
($3,32 \text{ км}$)
6. Определить молярную теплоемкость смеси газов при постоянном объеме, содержащей 5 л водорода и 3 л гелия. Смесь газов находится при нормальных условиях.
($17,6 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$)
7. В баллоне емкостью 1 л находится водород под давлением 10 МПа при температуре 300 К . К газу подводят 140 кДж теплоты. Определите температуру и давление газа после нагревания.
(1980 К ; 66 МПа)
8. У тепловой машины, работающей по циклу Карно, температура нагревателя в $1,6$ раза больше температуры холодильника. За один цикл машина производит работу 12 кДж . Найдите работу за цикл, затрачиваемую на изотермическое сжатие рабочего вещества.
(20 кДж)
9. Найдите коэффициент диффузии воздуха при нормальном давлении $0,1 \text{ МПа}$ и температуре 20°C . Эффективный диаметр молекул воздуха $0,3 \text{ нм}$. Молярная масса воздуха 29 кг/кмоль .
($1,56 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$)
10. Идеальный газ в количестве 2 моль сначала изобарно нагрели, так что объем увеличился в 2 раза, а затем изохорно охладил, так что давление его уменьшилось в 2 раза. Определить приращение энтропии в ходе указанных процессов.
($11,5 \text{ Дж/К}$)
11. В сосуде объемом 3 л находится 1 моль углекислого газа при температуре 300 К . Найдите давление газа по уравнению Ван-дер-Ваальса. Постоянные Ван-дер-Ваальса этого газа равны $a = 0,367 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$, $b = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. На сколько отличается это давление от полученного по уравнению состояния идеального газа?
($5,62 \text{ МПа}$; $2,69 \text{ МПа}$)
12. Радиус отверстий решета, покрытого парафином, равен 1 мм . Какой толщины слой воды можно носить в этом решете? Вода не смачивает парафин. Коэффициент поверхностного натяжения воды равен 73 мН/м .
($1,5 \text{ см}$)

Вариант 15

1. Во сколько раз плотность воздуха, заполняющего помещение зимой при температуре -3°C , больше его плотности летом при температуре 27°C ? Давление газа считать постоянным. (1,1)

2. Баллон вместимостью 30 л содержит смесь водорода и гелия при температуре 300 К и давлении 828 кПа. Масса смеси равна 44 г. Определите массу водорода и массу гелия. (15,9 г; 8,1 г)

3. При какой температуре средняя квадратичная скорость атомов аргона станет равна II космической скорости 11,2 км/с? (20,13 кК)

4. Некоторая масса азота находится при температуре 300 К и давлении 100 кПа. Полная кинетическая энергия поступательного движения молекул газа составляет 6,3 Дж. Найдите число молекул газа, его массу и объем. ($1,01 \cdot 10^{21}$; 47 мг; $41,8 \text{ см}^3$)

5. Считая, что температура и молярная масса воздуха, а также ускорение свободного падения не зависят от высоты, найдите разность высот, на которых плотности воздуха при температуре 0°C отличаются в 5,44 раза. (13,5 км)

6. Определить молярную теплоемкость смеси кислорода и азота при постоянном давлении, если количество кислорода равно 2 моль, а количество азота равно 4 моль. (29 кДж/(моль·К))

7. В сосуде емкостью 20 л находится азот под давлением 1 атм. Стенки сосуда могут выдержать давление до 4 атм. Какое максимальное количество теплоты можно сообщить газу? (45 кДж)

8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя равна 470 К, температура холодильника равна 280 К. При изотермическом расширении газ совершает работу 100 Дж. Найдите к.п.д. цикла и количество тепла, которое газ отдает холодильнику при изотермическом сжатии. (0,4; 60 Дж)

9. Коэффициент диффузии кислорода при температуре 0°C равен $0,19 \text{ см}^2/\text{с}$. Определите среднюю длину свободного пробега молекул газа. (134 нм)

10. Азот массой 28 г адиабатически расширили в 2 раза, а затем изобарно сжали до первоначального объема. Определить изменение энтропии газа в ходе указанных процессов. (20,2 Дж/К)

11. В баллоне емкостью 1 м^3 находятся 2 кмоль газа при температуре 27°C . Какую часть давления газа на стенки баллона составляет внутреннее давление, обусловленное силами притяжения молекул? Постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа равны $6 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$ и $4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{моль}$. (0,46)

12. В воду на малую глубину опущена стеклянная трубка. При этом в трубку вошло 23 мг воды. Найдите диаметр трубки, считая, что вода полностью смачивает стекло. Коэффициент поверхностного натяжения воды равен 73 мН/м. (0,98 мм)

Вариант 16

1. Найдите массу воздуха, заполняющего аудиторию высотой 5 м и площадью пола 200 м^2 . Давление воздуха 100 кПа, температура помещения 290 К. Молярная масса воздуха $0,029 \text{ кг/моль}$. (120 0 кг)

2. Плотность смеси гелия и азота при нормальных условиях $0,60 \text{ г/л}$. Найдите концентрацию атомов гелия в данной смеси. ($1,6 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$)

3. Найдите число молекул кислорода, содержащихся в сосуде объемом 10 л, если средняя квадратичная скорость движения молекул 500 м/с , а давление в сосуде 100 кПа. ($2,25 \cdot 10^{23}$)

4. Найдите суммарную кинетическую энергию теплового движения всех молекул кислорода, занимающих объем 5 л при давлении 21 атм. Колебания не учитывать. (26,25 Дж)

5. Считая, что температура и молярная масса воздуха, а также ускорение свободного падения не зависят от высоты, найдите разность высот, на которых объемная концентрация молекул воздуха при температуре 0°C отличаются в 2,72 раза. (7,8 км)

6. В баллоне находятся аргон и азот. Определить удельную теплоемкость смеси этих газов при постоянном объеме, если массовые доли аргона и азота одинаковы и равны 0,5. (526 Дж/(кг·К))

7. Идеальному одноатомному газу, находящемуся в сосуде объемом 10 л, сообщили количество теплоты 5 кДж. На сколько повысилось давление газа? (3,3 МПа)

8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Газ получил от нагревателя количество теплоты 5,5 кДж и совершил работу 1,1 кДж. Определить: 1) термический к.п.д. цикла; 2) отношение температур нагревателя и холодильника. (0,2; 1,25)

9. Средняя длина свободного пробега атомов гелия при нормальных условиях равна 180 нм. Найдите коэффициент диффузии гелия. ($7,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$)

10. Смешали воду массой 5 кг при температуре 280 К, с водой массой 8 кг при температуре 350 К. Найдите изменение энтропии, наблюдающееся при смешивании воды. (303 Дж/К)

11. Найдите температуру и плотность углекислого газа в критическом состоянии, считая газ ван-дер-ваальсовским. Постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа равны $0,367 \text{ Па} \cdot \text{м}^6/\text{моль}^2$ и $4,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. (304 К; 342 кг/м^3)

12. Найдите приращение свободной энергии поверхностного слоя при изотермическом слиянии двух одинаковых капель ртути диаметром 1,5 мм. Коэффициент поверхностного натяжения ртути $0,49 \text{ Н/м}$. (0,89 мкДж)

Вариант 17

1. Всплывающий пузырек воздуха имеет у поверхности объем 3000 мм^3 . Чему был равен объем этого пузырька на глубине 30 м, где температура воды равна 15°C ? Температура воды на поверхности составляет 22°C . Поверхностное натяжение и добавочное давление не учитывать. (743 мм^3)

2. В баллоне объемом 7,5 л при температуре 300 К находится смесь идеальных газов: 0,1 моля кислорода, 0,2 моля азота и 0,3 моля углекислого газа. Найдите: а) давление смеси; б) среднюю молярную массу газа для данной смеси. (0,2 МПа; 36,7 г/моль)

3. Колба вместимостью 4 л содержит некоторый газ массой 0,64 г под давлением 120 кПа. Определите среднюю квадратичную скорость молекул газа. (1,5 км)

4. Определите среднюю кинетическую энергию поступательного движения и среднее значение полной кинетической энергии (без учета колебаний) молекулы водяного пара при температуре 600 К. ($2,48 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$; $1,24 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$)

5. На какой высоте над поверхностью земли атмосферное давление в 2 раза меньше, чем на поверхности? Температура равна 17°C и не зависит от высоты, средняя молярная масса воздуха всюду равна 29 кг/кмоль. (4,37 км)

6. Смесь газов состоит из хлора и криптона, взятых при одинаковых условиях и в равных объемах. Определить удельную теплоемкость смеси при постоянном давлении. (322 Дж/(кг·К))

7. Один моль идеального газа расширяется изотермически при температуре 100 К до объема вдвое большего, чем первоначальный. Определите работу при расширении, изменение внутренней энергии газа и количество поглощенной теплоты. (576 Дж; 0; 576 Дж)

8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя в 4 раза больше температуры холодильника. Какую часть количества тепла, получаемого за один цикл от нагревателя, газ отдает холодильнику? (0,25)

9. Найдите коэффициент теплопроводности гелия при нормальных условиях. Эффективный диаметр молекулы гелия 0,20 нм. ($38,6 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/(м·К)}$)

10. Водород массой 100 г был изобарически нагрет так, что его объем увеличился в n раз, затем он был изохорически охлажден так, что его давление уменьшилось в n раз. Найти изменение энтропии для $n = 3$. (456 Дж/К)

11. Вычислите постоянные Ван-дер-Ваальса для углекислого газа, если его критическая температура 304 К и критическое давление 73 атм. ($0,361 \text{ Н·м}^4/\text{моль}^2$; $4,28 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$)

12. Найдите разность уровней воды в двух сообщающихся вертикальных капиллярах, диаметры которых равны 1 мм и 0,2 мм. Смачивание считать полным. Коэффициент поверхностного натяжения воды равен 73 мН/м. (7,9 см)

Вариант 18

1. В баллоне вместимостью 25 л находится водород при температуре 290 К. После того, как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на 0,4 МПа. Определите массу израсходованного водорода. Температура постоянна. (8,3 г)
2. В сосуде вместимостью 0,01 м³ содержится смесь азота массой 7 г и водорода массой 1 г при температуре 280 К. Определите давление смеси газов. (175 кПа)
3. При какой температуре средняя квадратичная скорость атомов гелия станет равной первой космической скорости 7,9 км/с? (10 кК)
4. Найдите полную кинетическую энергию 10²⁴ молекул кислорода и давление, которое они оказывают на стенки сосуда, если они занимают объем 10 л при температуре 400 К. (10,4 кДж; 414 кПа)
5. На какой высоте над поверхностью земли концентрация молекул воздуха в 2 раза меньше, чем на поверхности? Температура равна 7°C и не зависит от высоты, средняя молярная масса воздуха всюду равна 29 кг/кмоль. (5,67 км)
6. Смесь газов состоит из кислорода и аргона, взятых в равных количествах. Определить показатель адиабаты для данной смеси газов. (1,5)
7. При изотермическом расширении 10 г азота, находящегося при 290 К, была совершена работа, равная 860 Дж. Во сколько раз изменилось давление азота при расширении? (2,72)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа газа при изотермическом расширении равна 5 Дж. Найдите работу газа при изотермическом сжатии, если к.п.д. цикла равен 20%. (4 Дж)
9. Определите среднюю длину свободного пробега молекул водорода при температуре 27°C и нормальном давлении, если при температуре 0°C коэффициент вязкости водорода равен 8,5·10⁻⁵ Па·с. Давление не меняется. (1,87 мкм)
10. Определите, на сколько увеличивается энтропия системы при смешивании 3 кг воды при температуре 293 К и 200 г льда при температуре 268 К. Удельная теплота плавления льда 334 кДж/кг, удельная теплоемкость льда 2100 Дж/(кг·К). (35 Дж/К)
11. Критическая температура аргона равна 151 К и критическое давление 4,86 МПа. Считая газ ван-дер-ваальсовским, найдите критический молярный объем аргона. (96,8 см³/моль)
12. Найдите давление в пузырьке воздуха диаметром 4 мкм, который находится в воде на глубине 5 м. Атмосферное давление нормальное, коэффициент поверхностного натяжения воды равен 73 мН/м. (222 кПа)

Вариант 19

1. Определить массу воздуха в комнате, если площадь пола 20 м^2 , а высота потолка 3 м. Воздух находится при нормальных условиях. (77,6 кг)
2. Газ при давлении 0,81 МПа и температуре 285 К занимает объем 855 л. Каким будет давление этой же массы газа при температуре 43°C в объеме 800 л? (0,972 МПа)
3. Найти среднюю квадратичную скорость молекулы газа, имеющего плотность $1,8 \text{ кг/м}^3$ при давлении 1,5 атм. (500 м/с)
4. В баллоне объемом 1 л находится азот под давлением 200 кПа. Концентрация молекул составляет $4,3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$. Определите кинетическую энергию поступательного движения одной молекулы газа. ($7 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$)
5. Определите, во сколько раз уменьшится концентрация частиц пыли в воздухе на высоте 30 м (10 этаж) по сравнению с концентрацией у поверхности земли, если масса частицы 10^{-22} кг . Температура равна 300 К. Силой Архимеда пренебречь. (1214)
6. Молярная теплоемкость газа в некотором процессе постоянна и равна $(17/6) R$, а отношение теплоемкостей $c_p / c_v = 1,4$. Как зависит давление газа от его температуры в этом процессе? ($PT^{-2/3} = \text{const}$)
7. Для нагревания некоторого количества газа на 50°C при постоянном давлении необходимо затратить 160 кал. Если это же количество газа охладить на 100°C при постоянном объеме, то выделяется 240 кал. Какое число степеней свободы имеют молекулы этого газа? (6)
8. В результате кругового процесса газ совершил работу 1 кДж и передал холодильнику 4,2 кДж. Определить термический к.п.д. цикла. (0,193)
9. Вычислить коэффициент диффузии азота при давлении 100 Па и температуре 300 К. ($0,061 \text{ м}^2/\text{с}$)
10. В некоторой температурной области энтропия термодинамической системы изменяется с температурой по закону $S = a + bT$, где a – константа, $b = 5 \text{ Дж/К}^2$. Какое количество теплоты получает система при обратимом нагревании в этой области от 290 К до 310 К? (30 кДж)
11. Вычислите постоянные в уравнении Ван-дер-Ваальса для азота, если известны критические температура 126 К и давление 3,39 МПа. ($a = 0,136 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $b = 3,86 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$)
12. Насколько поднимется эфир в капиллярной трубке с диаметром канала 0,66 мм, если краевой угол на границе соприкосновения стекла, эфира и воздуха равен 20° ? Коэффициент поверхностного натяжения эфира $0,017 \text{ Н/м}$. (1,4 см)

Вариант 20

1. Золото можно расплющить до толщины 0,1 мкм. Какую поверхность можно покрыть листком золота массой 2 г? (1,04 м²)
2. Газ при давлении 6 атм и температуре 20 °С занимает объем 586 л. Найти объем, который будет занимать та же масса газа при температуре 248 К и давлении 0,4 МПа. (729 л)
3. Вычислите наиболее вероятную скорость молекул кислорода при температуре 20°С. (390 м/с)
4. Средняя квадратичная скорость молекул ацетилена, находящегося в закрытом баллоне, равна 500 м/с. Плотность газа 18 кг/м³. Вычислите энергию поступательного движения одной молекулы. (5,4·10⁻²¹ Дж)
5. Изменение атмосферного давления на заданной высоте можно найти по барометрической формуле. Определить давление на высоте 10 км, считая что на уровне земли давление составляет 1 атм. Изменение температуры с высотой не учитывать. (25,4 кПа)
6. Идеальный газ сжимается под поршнем так, что уходящая в окружающую среду теплота равна приращению внутренней энергии газа. Отношение теплоемкост и при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме равно 3 . Запишите уравнение состояния для данного процесса. (TV= const)
7. Азот находится при температуре 27°С и давлении 3 атм в сосуде объемом 3 л. В результате нагревания давление газа повысилось до 25 атм. Определить температуру азота после нагревания. (2500 К)
8. Совершая замкнутый процесс, газ получил от нагревателя количество теплоты 4 кДж. Определить работу газа при протекании цикла, если его термический к.п.д. 0,1. (400 Дж)
9. При нормальных условиях динамическая вязкость воздуха равна 17,2 мкПа·с. Найти для тех же условий теплопроводность воздуха. (23,4 мВт/(м·К))
10. В результате изохорного нагревания водорода массой 1 г давление увеличилось в 2 раза. Определить изменение энтропии газа. (7,2 Дж/К)
11. В сосуде вместимостью 10 л находится азот массой 0,25 кг. Определить внутреннее давление газа. Постоянные в уравнении состояния Ван -дер-Ваальса $a = 0,136 \text{ Н·м}^4/\text{моль}^2$; $b = 3,86 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. (108 кПа)
12. Насколько опустится ртуть в капиллярной трубке с диаметром канала 0,66 мм, если краевой угол на границе соприкосновения стекла, ртути и воздуха равен 155 °? Коэффициент поверхностного натяжения ртути 0,47 Н/м. (1,9 см)

Вариант 21

1. Определите число молекул углекислого газа, содержащихся в 1 кг. $(1,37 \cdot 10^{25})$
2. Объем газа при давлении 0,72 МПа и температуре 288 К равен $0,6 \text{ м}^3$. При какой температуре та же масса газа займет объем $1,6 \text{ м}^3$, если давление станет 225 кПа?
 (240 К)
3. Вычислите среднюю арифметическую скорость молекул кислорода при температуре 20°C .
 (440 м/с)
4. Средняя квадратичная скорость молекул ацетилена, находящегося в закрытом баллоне, равна 500 м/с. Плотность газа 18 кг/м^3 . Вычислите внутреннюю энергию газа, считая его одноатомным, если его масса 7,2 кг.
 $(9 \cdot 10^5 \text{ Дж})$
5. Полагая температуру воздуха и ускорение свободного падения не зависящим от высоты, определить, на какой высоте над уровнем моря плотность воздуха меньше своего значения на уровне моря в 2 раза.
 $(5,5 \text{ км})$
6. Определите показатель адиабаты для смеси газов, содержащей 10 г гелия и 4 г водорода.
 $(1,51)$
7. Азот находится при температуре 27°C и давлении 3 атм в сосуде объемом 3 л. В результате нагревания давление газа повысилось до 25 атм. Определить количество сообщенного азоту тепла.
 $(16,3 \text{ кДж})$
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура холодильника составляет 290 К. Во сколько раз увеличится к.п.д. цикла, если температура нагревателя повысится от 400 К до 600 К?
 $(1,88)$
9. Вычислить теплопроводность гелия при нормальных условиях. $(38,6 \text{ мВт/(м}\cdot\text{К)})$
10. Найти изменение энтропии при изобарном расширении азота массой 4 г от объема 5 л до объема 9 л.
 $(2,43 \text{ Дж/К})$
11. В сосуде вместимостью 10 л находится азот массой 0,25 кг. Определить собственный объем молекул газа. Постоянные в уравнении состояния Ван-дер-Ваальса $a = 0,136 \text{ Н}\cdot\text{м}^4/\text{моль}^2$; $b = 3,86 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$.
 $(86,2 \text{ см}^3)$
12. Внутренние диаметры правого и левого колен U-образной капиллярной трубки соответственно равны 1 и 0,2 мм. Найти разность уровней налитой в трубку воды. Коэффициент поверхностного натяжения воды 0,072 Н/м.
 (12 см)

Вариант 22

1. Определите число молекул полностью диссоциированного азота, содержащихся в 1 г. ($4,3 \cdot 10^{22}$)
2. Газ при давлении 32 кПа и температуре 290 К занимает объем 87 л. Найти объем газа при нормальных условиях. (26,2 л)
3. Вычислите среднюю квадратичную скорость молекул кислорода при температуре 20°C. (478 м/с)
4. Средняя квадратичная скорость молекул ацетилена, находящегося в закрытом баллоне, равна 500 м/с. Плотность газа 18 кг/м³. Вычислите давление газа, считая его одноатомным, если его масса 7,2 кг. ($1,5 \cdot 10^6$ Па)
5. Считая атмосферу изотермической, а ускорение свободного падения не зависящим от высоты, вычислить давление на высоте 5 км. Расчет произвести для температуры 293 К и давления 100 кПа. (56 кПа)
6. Разность удельных теплоемкостей ($c_p - c_v$) некоторого двухатомного газа равна 260 Дж/(кг·К). Найти его удельную теплоемкость c_p . (910 Дж/(кг·К))
7. Азот массой 14 г сжимают изотермически при температуре 300 К от давления 100 кПа до 500 кПа. Определить количество выделившейся теплоты. (2 кДж)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура холодильника в три раза меньше температуры нагревателя, который передает газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ? (28 кДж)
9. Коэффициент диффузии кислорода при 273 К равна 0,19 см²/с. Определить среднюю длину свободного пробега молекул кислорода. (135 нм)
10. Кусок льда массой 0,2 кг, взятый при температуре -10°C, был нагрет до температуры 0°C и расплавлен, после чего образовавшаяся вода была нагрета до температуры 10°C. Определить общее изменение энтропии в ходе указанных процессов. (291 Дж/К)
11. В сосуде вместимостью 0,3 л находится углекислый газ, содержащий количество вещества 1 моль при температуре 300 К. Определите давление газа, считая его реальным газом. Постоянные Ван-дер-Ваальса для углекислого газа равны $a = 0,361 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $b = 4,28 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. (5,67 МПа)
12. Внутренние диаметры правого и левого колен U-образной капиллярной трубки соответственно равны 1 и 0,2 мм. Чему равно значение коэффициента поверхностного натяжения насыщенного раствора медного купороса, если разность уровней для него в данной трубке равно 10,5 см. (74 мН/м)

Вариант 23

1. Сколько частиц находится в 2 г наполовину диссоциированного кислорода?
($2,82 \cdot 10^{22}$)
2. Электрическую лампу при ее изготовлении заполняют азотом при давлении 50,65 кПа при температуре 288 К. Какова температура во включенной горячей лампе, если давление в ней повысилось до 0,11 МПа?
(633 К)
3. При какой температуре воздуха средние скорости молекул азота и кислорода отличаются на 30 м/с?
(288 К)
4. В баллоне объемом 1 л находится азот под давлением 200 кПа. Концентрация молекул составляет $4,3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$. Определите кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы газа.
($4,7 \cdot 10^{-21}$ Дж)
5. Считая атмосферу изотермической, а ускорение свободного падения не зависящим от высоты, вычислить давление в шахте на глубине 2 км. Расчет произвести для температуры 293 К и давления 100 кПа.
(126 кПа)
6. Смесь газов состоит из аргона и азота, взятых при одинаковых условиях и в одинаковых объемах. Определите показатель адиабаты данной смеси.
(1,5)
7. При адиабатическом расширении 2 молей кислорода, находящегося при нормальных условиях, объем увеличился в 3 раза. Определить работу расширения газа.
(4034 Дж)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. 2/3 количества теплоты, полученного от нагревателя, газ отдает охладителю. Определить к.п.д. цикла.
(0,33)
9. Вычислить коэффициент диффузии азота при нормальных условиях.
($90 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$)
10. Найти приращение энтропии 132 г углекислого газа в процессе, в результате которого его динамическая вязкость уменьшилась в 2 раза, а число ударов молекул в расчете на 1 см^2 стенки сосуда за 1 с уменьшилось в 4 раза.
(86,5 Дж/К)
11. В сосуде вместимостью 8 л находится кислород массой 300 г при температуре 300 К. Определите отношение внутреннего давления к давлению газа, считая его реальным газом. Постоянные Ван-дер-Ваальса для кислорода: $a = 0,136 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $b = 3,17 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$.
(0,066)
12. При измерении поверхностного натяжения спирта использовалась капиллярная трубка с диаметром канала 0,15 мм. Спирт поднялся в ней при температуре 293 К на высоту 7,6 см. Чему равен коэффициент поверхностного натяжения спирта по результатам опыта?
(22 мН/м)

Вариант 24

1. Вычислить среднее расстояние между молекулами идеального газа при нормальных условиях. $(3,3 \cdot 10^{-9})$
2. Манометр на баллоне с кислородом показывает давление 2,3 атм в помещении с температурой 24°C . Когда баллон вынесли на улицу, где температура была -12°C , манометр показал 1,9 атм. Определите, не было ли утечки газа за время между двумя измерениями давления? (Нет)
3. Найдите температуру, при которой средняя квадратичная скорость молекул азота больше средней скорости на 50 м/с. (454 К)
4. В баллоне объемом 1 л находится азот под давлением 200 кПа. Концентрация молекул составляет $4,3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$. Определите полную кинетическую энергию одной молекулы газа. $(11,7 \cdot 10^{-21} \text{ Дж})$
5. Полагая температуру воздуха и ускорение свободного падения не зависящим от высоты, определить, на какой высоте над уровнем моря плотность воздуха меньше своего значения на уровне моря в 2,72 раза. (8 км)
6. Определите удельную теплоемкость частично диссоциированного водорода при постоянном объеме. Степень диссоциации газообразного водорода составляет 0,6. $(13,3 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}))$
7. Кислород массой 16 г, находящийся при температуре 370 К, подвергли адиабатическому расширению, в результате которого его давление уменьшилось в 4 раза. В результате последующего изотермического процесса газ сжимается до первоначального давления. Определить количество теплоты, отданное газом. (3186 Дж)
8. Многоатомный идеальный газ совершает цикл Карно, при этом в процессе адиабатического расширения объем газа увеличивается в 27 раз. Определить термический к.п.д. цикла. $(0,67)$
9. Найти среднюю длину свободного пробега молекул азота при условии, что его динамическая вязкость $17 \text{ мкПа} \cdot \text{с}$. (90 пм)
10. Найти приращение энтропии 64 г газообразного кислорода в процессе, в результате которого его теплопроводность возросла в 2 раза, а коэффициент диффузии остался неизменным. $(46 \text{ Дж}/\text{К})$
11. 1 моль углекислого газа находится в критическом состоянии. При изобарном нагревании газа его объем увеличился в 2 раза. Определить, на сколько изменилась температура, если критическая температура составляет 304 К. (28 К)
12. Внутренние диаметры правого и левого колен U-образной капиллярной трубки соответственно равны 1 и 0,2 мм. Найти разность уровней налитого в трубку керосина. Коэффициент поверхностного натяжения керосина $0,024 \text{ Н/м}$. $(4,9 \text{ см})$

Вариант 25

1. Определите массу одной молекулы углекислого газа. (7,3·10⁻²⁶ кг)
2. Газ при температуре 300 К занимает объем 250 см³. Какой объем займет та же масса газа, если температура повысится до 324 К? Давление считать постоянным. (270 см³)
3. При какой температуре воздуха средние квадратичные скорости молекул азота и кислорода отличаются на 30 м/с? (244 К)
4. В баллоне объемом 1 л находится азот под давлением 200 кПа. Концентрация молекул составляет 4,3·10²⁵ м⁻³. Определите суммарную энергию всех молекул газа. (300 Дж)
5. Изменение атмосферного давления на заданной высоте можно найти по барометрической формуле. Определить давление на высоте 22 км, считая что на уровне земли давление составляет 1 атм. Изменение температуры с высотой не учитывать. (4,8 кПа)
6. Определите удельную теплоемкость частично диссоциированного водорода при постоянном давлении. Степень диссоциации газообразного водорода составляет 0,6. (20,9 кДж/(кг·К))
7. Какая доля ω_1 количества теплоты Q , подводимого к идеальному трехатомному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение внутренней энергии газа и какая доля ω_2 - на работу расширения? (0,75; 0,25)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. 2/3 количества теплоты, полученного от нагревателя, газ отдает охладителю, температура которого 280 К. Определить температуру нагревателя. (420 К)
9. Найти динамическую вязкость гелия при нормальных условиях, если коэффициент диффузии при тех же условиях равен 1,06·10⁻⁴ м²/с. (19 мкПа·с)
10. Кислород массой 2 кг увеличил свой объем в 5 раз один раз изотермически, другой – адиабатно. Найти изменение энтропии в каждом из указанных процессов. (836 Дж/К; 0)
11. В цилиндре под поршнем находится хлор массой 20 г. Определите изменение внутренней энергии газа, считая его реальным, при изотермическом расширении его от 200 см³ до 500 см³. Постоянные Ван-дер-Ваальса для хлора: $a = 0,65 \text{ Н·м}^4/\text{моль}^2$; $b = 5,62 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. (154 Дж)
12. Диаметр канала капиллярной трубки 0,2 мм. Вычислить, на сколько поднимется в трубке керосин. По полученным данным оценить потенциальную энергию поднятого столба жидкости. Коэффициент поверхностного натяжения керосина 0,024 Н/м, плотность керосина 800 кг/м³. (6 см; 460 нДж)

Вариант 26

1. Сравните массы молекул углекислого газа и кислорода. (1,375)
2. В вентиляционную трубу жилого дома поступает наружный воздух при температуре -26°C . Какой объем займет каждый кубический метр наружного воздуха, когда он поступит в комнату и нагреется до 23°C ? (1,2 м³)
3. При какой температуре воздуха наиболее вероятные скорости молекул азота и кислорода отличаются на 30 м/с? (367 К)
4. Определите среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекулы водяного пара при температуре 600 К. ($0,82 \cdot 10^{-20}$ Дж)
5. Считая атмосферу изотермической, а ускорение свободного падения не зависящим от высоты, вычислить давление на высоте 10 км. Расчет произвести для температуры 293 К и давления 100 кПа. (31 кПа)
6. Определите показатель адиабаты частично диссоциированного газообразного азота, степень диссоциации которого составляет 0,4. (1,42)
7. 1 кмоль азота, находящегося при нормальных условиях, расширяется адиабатически, увеличиваясь в объеме в 5 раз. Найти изменение внутренней энергии газа и определить работу, совершенную газом при расширении. (2,69 МДж)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа изотермического расширения газа равна 5 Дж. Определите работу изотермического сжатия, если термический к.п.д. цикла равен 0,2. (4 Дж)
9. Найти среднее число столкновений, испытываемых в течение 1 с молекулой кислорода при нормальных условиях. ($3,7 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1}$)
10. В некоторой температурной области энтропия термодинамической системы изменяется с температурой по закону $S = a + bT$, где a – константа, $b = 10 \text{ Дж/К}^2$. Какое количество теплоты получает система при обратимом нагревании в этой области от 290 К до 310 К? (60 кДж)
11. В сосуде вместимостью 8 л находится кислород массой 300 г при температуре 300 К. Определите какую часть вместимости сосуда составляет собственный объем молекул газа. Постоянные Ван-дер-Ваальса для кислорода: $a = 0,136 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $b = 3,17 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. (0,91%)
12. Каким диаметром должен обладать мыльный пузырь, чтобы добавочное давление на его поверхности было равно 200 Па? Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора равен 40 мН/м. (1,6 мм)

Вариант 27

1. Сколько молекул находится в 1 см^3 воды? $(3,33 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3})$
2. Газ занимал объем 12,32 л. Его охладил при постоянном давлении на 45°C и объем его стал равен 10,52 л. Какова была первоначальная температура газа? (308 K)
3. Найдите температуру, при которой средняя квадратичная скорость молекул азота больше средней скорости на 30 м/с. (163 K)
4. Определите полную кинетическую энергию молекулы водяного пара при температуре 600 K. $(2,48 \cdot 10^{-20} \text{ Дж})$
5. Вблизи поверхности земли отношение объемных концентраций кислорода и азота в воздухе равно 0,268. Считая температуру атмосферы не зависящей от высоты и равной 273 K, определите аналогичное отношение на высоте 10 км. $(0,226)$
6. Разность удельных теплоемкостей $(c_p - c_v)$ некоторого двухатомного газа равна $260 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)}$. Найдите его удельную теплоемкость c_v . $(650 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{K)})$
7. В цилиндре при температуре 20°C находится 2 кг воздуха при давлении 980 кПа. Определите работу воздуха при его изобарном нагревании на 100°C . (57 кДж)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа изотермического расширения газа равна 100 Дж. Определите работу изотермического сжатия, если термический к.п.д. цикла равен 0,404. $(59,6 \text{ Дж})$
9. Определить плотность разреженного водорода, если средняя длина свободного пробега молекул равна 1 см. (954 мкг/м^3)
10. Водород в количестве 6 моль находится под давлением 1 МПа и температуре 300 K. При изохорном нагревании давление возросло на 1,5 МПа. Определите изменение энтропии. (114 Дж/К)
11. Давление кислорода равно 7 МПа, его плотность 100 кг/м^3 . Найдите температуру кислорода, считая его реальным газом. Постоянные Ван-дер-Ваальса для кислорода: $a = 0,136 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $b = 3,17 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. (287 K)
12. Каков внутренний диаметр стеклянной трубки, если искривленная поверхность воды в ней создает добавочное давление 320 Па? Краевой угол равен 30° . Коэффициент поверхностного натяжения воды равен 72 мН/м . $(0,78 \text{ мм})$

Вариант 28

1. Определить число молекул аргона в 1 м^3 при нормальных условиях.
($26,9 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$)
2. В сосуде находится газ под давлением 6 атм. Какое установится давление, если из сосуда выпустить $3/8$ содержащегося там газа? Температуру считать постоянной.
(0,38 МПа)
3. Найдите температуру, при которой средняя квадратичная скорость молекул азота больше средней скорости на 40 м/с.
(291 К)
4. Средняя энергия молекул одноатомного идеального газа составляет $6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$. Давление газа 200 кПа. Найти число молекул газа в единице объема.
($5 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$)
5. Изменение атмосферного давления на заданной высоте можно найти по барометрической формуле. Определить давление на высоте 2 км, считая, что на уровне земли давление составляет 1 атм. Изменение температуры с высотой не учитывать.
(77 кПа)
6. Определите степень диссоциации газообразного хлора, если показатель адиабаты такого частично диссоциированного газа составляет 1,55.
(0,725)
7. Кислород массой 32 г находится в закрытом сосуде под давлением 0,1 МПа при температуре 290 К. После нагревания давление в сосуде повысилось в 4 раза. Определить количество теплоты, сообщенное газу.
(18 кДж)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя равна 470 К, температура охладителя равна 280 К. Определите термический к.п.д. цикла.
(0,404)
9. Можно ли считать вакуум с давлением 100 мкПа высоким, если он создан в колбе диаметром 20 см, содержащей азот при температуре 280 К? Для этого определите длину свободного пробега молекул.
(60 м)
10. Кислород массой 80 г изохорно нагрели от 300 К до 400 К. Определите изменение энтропии в этом процессе.
(14,9 Дж/К)
11. Кислород массой 8 г занимает объем 20 см^3 при температуре 300 К. Определите внутреннюю энергию кислорода, считая его реальным газом. Постоянные Ван-дер-Ваальса для кислорода: $a = 0,136 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $b = 3,17 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$.
(1,13 кДж)
12. Найти значение добавочного (лапласовского) давления, создаваемого криволинейной поверхностью, внутри воздушного пузырька диаметром 18 мм, находящегося под водой. Коэффициент поверхностного натяжения воды составляет 72 мН/м.
(16 Па)

Вариант 29

1. В сосуде вместимостью 200 см^3 находится газ при температуре 300 К и давлении 1 МПа . Определите количество вещества газа (число молей) и число его молекул.
($0,08 \text{ моль}$; $48,3 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$)
2. Резиновая камера содержит воздух при давлении 780 мм.рт.ст. . Камеру изотермически сжимают так, что ее объем уменьшается на $2/5$ первоначальной величины. Определите окончательное давление воздуха в камере.
(175 кПа)
3. Азот находится в равновесном состоянии при температуре 421 К . Определите наиболее вероятную скорость молекул.
(500 м/с)
4. Определите полную кинетическую энергию всех молекул киломоля водяного пара при температуре 600 К .
($7,48 \cdot 10^6 \text{ Дж}$)
5. Закрытая с обоих концов труба длиной 200 м и объемом 200 л установлена вертикально и заполнена кислородом. Давление газа внутри трубы вблизи ее основания 10^5 Па , температура 300 К . Найдите давление в трубе вблизи ее верхнего конца.
(254 г)
6. При адиабатном сжатии газа его объем уменьшился в 10 раз, а давление увеличилось в $21,4$ раза. Определить показатель адиабаты.
($1,33$)
7. Кислород массой 16 г , находящийся при температуре 3840 К , подвергли адиабатическому расширению, в результате которого его давление уменьшилось в 4 раза. В результате последующего изотермического процесса газ сжимается до первоначального давления. Определить приращение внутренней энергии газа.
($39,6 \text{ кДж}$)
8. Многоатомный идеальный газ совершает цикл Карно, при этом в процессе адиабатического расширения объем газа увеличивается в 64 раза. Определить термический к.п.д. цикла.
($0,75$)
9. Баллон вместимостью 10 л содержит водород массой 1 г . Определить среднюю длину свободного пробега молекул.
($95,4 \text{ нм}$)
10. В некоторой температурной области энтропия термодинамической системы изменяется с температурой по закону $S = a + b^2 T$, где a – константа, $b = 5 \text{ Дж/К}^2$. Какое количество теплоты получает система при обратимом нагревании в этой области от 290 К до 310 К ?
(150 кДж)
11. Во сколько раз концентрация молекул азота в критическом состоянии больше концентрации молекул при нормальных условиях. Постоянные в уравнении состояния Ван-дер-Ваальса $a = 0,136 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $b = 3,86 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$.
(193)
12. Внутренние диаметры правого и левого колен U-образной капиллярной трубки соответственно равны 1 и $0,2 \text{ мм}$. Найти разность уровней налитой в трубку ртути. Коэффициент поверхностного натяжения ртути $0,47 \text{ Н/м}$.
($5,6 \text{ см}$)

Вариант 30

1. Определите число молекул углекислого газа, содержащихся в 1 м^3 при нормальных условиях. $(26,9 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3})$
2. Сосуд объемом 12 л, содержащий газ при давлении 400 кПа, соединяют с другим сосудом объемом 3 л, из которого предварительно откачали воздух. Определите установившееся давление в сосудах, если процесс считать изотермическим. (320 кПа)
3. Средняя кинетическая энергия молекул гелия равна $3,92 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$. Определить среднюю скорость молекул гелия при тех же условиях. (1 км/с)
4. Определите внутреннюю энергию 18 кг водяного пара при температуре 200 К. $(2,49 \cdot 10^6 \text{ Дж})$
5. Определите, во сколько раз уменьшится концентрация частиц пыли в воздухе на высоте 3 м (1 этаж) по сравнению с концентрацией у поверхности земли, если масса частицы 10^{-22} кг . Температура равна 300 К. Силой Архимеда пренебречь. $(2,03)$
6. Определить удельную теплоемкость смеси газов при постоянном давлении содержащей 3 л водорода и 5 л гелия. Смесь находится при нормальных условиях. $(17,6 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)})$
7. Углекислый газ массой 440 г находится в закрытом сосуде под давлением 0,1 МПа при температуре 290 К. После нагревания давление в сосуде повысилось в 4 раза. Определить количество теплоты, сообщенное газу. (217 кДж)
7. Кислород массой 16 г, находящийся при температуре 370 К, подвергли адиабатическому расширению, в результате которого его давление уменьшилось в 4 раза. В результате последующего изотермического процесса газ сжимается до первоначального давления. Определить количество теплоты, отданное газом. (3186 Дж)
8. Идеальный газ совершает цикл Карно, термический к.п.д. которого равен 0,4. Определить работу изотермического сжатия газа, если работа изотермического расширения составляет 400 Дж. (240 Дж)
9. При каком давлении средняя длина свободного пробега молекул азота равна 1 м, если температура газа равна 300 К? $(6,45 \text{ мПа})$
10. Водород массой 100 г был изобарически нагрет так, что его объем увеличился в 3 раза, затем он был изохорически охлажден так, что его давление уменьшилось в 3 раза. Найти изменение энтропии в ходе указанных процессов. (457 Дж/К)
11. Найти критический объем воды массой 1 г. Постоянные в уравнении состояния Ван-дер-Ваальса для воды $a = 0,545 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$; $b = 3,04 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$. (5 см^3)
12. Найти значение добавочного (лапласовского) давления, создаваемого поверхностью мыльного пузыря диаметром 20 мм. Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора равен 40 мН/м. (16 Па)

Приложения

1. Молярные массы веществ

Вещество	Масса моля, г/моль	Вещество	Масса моля, г/моль
азот	28	кислород	32
аргон	40	неон	20
водород	2	Поваренная соль	58
вода	18	углекислый газ	44
воздух	29	хлор	35
гелий	4		

2. Физические постоянные

Название	Значение
Ускорение свободного падения	$9,81 \text{ м/с}^2$
Постоянная Авогадро	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Молярная газовая постоянная	$8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
Постоянная Больцмана	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ моль}^{-1}$

3. Соотношение между внесистемными единицами измерения и единицами СИ

Объем $1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3 = 10^3 \text{ см}^3$

Давление $1 \text{ атм} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$1 \text{ мм.рт.ст.} = 133 \text{ Па}$

Энергия, теплота $1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}$

4. Нормальные условия

Давление	$1 \text{ атм} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$
Стандартный объем (объем моля при н.у.)	$22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
температура	273 К

Рекомендуемый список литературы

1. Трофимова Т.И. Курс физики: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2000. – 542с.
2. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики: Учебное пособие для студентов втузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 302с.
3. Трофимова Т.И. Физика. 400 основных законов и формул. – М., Высшая школа, 1993. – 46с.
4. Чертов А.Г.. Воробьев А.А. Задачник по физике: учебное пособие для втузов. – М., Высшая школа, 2001. – 640с.
5. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: Учебное пособие. – М.: Наука. 1985. – 351с.
6. Шамбулина В.Н. Теплота и молекулярная физика: Учебное пособие. – Ухта: УГТУ, 2004. – 69 с.
7. Шамбулина В.Н. Физика. Теплота и молекулярная физика. Сборник задач с решениями: – Ухта: УГТУ, 2003. – 69 с.