

## Вариант 1

1. Сосуд объемом 5 л наполнен кислородом, масса которого 20 г. Определить концентрацию молекул в сосуде.
2. В узкой стеклянной трубке, запаянной с одного конца и расположенной горизонтально, находится столбик воздуха длиной 30 см, запертый столбиком ртути длиной 20 см. Какова будет длина воздушного столбика, если трубку поставить отвесно отверстием вверх? Отверстием вниз? Атмосферное давление нормальное.
3. Определить импульс силы, с которой действует на стенку молекула водорода за время удара, если она летит нормально к стенке со скоростью 800 м/с.
4. В баллон, содержащий 8 г кислорода  $O_2$ , добавили 28 г азота  $N_2$ . Как изменилось давление в баллоне, если температура оставалась неизменной?  $\mu(O_2) = 32$  г/моль,  $\mu(N_2) = 28$  г/моль.
5. При какой температуре  $T_1$  находился газ, если при его нагревании на  $22^\circ\text{C}$  при постоянном давлении объем увеличился в 2 раза?
6. Газ сжимают изотермически от объема 6 л до объема 3 л. Начальное давление газа было 2 МПа. Найти конечное давление.
7. До какой температуры нужно нагреть колбу, содержащую газ при температуре  $27^\circ\text{C}$ , чтобы его плотность уменьшилась в 1,5 раза?
8. Колба объемом 0,5 л содержит газ при нормальных условиях. Определить число молекул газа в колбе. Молярный объем газа при нормальных условиях 22,4 л.
9. Средняя квадратичная скорость молекул водорода  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 1800$  м/с. Какой объем занимает этот газ, если его давление 18 кПа и он содержит число молекул  $N = 5 \cdot 10^{21}$ . Молярная масса водорода  $\mu(H_2) = 2$  г/моль, число Авогадро  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>.

## Вариант 2

1. Одна треть молекул азота, масса которого 10 г, распалась на атомы. Сколько всего частиц находится в таком газе?
2. Газ при  $27^{\circ}\text{C}$  занимает объем  $V$ . До какой температуры его следует изобарно охладить, чтобы объем стал равным  $0,75 V$ .
3. В сосуде объемом  $100 \text{ см}^3$  содержится некоторый газ при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . Определить, на сколько понизится давление газа в сосуде, если вследствие утечки из сосуда выйдет  $10^{20}$  молекул.
4. Сосуд содержит воздух при давлении  $p_1 = 10^5 \text{ Па}$ , его соединили с пустым сосудом объемом 2 л, после чего, установившееся давление в сосудах стало  $p_2 = 8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . Найти объем первого сосуда.
5. Идеальный газ, занимающий объем 15 л, охладили при постоянном давлении на 60 К, после чего объем стал равным 12 л. Определить первоначальную температуру газа.
6. При увеличении давления в 1,5 раза объем газа уменьшился на 30 л. Найти первоначальный объем, считая процесс изотермическим.
7. При какой температуре находился газ в закрытом сосуде, если при его нагревании на 140 К давление возросло в 1,5 раза.
8. Баллон, содержащий гелий массой 1 кг, при испытании взорвался при температуре 600 К. Какую массу водорода можно хранить в таком баллоне при температуре 300 К, имея десятикратный ( $K = p_1/p_2 = 10$ ) запас прочности? Молярная масса гелия  $\mu(\text{He}) = 4 \text{ г/моль}$ , молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ .
9. Найти отношение  $\langle v_{\text{кв}} \rangle_1 / \langle v_{\text{кв}} \rangle_2$  средних квадратичных скоростей молекул гелия и азота при одинаковых температурах. Молярная масса гелия  $\mu(\text{He}) = 4 \text{ г/моль}$ , молярная масса азота  $\mu(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль}$ .

### Вариант 3

1. Определить плотность воздуха при  $0^{\circ}\text{C}$  на вершине пика Ленина на Памире, если атмосферное давление на этой высоте  $3,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ , а плотность воздуха при нормальных условиях  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .
2. Закрытый сосуд содержит газ при давлении  $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . После нагревания газ до  $82^{\circ}\text{C}$  давление стало равным  $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Какая доля молекул диссоциировала?
3. Определить средний квадрат скорости поступательного движения четырех молекул, одна из которых движется со скоростью  $100 \text{ м/с}$ , другая –  $200 \text{ м/с}$ , третья –  $300 \text{ м/с}$ , четвертая –  $400 \text{ м/с}$ .
4. В одном баллоне объемом  $2 \text{ л}$  давление газа  $33 \text{ кПа}$ , а в другом –  $66 \text{ кПа}$ . Баллоны соединены трубкой, имеющей кран. После открывания крана в баллоне установилось давление  $58 \text{ кПа}$ . Найти объем другого сосуда. Процесс считать изотермическим.
5. При нагревании идеального газа на  $1^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении его объем увеличился на  $\Delta V = (1/350)V_1$  ( $V_1$  – первоначальный объем). Найти начальную температуру газа.
6. Газ занимает некоторый объем  $V_1$  при давлении  $100 \text{ кПа}$ . Газ сжимают изотермически до объема  $5 \text{ л}$ , увеличивая его давление на  $60 \text{ кПа}$ . Найти первоначальный объем газа.
7. Газ находится в закрытом сосуде при температуре  $7^{\circ}\text{C}$ . После нагрева его давление возросло в  $1,5$  раза. На сколько градусов изменилась температура газа?
8. В сосуде  $4 \text{ л}$  находится водород. Известно, что в объеме  $V_1 = 1 \text{ см}^3$  этого сосуда находится число молекул  $N_1 = 7,5 \cdot 10^{19}$ . Найти массу водорода во всем сосуде. Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ .
9. Средняя квадратичная скорость молекул  $300 \text{ м/с}$ . Найти объем, который занимает одноатомный газ массой  $1 \text{ кг}$  при давлении  $10^5 \text{ Па}$ .

#### Вариант 4

1. Резиновый шар содержит  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  воздуха при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Какой объем займет воздух, если шар отпустить в воду на глубину 10 м, где температура воды  $17^\circ\text{C}$ ? Атмосферное давление нормальное.
2. Два сосуда наполнены газами под давлением  $10^5$  и  $0,6 \cdot 10^5$  Па соответственно. Каким станет давление, после соединения сосудов, если их объемы 1 и 3 л?
3. Определить концентрацию молекул водорода, находящегося под давлением 26,7 кПа, если среднеквадратичная скорость поступательного движения молекул равна  $2,4 \cdot 10^3$  м/с.
4. Баллоны, соединенные трубкой с краном, имеют объемы 2 л и 6 л. В баллонах находится газ. Давление газа в первом сосуде 33 кПа. После открывания крана в баллонах установилось давление 58 кПа. Какое давление было во втором сосуде до открывания крана? Процесс изотермический.
5. Начальная температура гелия  $27^\circ\text{C}$ . Газ нагревают при постоянном давлении на  $30^\circ\text{C}$ . Найти какую часть  $\Delta V / V_1$  первоначального объема  $V_1$  составляет увеличение объема  $\Delta V$  гелия при его нагревании?
6. Газ объемом 90 л изотермически сжимают. При этом его объем уменьшается на 30 л. Во сколько раз увеличилось давление газа?
7. Газ в закрытом сосуде имел температуру  $7^\circ\text{C}$ . Во сколько раз ( $p_2 / p_1$ ) возросло его давление при нагревании на  $140^\circ\text{C}$ ?
8. В сосуде объемом 5 л находится однородный газ количеством вещества 0,2 моль. Плотность газа  $1,12 \text{ кг/м}^3$ . Определить молярную массу газа.
9. Средняя квадратичная скорость молекул водорода при температуре  $0^\circ\text{C}$  1760 м/с. Какова средняя квадратичная скорость молекул кислорода при той же температуре? Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ , кислорода –  $\mu(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$ .

### Вариант 5

1. Баллон, содержащий газ под давлением 2,3 МПа, находится при температуре воздуха 7°C. После того как половина газа была израсходована, баллон внесли в помещение. Какова была температура в помещении, если давление в баллоне стало равным 1,5 МПа?
2. В цилиндре с площадью основания 0,2 м<sup>2</sup> находится 500 л воздуха. Атмосферное давление 100 кПа. На сколько опустится поршень, если на него положить груз массой 100 кг? Массу поршня не учитывать.
3. Найти среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул воздуха при нормальных условиях, если концентрация молекул воздуха равна  $2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ .
4. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В одном сосуде объемом 1,5 л находится азот при давлении  $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , в другом объемом 3 л – кислород при давлении  $2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Какое установится давление в сосудах, если кран открыть? Температура газов постоянна.
5. Газ нагревают от температуры 27°C до 39°C при постоянном давлении. Найти относительное увеличение  $\Delta V / V_1$  его объема.
6. Газ изотермически сжимают от объема 8 л до объема 4 л. Давление газа при этом изменилось на  $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Каким было первоначальное давление газа?
7. Закрытый сосуд объемом 0,5 м<sup>3</sup> содержит воду массой 0,5 кг. Сосуд нагрели до температуры 147°C. Как следует изменить объем сосуда, чтобы в нем содержался только насыщенный пар? Давление насыщенного пара при температуре 147°C равно  $4,7 \cdot 10^4 \text{ Па}$ .
8. Плотность воздуха при нормальных условиях ( $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ ,  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ )  $\rho_0 = 1,3 \text{ кг/м}^3$ . Какова плотность воздуха при температуре  $t = 273^\circ\text{C}$  и давлении  $p = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?
9. При какой температуре молекулы гелия имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы водорода при температуре  $t_2 = 15^\circ\text{C}$ ? Молярная масса водорода  $\mu(H_2) = 2 \text{ г/моль}$ , гелия –  $\mu(He) = 4 \text{ г/моль}$ .

### Вариант 6

1. В баллоне объемом 24 л находится водород при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ . После того, как часть водорода израсходована, давление в баллоне понизилось на 400 кПа. Определить массу израсходованного водорода.
2. Открытую с обеих сторон узкую цилиндрическую трубку длиной 80 см до половины погружают в ртуть, затем вынимают, закрыв верхнее отверстие трубки. При этом в ней остается столбик ртути длиной 22 см. Чему равно атмосферное давление?
3. Вычислить среднюю квадратичную скорость поступательного движения молекул аргона при  $0^{\circ}\text{C}$ .
4. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В одном сосуде объемом 3 л находится азот при давлении  $4 \cdot 10^5$  Па, в другом объемом 6 л – кислород при давлении  $2,5 \cdot 10^5$  Па. Какое установится давление в сосудах, если кран открыть? Температура газов постоянна.
5. Газ охладили от температуры  $727^{\circ}\text{C}$  до  $227^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении. Во сколько раз уменьшится его объем ( $V_1 / V_2$ )?
6. При давлении 2 МПа объем газа под поршнем 6 л. Газ сжимают изотермически. Конечное давление 4 МПа. Найти объем, до которого был сжат газ.
7. На сколько увеличилась температура газа в баллоне, если после его подогрева давление изменилось от 0,45 МПа до 870 кПа? Начальная температура газа в баллоне  $20^{\circ}\text{C}$ .
8. Из баллона со сжатым кислородом израсходовали столько кислорода, что его давление уменьшилось от  $9,8 \cdot 10^6$  Па до  $7,84 \cdot 10^6$  Па. Какая часть массы кислорода ( $\Delta m / m_1$ ) израсходована?
9. Определите среднюю квадратичную скорость молекул кислорода при  $20^{\circ}\text{C}$ . При какой температуре эта скорость 500 м/с? Молярная масса кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32$  г/моль.

### Вариант 7

1. В баллоне объемом 110 л помещено 0,8 кг водорода и 1,6 кг кислорода. Определить давление смеси на стенки сосуда, если температура окружающей среды  $27^{\circ}\text{C}$ .
2. В узкой стеклянной трубке, запаянной с одного конца и расположенной горизонтально, находится  $240\text{ мм}^3$  воздуха, отделенного от наружного пространства столбиком ртути длиной 15 см. Если трубку поставить вертикально отверстием вверх, то объем воздуха равен  $200\text{ мм}^3$ . Чему равно атмосферное давление?
3. Определить число молекул кислорода, занимающего объем 2 л и находящегося под давлением 90,6 МПа, если средняя квадратичная скорость поступательного движения молекул равна 720 м/с.
4. В баллоне объемом  $0,83\text{ м}^3$  находится гелий при давлении  $29 \cdot 10^4\text{ Па}$  и температуре  $17^{\circ}\text{C}$ . Массу гелия в баллоне увеличили, при этом его давление повысилось до  $64 \cdot 10^4\text{ Па}$ , а температура – до  $47^{\circ}\text{C}$ . На какую величину  $\Delta m$  увеличилась масса гелия? Молярная масса гелия  $\mu(\text{He}) = 4\text{ г/моль}$ .
5. Воздух с улицы при температуре  $-23^{\circ}\text{C}$  подогревают до  $77^{\circ}\text{C}$  при атмосферном давлении. Во сколько раз ( $V_2 / V_1$ ) изменяется при этом объем воздуха?
6. Газ объемом 8 л при давлении 100 кПа изотермически сжимают до объема 5 л. На сколько при этом изменилось давление?
7. Давление в баллоне с газом, находящемся в помещении при температуре  $17^{\circ}\text{C}$ , равно  $2,4 \cdot 10^5\text{ Па}$ . На улице давление уменьшилось на  $4 \cdot 10^4\text{ Па}$ . Какова температура наружного воздуха?
8. Определите число молекул газа, содержащегося в колбе вместимостью  $240\text{ см}^3$  при температуре  $17^{\circ}\text{C}$  и давлении  $50 \cdot 10^3\text{ Па}$ .
9. Найти число молекул водорода в объеме  $1\text{ м}^3$ , если давление 18 кПа, а средняя квадратичная скорость молекул 1800 м/с. Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2\text{ г/моль}$ .

## Вариант 8

1. Стеклянная трубка погружена в сосуд с ртутью. Уровень ртути в ней на 5 см выше, чем в сосуде. Длина части трубки, заполненной воздухом, 50 см. На сколько необходимо нагреть газ в трубке, чтобы ртуть в трубке опустилась до уровня его в сосуде? Первоначальная температура  $17^{\circ}\text{C}$ , атмосферное давление нормальное.
2. При  $27^{\circ}\text{C}$  газ находится под давлением  $10^5$  Па. На сколько изменится его давление при изохорном нагревании до  $57^{\circ}\text{C}$ ?
3. Молекула азота, летящая со скоростью 500 м/с, ударяется о стенку сосуда, причем направление скорости образует с нормалью  $60^{\circ}$ . Вычислить изменение импульса стенки за время удара, если считать удар абсолютно упругим.
4. В баллоне объемом 110 л помещено 0,8 кг водорода и 1,6 кг кислорода. Определить давление смеси на стенки сосуда, если окружающей среды  $27^{\circ}\text{C}$ . Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2$  г/моль, кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32$  г/моль.
5. Газ находится при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . Его нагрели при постоянном давлении. При этом объем газа увеличился в 4 раза. На сколько градусов нагрели газ?
6. Газ объемом 8 л при давлении 100 кПа изотермически сжимают. При этом давление увеличивается на 60 кПа. До какого объема сжали газ?
7. Во сколько раз увеличится давление газа в электрической лампочке, если после ее включения температура газа повысилась от  $15^{\circ}\text{C}$  до  $300^{\circ}\text{C}$ ?
8. Чему равна плотность водорода при температуре  $15^{\circ}\text{C}$  и давлении 97 кПа. Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2$  г/моль.
9. Газ массой 1 кг при давлении  $10^5$  Па занимает объем  $0,3$  м<sup>3</sup>. Найти среднюю квадратичную скорость молекул.

### Вариант 9

1. Плотность газа  $2,5 \text{ кг/м}^3$  при  $10^\circ\text{C}$  и нормальном атмосферном давлении. Определить молярную массу этого газа.
2. Определить температуру газа, если при изобарном нагревании на  $1^\circ\text{C}$  его объем увеличился на  $0,4\%$  по сравнению с первоначальным.
3. Воздух при атмосферном давлении подогревают до  $77^\circ\text{C}$ . При этом объем увеличивается в  $1,4$  раза. Найти начальную температуру газа.
4. В одном баллоне объемом  $2 \text{ л}$  давление газа  $0,33 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , в другом, емкостью  $6 \text{ л}$ , давление того же газа  $0,66 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Баллоны соединяются трубкой, имеющей кран. Какое давление установится в баллонах при открывании крана? Процесс считать изотермическим.
5. Углекислый газ нагревают в открытом сосуде при нормальном атмосферном давлении от  $400 \text{ К}$  до  $800 \text{ К}$ . На сколько при этом изменяется число молекул в объеме  $1 \text{ м}^3$  газа?
6. Газ объемом  $8 \text{ л}$  при давлении  $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$  изотермически сжимают до объема  $4 \text{ л}$ . На сколько при этом изменилось давление газа?
7. В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в  $4$  раза. Во сколько раз изменилась средняя квадратичная скорость?
8. Объем камеры  $50 \text{ м}^3$ . Какова разница в массе  $\Delta m$  водорода, заполняющего камеру при температуре  $t_1 = 127^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 227^\circ\text{C}$ ? Давление газа  $83 \text{ кПа}$ . Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ .
9. Какое давление на стенки сосуда производит кислород, если средняя квадратичная скорость его молекул  $400 \text{ м/с}$  и число молекул в объеме  $1 \text{ см}^3 - N = 1,8 \cdot 10^{19}$ ? Молярная масса кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$ .

## Вариант 10

1. Сосуд объемом 1 л заполнен водой  $27^{\circ}\text{C}$ . Каким бы стало давление в баллоне, если бы силы взаимодействия между молекулами воды исчезли?
2. В цилиндре под поршнем находится газ. Масса поршня 0,6 кг, площадь его  $20\text{ см}^2$ , атмосферное давление 100 кПа. С какой силой надо действовать на поршень, чтобы объем газа уменьшить вдвое?
3. Газ находится при температуре 22 К. Во сколько раз увеличился объем газа после его нагревания на  $22^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении?
4. Смесь состоит из кислорода массой 32 г и углекислого газа массой 44 г. Какова ее плотность при температуре  $107^{\circ}\text{C}$  и давлении 83 кПа? Молярная масса кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32\text{ г/моль}$ ; углекислого газа –  $\mu(\text{CO}_2) = 44\text{ г/моль}$ .
5. Азот находится при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . Его нагревают при постоянном давлении на  $900^{\circ}\text{C}$ . Во сколько раз  $(V_1 / V_2)$  увеличится его объем?
6. Газ объемом 90 л изотермически сжимают, увеличивая давление в 1,5 раза. На сколько литров уменьшится объем газа?
7. Во сколько раз увеличилось давление азота в баллоне при его нагревании от  $-73^{\circ}\text{C}$  до  $+27^{\circ}\text{C}$ ?
8. Какое число молекул идеального газа занимает объем  $10\text{ см}^3$  при давлении 5,3 кПа и температуре  $27^{\circ}\text{C}$ ?
9. Водород в объеме  $1\text{ м}^3$  содержит  $5 \cdot 10^{21}$  молекул, имеющих среднюю квадратичную скорость 1800 м/с. Чему равно давление газа? Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2\text{ г/моль}$ .

### Вариант 11

1. Сосуд объемом 5 л наполнен кислородом, масса которого 20 г. Определить концентрацию молекул в сосуде.
2. В узкой стеклянной трубке, запаянной с одного конца и расположенной горизонтально, находится столбик воздуха длиной 30 см, запертый столбиком ртути длиной 20 см. Какова будет длина воздушного столбика, если трубку поставить отвесно отверстием вверх? Отверстием вниз? Атмосферное давление нормальное.
3. Определить импульс силы, с которой действует на стенку молекула водорода за время удара, если она летит нормально к стенке со скоростью 800 м/с.
4. В баллон, содержащий 8 г кислорода  $O_2$ , добавили 28 г азота  $N_2$ . Как изменилось давление в баллоне, если температура оставалась неизменной?  $\mu(O_2) = 32$  г/моль,  $\mu(N_2) = 28$  г/моль.
5. При какой температуре  $T_1$  находился газ, если при его нагревании на  $22^\circ\text{C}$  при постоянном давлении объем увеличился в 2 раза?
6. Газ сжимают изотермически от объема 6 л до объема 3 л. Начальное давление газа было 2 МПа. Найти конечное давление.
7. До какой температуры нужно нагреть колбу, содержащую газ при температуре  $27^\circ\text{C}$ , чтобы его плотность уменьшилась в 1,5 раза?
8. Колба объемом 0,5 л содержит газ при нормальных условиях. Определить число молекул газа в колбе. Молярный объем газа при нормальных условиях 22,4 л.
9. Средняя квадратичная скорость молекул водорода  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 1800$  м/с. Какой объем занимает этот газ, если его давление 18 кПа и он содержит число молекул  $N = 5 \cdot 10^{21}$ . Молярная масса водорода  $\mu(H_2) = 2$  г/моль, число Авогадро  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  моль $^{-1}$ .

## Вариант 12

1. Одна треть молекул азота, масса которого 10 г, распалась на атомы. Сколько всего частиц находится в таком газе?
2. Газ при  $27^\circ\text{C}$  занимает объем  $V$ . До какой температуры его следует изобарно охладить, чтобы объем стал равным  $0,75 V$ .
3. В сосуде объемом  $100 \text{ см}^3$  содержится некоторый газ при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Определить, на сколько понизится давление газа в сосуде, если вследствие утечки из сосуда выйдет  $10^{20}$  молекул.
4. Сосуд содержит воздух при давлении  $p_1 = 10^5 \text{ Па}$ , его соединили с пустым сосудом объемом 2 л, после чего, установившееся давление в сосудах стало  $p_2 = 8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . Найти объем первого сосуда.
5. Идеальный газ, занимающий объем 15 л, охладил при постоянном давлении на 60 К, после чего объем стал равным 12 л. Определить первоначальную температуру газа.
6. При увеличении давления в 1,5 раза объем газа уменьшился на 30 л. Найти первоначальный объем, считая процесс изотермическим.
7. При какой температуре находился газ в закрытом сосуде, если при его нагревании на 140 К давление возросло в 1,5 раза.
8. Баллон, содержащий гелий массой 1 кг, при испытании взорвался при температуре 600 К. Какую массу водорода можно хранить в таком баллоне при температуре 300 К, имея десятикратный ( $K = p_1/p_2 = 10$ ) запас прочности? Молярная масса гелия  $\mu(\text{He}) = 4 \text{ г/моль}$ , молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ .
9. Найти отношение  $\langle v_{\text{кв}} \rangle_1 / \langle v_{\text{кв}} \rangle_2$  средних квадратичных скоростей молекул гелия и азота при одинаковых температурах. Молярная масса гелия  $\mu(\text{He}) = 4 \text{ г/моль}$ , молярная масса азота  $\mu(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль}$ .

### Вариант 13

1. Определить плотность воздуха при  $0^{\circ}\text{C}$  на вершине пика Ленина на Памире, если атмосферное давление на этой высоте  $3,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ , а плотность воздуха при нормальных условиях  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .
2. Закрытый сосуд содержит газ при давлении  $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . После нагревания газ до  $82^{\circ}\text{C}$  давление стало равным  $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Какая доля молекул диссоциировала?
3. Определить средний квадрат скорости поступательного движения четырех молекул, одна из которых движется со скоростью  $100 \text{ м/с}$ , другая –  $200 \text{ м/с}$ , третья –  $300 \text{ м/с}$ , четвертая –  $400 \text{ м/с}$ .
4. В одном баллоне объемом  $2 \text{ л}$  давление газа  $33 \text{ кПа}$ , а в другом –  $66 \text{ кПа}$ . Баллоны соединены трубкой, имеющей кран. После открывания крана в баллоне установилось давление  $58 \text{ кПа}$ . Найти объем другого сосуда. Процесс считать изотермическим.
5. При нагревании идеального газа на  $1^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении его объем увеличился на  $\Delta V = (1/350)V_1$  ( $V_1$  – первоначальный объем). Найти начальную температуру газа.
6. Газ занимает некоторый объем  $V_1$  при давлении  $100 \text{ кПа}$ . Газ сжимают изотермически до объема  $5 \text{ л}$ , увеличивая его давление на  $60 \text{ кПа}$ . Найти первоначальный объем газа.
7. Газ находится в закрытом сосуде при температуре  $7^{\circ}\text{C}$ . После нагрева его давление возросло в  $1,5$  раза. На сколько градусов изменилась температура газа?
8. В сосуде  $4 \text{ л}$  находится водород. Известно, что в объеме  $V_1 = 1 \text{ см}^3$  этого сосуда находится число молекул  $N_1 = 7,5 \cdot 10^{19}$ . Найти массу водорода во всем сосуде. Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ .
9. Средняя квадратичная скорость молекул  $300 \text{ м/с}$ . Найти объем, который занимает одноатомный газ массой  $1 \text{ кг}$  при давлении  $10^5 \text{ Па}$ .

### Вариант 14

1. Резиновый шар содержит  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  воздуха при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Какой объем займет воздух, если шар отпустить в воду на глубину 10 м, где температура воды  $17^\circ\text{C}$ ? Атмосферное давление нормальное.
2. Два сосуда наполнены газами под давлением  $10^5$  и  $0,6 \cdot 10^5$  Па соответственно. Каким станет давление, после соединения сосудов, если их объемы 1 и 3 л?
3. Определить концентрацию молекул водорода, находящегося под давлением 26,7 кПа, если среднеквадратичная скорость поступательного движения молекул равна  $2,4 \cdot 10^3$  м/с.
4. Баллоны, соединенные трубкой с краном, имеют объемы 2 л и 6 л. В баллонах находится газ. Давление газа в первом сосуде 33 кПа. После открывания крана в баллонах установилось давление 58 кПа. Какое давление было во втором сосуде до открывания крана? Процесс изотермический.
5. Начальная температура гелия  $27^\circ\text{C}$ . Газ нагревают при постоянном давлении на  $30^\circ\text{C}$ . Найти какую часть  $\Delta V / V_1$  первоначального объема  $V_1$  составляет увеличение объема  $\Delta V$  гелия при его нагревании?
6. Газ объемом 90 л изотермически сжимают. При этом его объем уменьшается на 30 л. Во сколько раз увеличилось давление газа?
7. Газ в закрытом сосуде имел температуру  $7^\circ\text{C}$ . Во сколько раз ( $p_2 / p_1$ ) возросло его давление при нагревании на  $140^\circ\text{C}$ ?
8. В сосуде объемом 5 л находится однородный газ количеством вещества 0,2 моль. Плотность газа  $1,12 \text{ кг/м}^3$ . Определить молярную массу газа.
9. Средняя квадратичная скорость молекул водорода при температуре  $0^\circ\text{C}$  1760 м/с. Какова средняя квадратичная скорость молекул кислорода при той же температуре? Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ , кислорода –  $\mu(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$ .

### Вариант 15

1. Баллон, содержащий газ под давлением 2,3 МПа, находится при температуре воздуха 7°C. После того как половина газа была израсходована, баллон внесли в помещение. Какова была температура в помещении, если давление в баллоне стало равным 1,5 МПа?
2. В цилиндре с площадью основания 0,2 м<sup>2</sup> находится 500 л воздуха. Атмосферное давление 100 кПа. На сколько опустится поршень, если на него положить груз массой 100 кг? Массу поршня не учитывать.
3. Найти среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул воздуха при нормальных условиях, если концентрация молекул воздуха равна  $2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ .
4. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В одном сосуде объемом 1,5 л находится азот при давлении  $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , в другом объемом 3 л – кислород при давлении  $2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Какое установится давление в сосудах, если кран открыть? Температура газов постоянна.
5. Газ нагревают от температуры 27°C до 39°C при постоянном давлении. Найти относительное увеличение  $\Delta V / V_1$  его объема.
6. Газ изотермически сжимают от объема 8 л до объема 4 л. Давление газа при этом изменилось на  $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Каким было первоначальное давление газа?
7. Закрытый сосуд объемом 0,5 м<sup>3</sup> содержит воду массой 0,5 кг. Сосуд нагрели до температуры 147°C. Как следует изменить объем сосуда, чтобы в нем содержался только насыщенный пар? Давление насыщенного пара при температуре 147°C равно  $4,7 \cdot 10^4 \text{ Па}$ .
8. Плотность воздуха при нормальных условиях ( $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ ,  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ )  $\rho_0 = 1,3 \text{ кг/м}^3$ . Какова плотность воздуха при температуре  $t = 273^\circ\text{C}$  и давлении  $p = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?
9. При какой температуре молекулы гелия имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы водорода при температуре  $t_2 = 15^\circ\text{C}$ ? Молярная масса водорода  $\mu(H_2) = 2 \text{ г/моль}$ , гелия –  $\mu(He) = 4 \text{ г/моль}$ .

### Вариант 16

1. В баллоне объемом 24 л находится водород при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ . После того, как часть водорода израсходована, давление в баллоне понизилось на 400 кПа. Определить массу израсходованного водорода.
2. Открытую с обеих сторон узкую цилиндрическую трубку длиной 80 см до половины погружают в ртуть, затем вынимают, закрыв верхнее отверстие трубки. При этом в ней остается столбик ртути длиной 22 см. Чему равно атмосферное давление?
3. Вычислить среднюю квадратичную скорость поступательного движения молекул аргона при  $0^{\circ}\text{C}$ .
4. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В одном сосуде объемом 3 л находится азот при давлении  $4 \cdot 10^5$  Па, в другом объемом 6 л – кислород при давлении  $2,5 \cdot 10^5$  Па. Какое установится давление в сосудах, если кран открыть? Температура газов постоянна.
5. Газ охладили от температуры  $727^{\circ}\text{C}$  до  $227^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении. Во сколько раз уменьшится его объем ( $V_1 / V_2$ )?
6. При давлении 2 МПа объем газа под поршнем 6 л. Газ сжимают изотермически. Конечное давление 4 МПа. Найти объем, до которого был сжат газ.
7. На сколько увеличилась температура газа в баллоне, если после его подогрева давление изменилось от 0,45 МПа до 870 кПа? Начальная температура газа в баллоне  $20^{\circ}\text{C}$ .
8. Из баллона со сжатым кислородом израсходовали столько кислорода, что его давление уменьшилось от  $9,8 \cdot 10^6$  Па до  $7,84 \cdot 10^6$  Па. Какая часть массы кислорода ( $\Delta m / m_1$ ) израсходована?
9. Определите среднюю квадратичную скорость молекул кислорода при  $20^{\circ}\text{C}$ . При какой температуре эта скорость 500 м/с? Молярная масса кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32$  г/моль.

### Вариант 17

1. В баллоне объемом 110 л помещено 0,8 кг водорода и 1,6 кг кислорода. Определить давление смеси на стенки сосуда, если температура окружающей среды  $27^{\circ}\text{C}$ .
2. В узкой стеклянной трубке, запаянной с одного конца и расположенной горизонтально, находится  $240\text{ мм}^3$  воздуха, отделенного от наружного пространства столбиком ртути длиной 15 см. Если трубку поставить вертикально отверстием вверх, то объем воздуха равен  $200\text{ мм}^3$ . Чему равно атмосферное давление?
3. Определить число молекул кислорода, занимающего объем 2 л и находящегося под давлением 90,6 МПа, если средняя квадратичная скорость поступательного движения молекул равна 720 м/с.
4. В баллоне объемом  $0,83\text{ м}^3$  находится гелий при давлении  $29 \cdot 10^4$  Па и температуре  $17^{\circ}\text{C}$ . Массу гелия в баллоне увеличили, при этом его давление повысилось до  $64 \cdot 10^4$  Па, а температура – до  $47^{\circ}\text{C}$ . На какую величину  $\Delta m$  увеличилась масса гелия? Молярная масса гелия  $\mu(\text{He}) = 4$  г/моль.
5. Воздух с улицы при температуре  $-23^{\circ}\text{C}$  подогревают до  $77^{\circ}\text{C}$  при атмосферном давлении. Во сколько раз ( $V_2 / V_1$ ) изменяется при этом объем воздуха?
6. Газ объемом 8 л при давлении 100 кПа изотермически сжимают до объема 5 л. На сколько при этом изменилось давление?
7. Давление в баллоне с газом, находящемся в помещении при температуре  $17^{\circ}\text{C}$ , равно  $2,4 \cdot 10^5$  Па. На улице давление уменьшилось на  $4 \cdot 10^4$  Па. Какова температура наружного воздуха?
8. Определите число молекул газа, содержащегося в колбе вместимостью  $240\text{ см}^3$  при температуре  $17^{\circ}\text{C}$  и давлении  $50 \cdot 10^3$  Па.
9. Найти число молекул водорода в объеме  $1\text{ м}^3$ , если давление 18 кПа, а средняя квадратичная скорость молекул 1800 м/с. Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2$  г/моль.

## Вариант 18

1. Стеклянная трубка погружена в сосуд с ртутью. Уровень ртути в ней на 5 см выше, чем в сосуде. Длина части трубки, заполненной воздухом, 50 см. На сколько необходимо нагреть газ в трубке, чтобы ртуть в трубке опустилась до уровня его в сосуде? Первоначальная температура  $17^{\circ}\text{C}$ , атмосферное давление нормальное.
2. При  $27^{\circ}\text{C}$  газ находится под давлением  $10^5$  Па. На сколько изменится его давление при изохорном нагревании до  $57^{\circ}\text{C}$ ?
3. Молекула азота, летящая со скоростью 500 м/с, ударяется о стенку сосуда, причем направление скорости образует с нормалью  $60^{\circ}$ . Вычислить изменение импульса стенки за время удара, если считать удар абсолютно упругим.
4. В баллоне объемом 110 л помещено 0,8 кг водорода и 1,6 кг кислорода. Определить давление смеси на стенки сосуда, если окружающей среды  $27^{\circ}\text{C}$ . Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2$  г/моль, кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32$  г/моль.
5. Газ находится при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . Его нагрели при постоянном давлении. При этом объем газа увеличился в 4 раза. На сколько градусов нагрели газ?
6. Газ объемом 8 л при давлении 100 кПа изотермически сжимают. При этом давление увеличивается на 60 кПа. До какого объема сжали газ?
7. Во сколько раз увеличится давление газа в электрической лампочке, если после ее включения температура газа повысилась от  $15^{\circ}\text{C}$  до  $300^{\circ}\text{C}$ ?
8. Чему равна плотность водорода при температуре  $15^{\circ}\text{C}$  и давлении 97 кПа. Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2$  г/моль.
9. Газ массой 1 кг при давлении  $10^5$  Па занимает объем  $0,3$  м<sup>3</sup>. Найти среднюю квадратичную скорость молекул.

### Вариант 19

1. Плотность газа  $2,5 \text{ кг/м}^3$  при  $10^\circ\text{C}$  и нормальном атмосферном давлении. Определить молярную массу этого газа.
2. Определить температуру газа, если при изобарном нагревании на  $1^\circ\text{C}$  его объем увеличился на  $0,4\%$  по сравнению с первоначальным.
3. Воздух при атмосферном давлении подогрели до  $77^\circ\text{C}$ . При этом объем увеличивается в  $1,4$  раза. Найти начальную температуру газа.
4. В одном баллоне объемом  $2 \text{ л}$  давление газа  $0,33 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , в другом, емкостью  $6 \text{ л}$ , давление того же газа  $0,66 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Баллоны соединяются трубкой, имеющей кран. Какое давление установится в баллонах при открывании крана? Процесс считать изотермическим.
5. Углекислый газ нагревают в открытом сосуде при нормальном атмосферном давлении от  $400 \text{ К}$  до  $800 \text{ К}$ . На сколько при этом изменяется число молекул в объеме  $1 \text{ м}^3$  газа?
6. Газ объемом  $8 \text{ л}$  при давлении  $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$  изотермически сжимают до объема  $4 \text{ л}$ . На сколько при этом изменилось давление газа?
7. В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в  $4$  раза. Во сколько раз изменилась средняя квадратичная скорость?
8. Объем камеры  $50 \text{ м}^3$ . Какова разница в массе  $\Delta m$  водорода, заполняющего камеру при температуре  $t_1 = 127^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 227^\circ\text{C}$ ? Давление газа  $83 \text{ кПа}$ . Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ .
9. Какое давление на стенки сосуда производит кислород, если средняя квадратичная скорость его молекул  $400 \text{ м/с}$  и число молекул в объеме  $1 \text{ см}^3 - N = 1,8 \cdot 10^{19}$ ? Молярная масса кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$ .

## Вариант 20

1. Сосуд объемом 1 л заполнен водой 27°C. Каким бы стало давление в баллоне, если бы силы взаимодействия между молекулами воды исчезли?
2. В цилиндре под поршнем находится газ. Масса поршня 0,6 кг, площадь его 20 см<sup>2</sup>, атмосферное давление 100 кПа. С какой силой надо действовать на поршень, чтобы объем газа уменьшить вдвое?
3. Газ находится при температуре 22 К. Во сколько раз увеличился объем газа после его нагревания на 22°C при постоянном давлении?
4. Смесь состоит из кислорода массой 32 г и углекислого газа массой 44 г. Какова ее плотность при температуре 107°C и давлении 83 кПа? Молярная масса кислорода  $\mu(O_2) = 32$  г/моль; углекислого газа –  $\mu(CO_2) = 44$  г/моль.
5. Азот находится при температуре 27°C. Его нагревают при постоянном давлении на 900°C. Во сколько раз ( $V_1 / V_2$ ) увеличится его объем?
6. Газ объемом 90 л изотермически сжимают, увеличивая давление в 1,5 раза. На сколько литров уменьшится объем газа?
7. Во сколько раз увеличилось давление азота в баллоне при его нагревании от –73°C до +27°C?
8. Какое число молекул идеального газа занимает объем 10 см<sup>3</sup> при давлении 5,3 кПа и температуре 27°C?
9. Водород в объеме 1 м<sup>3</sup> содержит  $5 \cdot 10^{21}$  молекул, имеющих среднюю квадратичную скорость 1800 м/с. Чему равно давление газа? Молярная масса водорода  $\mu(H_2) = 2$  г/моль.

### Вариант 21

1. Сосуд объемом 5 л наполнен кислородом, масса которого 20 г. Определить концентрацию молекул в сосуде.
2. В узкой стеклянной трубке, запаянной с одного конца и расположенной горизонтально, находится столбик воздуха длиной 30 см, запертый столбиком ртути длиной 20 см. Какова будет длина воздушного столбика, если трубку поставить отвесно отверстием вверх? Отверстием вниз? Атмосферное давление нормальное.
3. Определить импульс силы, с которой действует на стенку молекула водорода за время удара, если она летит нормально к стенке со скоростью 800 м/с.
4. В баллон, содержащий 8 г кислорода  $O_2$ , добавили 28 г азота  $N_2$ . Как изменилось давление в баллоне, если температура оставалась неизменной?  $\mu(O_2) = 32$  г/моль,  $\mu(N_2) = 28$  г/моль.
5. При какой температуре  $T_1$  находился газ, если при его нагревании на  $22^\circ\text{C}$  при постоянном давлении объем увеличился в 2 раза?
6. Газ сжимают изотермически от объема 6 л до объема 3 л. Начальное давление газа было 2 МПа. Найти конечное давление.
7. До какой температуры нужно нагреть колбу, содержащую газ при температуре  $27^\circ\text{C}$ , чтобы его плотность уменьшилась в 1,5 раза?
8. Колба объемом 0,5 л содержит газ при нормальных условиях. Определить число молекул газа в колбе. Молярный объем газа при нормальных условиях 22,4 л.
9. Средняя квадратичная скорость молекул водорода  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 1800$  м/с. Какой объем занимает этот газ, если его давление 18 кПа и он содержит число молекул  $N = 5 \cdot 10^{21}$ . Молярная масса водорода  $\mu(H_2) = 2$  г/моль, число Авогадро  $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  моль $^{-1}$ .

## Вариант 22

1. Одна треть молекул азота, масса которого 10 г, распалась на атомы. Сколько всего частиц находится в таком газе?
2. Газ при  $27^\circ\text{C}$  занимает объем  $V$ . До какой температуры его следует изобарно охладить, чтобы объем стал равным  $0,75 V$ .
3. В сосуде объемом  $100 \text{ см}^3$  содержится некоторый газ при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Определить, на сколько понизится давление газа в сосуде, если вследствие утечки из сосуда выйдет  $10^{20}$  молекул.
4. Сосуд содержит воздух при давлении  $p_1 = 10^5 \text{ Па}$ , его соединили с пустым сосудом объемом 2 л, после чего, установившееся давление в сосудах стало  $p_2 = 8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . Найти объем первого сосуда.
5. Идеальный газ, занимающий объем 15 л, охладил при постоянном давлении на 60 К, после чего объем стал равным 12 л. Определить первоначальную температуру газа.
6. При увеличении давления в 1,5 раза объем газа уменьшился на 30 л. Найти первоначальный объем, считая процесс изотермическим.
7. При какой температуре находился газ в закрытом сосуде, если при его нагревании на 140 К давление возросло в 1,5 раза.
8. Баллон, содержащий гелий массой 1 кг, при испытании взорвался при температуре 600 К. Какую массу водорода можно хранить в таком баллоне при температуре 300 К, имея десятикратный ( $K = p_1/p_2 = 10$ ) запас прочности? Молярная масса гелия  $\mu(\text{He}) = 4 \text{ г/моль}$ , молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ .
9. Найти отношение  $\langle v_{\text{кв}} \rangle_1 / \langle v_{\text{кв}} \rangle_2$  средних квадратичных скоростей молекул гелия и азота при одинаковых температурах. Молярная масса гелия  $\mu(\text{He}) = 4 \text{ г/моль}$ , молярная масса азота  $\mu(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль}$ .

### Вариант 23

1. Определить плотность воздуха при  $0^{\circ}\text{C}$  на вершине пика Ленина на Памире, если атмосферное давление на этой высоте  $3,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ , а плотность воздуха при нормальных условиях  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .
2. Закрытый сосуд содержит газ при давлении  $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . После нагревания газ до  $82^{\circ}\text{C}$  давление стало равным  $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Какая доля молекул диссоциировала?
3. Определить средний квадрат скорости поступательного движения четырех молекул, одна из которых движется со скоростью  $100 \text{ м/с}$ , другая –  $200 \text{ м/с}$ , третья –  $300 \text{ м/с}$ , четвертая –  $400 \text{ м/с}$ .
4. В одном баллоне объемом  $2 \text{ л}$  давление газа  $33 \text{ кПа}$ , а в другом –  $66 \text{ кПа}$ . Баллоны соединены трубкой, имеющей кран. После открывания крана в баллоне установилось давление  $58 \text{ кПа}$ . Найти объем другого сосуда. Процесс считать изотермическим.
5. При нагревании идеального газа на  $1^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении его объем увеличился на  $\Delta V = (1/350)V_1$  ( $V_1$  – первоначальный объем). Найти начальную температуру газа.
6. Газ занимает некоторый объем  $V_1$  при давлении  $100 \text{ кПа}$ . Газ сжимают изотермически до объема  $5 \text{ л}$ , увеличивая его давление на  $60 \text{ кПа}$ . Найти первоначальный объем газа.
7. Газ находится в закрытом сосуде при температуре  $7^{\circ}\text{C}$ . После нагрева его давление возросло в  $1,5$  раза. На сколько градусов изменилась температура газа?
8. В сосуде  $4 \text{ л}$  находится водород. Известно, что в объеме  $V_1 = 1 \text{ см}^3$  этого сосуда находится число молекул  $N_1 = 7,5 \cdot 10^{19}$ . Найти массу водорода во всем сосуде. Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ .
9. Средняя квадратичная скорость молекул  $300 \text{ м/с}$ . Найти объем, который занимает одноатомный газ массой  $1 \text{ кг}$  при давлении  $10^5 \text{ Па}$ .

### Вариант 24

1. Резиновый шар содержит  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  воздуха при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Какой объем займет воздух, если шар отпустить в воду на глубину 10 м, где температура воды  $17^\circ\text{C}$ ? Атмосферное давление нормальное.
2. Два сосуда наполнены газами под давлением  $10^5$  и  $0,6 \cdot 10^5$  Па соответственно. Каким станет давление, после соединения сосудов, если их объемы 1 и 3 л?
3. Определить концентрацию молекул водорода, находящегося под давлением 26,7 кПа, если среднеквадратичная скорость поступательного движения молекул равна  $2,4 \cdot 10^3$  м/с.
4. Баллоны, соединенные трубкой с краном, имеют объемы 2 л и 6 л. В баллонах находится газ. Давление газа в первом сосуде 33 кПа. После открывания крана в баллонах установилось давление 58 кПа. Какое давление было во втором сосуде до открывания крана? Процесс изотермический.
5. Начальная температура гелия  $27^\circ\text{C}$ . Газ нагревают при постоянном давлении на  $30^\circ\text{C}$ . Найти какую часть  $\Delta V / V_1$  первоначального объема  $V_1$  составляет увеличение объема  $\Delta V$  гелия при его нагревании?
6. Газ объемом 90 л изотермически сжимают. При этом его объем уменьшается на 30 л. Во сколько раз увеличилось давление газа?
7. Газ в закрытом сосуде имел температуру  $7^\circ\text{C}$ . Во сколько раз ( $p_2 / p_1$ ) возросло его давление при нагревании на  $140^\circ\text{C}$ ?
8. В сосуде объемом 5 л находится однородный газ количеством вещества 0,2 моль. Плотность газа  $1,12 \text{ кг/м}^3$ . Определить молярную массу газа.
9. Средняя квадратичная скорость молекул водорода при температуре  $0^\circ\text{C}$  1760 м/с. Какова средняя квадратичная скорость молекул кислорода при той же температуре? Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ , кислорода –  $\mu(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$ .

### Вариант 25

1. Баллон, содержащий газ под давлением 2,3 МПа, находится при температуре воздуха  $7^{\circ}\text{C}$ . После того как половина газа была израсходована, баллон внесли в помещение. Какова была температура в помещении, если давление в баллоне стало равным 1,5 МПа?
2. В цилиндре с площадью основания  $0,2\text{ м}^2$  находится 500 л воздуха. Атмосферное давление 100 кПа. На сколько опустится поршень, если на него положить груз массой 100 кг? Массу поршня не учитывать.
3. Найти среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул воздуха при нормальных условиях, если концентрация молекул воздуха равна  $2,7 \cdot 10^{25}\text{ м}^{-3}$ .
4. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В одном сосуде объемом 1,5 л находится азот при давлении  $4 \cdot 10^5\text{ Па}$ , в другом объемом 3 л – кислород при давлении  $2,5 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Какое установится давление в сосудах, если кран открыть? Температура газов постоянна.
5. Газ нагревают от температуры  $27^{\circ}\text{C}$  до  $39^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении. Найти относительное увеличение  $\Delta V / V_1$  его объема.
6. Газ изотермически сжимают от объема 8 л до объема 4 л. Давление газа при этом изменилось на  $3 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Каким было первоначальное давление газа?
7. Закрытый сосуд объемом  $0,5\text{ м}^3$  содержит воду массой 0,5 кг. Сосуд нагрели до температуры  $147^{\circ}\text{C}$ . Как следует изменить объем сосуда, чтобы в нем содержался только насыщенный пар? Давление насыщенного пара при температуре  $147^{\circ}\text{C}$  равно  $4,7 \cdot 10^4\text{ Па}$ .
8. Плотность воздуха при нормальных условиях ( $p_0 = 10^5\text{ Па}$ ,  $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ )  $\rho_0 = 1,3\text{ кг/м}^3$ . Какова плотность воздуха при температуре  $t = 273^{\circ}\text{C}$  и давлении  $p = 4 \cdot 10^5\text{ Па}$ ?
9. При какой температуре молекулы гелия имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы водорода при температуре  $t_2 = 15^{\circ}\text{C}$ ? Молярная масса водорода  $\mu(H_2) = 2\text{ г/моль}$ , гелия –  $\mu(He) = 4\text{ г/моль}$ .

## Вариант 26

1. В баллоне объемом 24 л находится водород при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ . После того, как часть водорода израсходована, давление в баллоне понизилось на 400 кПа. Определить массу израсходованного водорода.
2. Открытую с обеих сторон узкую цилиндрическую трубку длиной 80 см до половины погружают в ртуть, затем вынимают, закрыв верхнее отверстие трубки. При этом в ней остается столбик ртути длиной 22 см. Чему равно атмосферное давление?
3. Вычислить среднюю квадратичную скорость поступательного движения молекул аргона при  $0^{\circ}\text{C}$ .
4. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В одном сосуде объемом 3 л находится азот при давлении  $4 \cdot 10^5$  Па, в другом объемом 6 л – кислород при давлении  $2,5 \cdot 10^5$  Па. Какое установится давление в сосудах, если кран открыть? Температура газов постоянна.
5. Газ охладили от температуры  $727^{\circ}\text{C}$  до  $227^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении. Во сколько раз уменьшится его объем ( $V_1 / V_2$ )?
6. При давлении 2 МПа объем газа под поршнем 6 л. Газ сжимают изотермически. Конечное давление 4 МПа. Найти объем, до которого был сжат газ.
7. На сколько увеличилась температура газа в баллоне, если после его подогрева давление изменилось от 0,45 МПа до 870 кПа? Начальная температура газа в баллоне  $20^{\circ}\text{C}$ .
8. Из баллона со сжатым кислородом израсходовали столько кислорода, что его давление уменьшилось от  $9,8 \cdot 10^6$  Па до  $7,84 \cdot 10^6$  Па. Какая часть массы кислорода ( $\Delta m / m_1$ ) израсходована?
9. Определите среднюю квадратичную скорость молекул кислорода при  $20^{\circ}\text{C}$ . При какой температуре эта скорость 500 м/с? Молярная масса кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32$  г/моль.

### Вариант 27

1. В баллоне объемом 110 л помещено 0,8 кг водорода и 1,6 кг кислорода. Определить давление смеси на стенки сосуда, если температура окружающей среды  $27^{\circ}\text{C}$ .
2. В узкой стеклянной трубке, запаянной с одного конца и расположенной горизонтально, находится  $240\text{ мм}^3$  воздуха, отделенного от наружного пространства столбиком ртути длиной 15 см. Если трубку поставить вертикально отверстием вверх, то объем воздуха равен  $200\text{ мм}^3$ . Чему равно атмосферное давление?
3. Определить число молекул кислорода, занимающего объем 2 л и находящегося под давлением 90,6 МПа, если средняя квадратичная скорость поступательного движения молекул равна 720 м/с.
4. В баллоне объемом  $0,83\text{ м}^3$  находится гелий при давлении  $29 \cdot 10^4$  Па и температуре  $17^{\circ}\text{C}$ . Массу гелия в баллоне увеличили, при этом его давление повысилось до  $64 \cdot 10^4$  Па, а температура – до  $47^{\circ}\text{C}$ . На какую величину  $\Delta m$  увеличилась масса гелия? Молярная масса гелия  $\mu(\text{He}) = 4$  г/моль.
5. Воздух с улицы при температуре  $-23^{\circ}\text{C}$  подогревают до  $77^{\circ}\text{C}$  при атмосферном давлении. Во сколько раз ( $V_2 / V_1$ ) изменяется при этом объем воздуха?
6. Газ объемом 8 л при давлении 100 кПа изотермически сжимают до объема 5 л. На сколько при этом изменилось давление?
7. Давление в баллоне с газом, находящемся в помещении при температуре  $17^{\circ}\text{C}$ , равно  $2,4 \cdot 10^5$  Па. На улице давление уменьшилось на  $4 \cdot 10^4$  Па. Какова температура наружного воздуха?
8. Определите число молекул газа, содержащегося в колбе вместимостью  $240\text{ см}^3$  при температуре  $17^{\circ}\text{C}$  и давлении  $50 \cdot 10^3$  Па.
9. Найти число молекул водорода в объеме  $1\text{ м}^3$ , если давление 18 кПа, а средняя квадратичная скорость молекул 1800 м/с. Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2$  г/моль.

## Вариант 28

1. Стеклянная трубка погружена в сосуд с ртутью. Уровень ртути в ней на 5 см выше, чем в сосуде. Длина части трубки, заполненной воздухом, 50 см. На сколько необходимо нагреть газ в трубке, чтобы ртуть в трубке опустилась до уровня его в сосуде? Первоначальная температура  $17^{\circ}\text{C}$ , атмосферное давление нормальное.
2. При  $27^{\circ}\text{C}$  газ находится под давлением  $10^5$  Па. На сколько изменится его давление при изохорном нагревании до  $57^{\circ}\text{C}$ ?
3. Молекула азота, летящая со скоростью 500 м/с, ударяется о стенку сосуда, причем направление скорости образует с нормалью  $60^{\circ}$ . Вычислить изменение импульса стенки за время удара, если считать удар абсолютно упругим.
4. В баллоне объемом 110 л помещено 0,8 кг водорода и 1,6 кг кислорода. Определить давление смеси на стенки сосуда, если окружающей среды  $27^{\circ}\text{C}$ . Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2$  г/моль, кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32$  г/моль.
5. Газ находится при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . Его нагрели при постоянном давлении. При этом объем газа увеличился в 4 раза. На сколько градусов нагрели газ?
6. Газ объемом 8 л при давлении 100 кПа изотермически сжимают. При этом давление увеличивается на 60 кПа. До какого объема сжали газ?
7. Во сколько раз увеличится давление газа в электрической лампочке, если после ее включения температура газа повысилась от  $15^{\circ}\text{C}$  до  $300^{\circ}\text{C}$ ?
8. Чему равна плотность водорода при температуре  $15^{\circ}\text{C}$  и давлении 97 кПа. Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2$  г/моль.
9. Газ массой 1 кг при давлении  $10^5$  Па занимает объем  $0,3$  м<sup>3</sup>. Найти среднюю квадратичную скорость молекул.

### Вариант 29

1. Плотность газа  $2,5 \text{ кг/м}^3$  при  $10^\circ\text{C}$  и нормальном атмосферном давлении. Определить молярную массу этого газа.
2. Определить температуру газа, если при изобарном нагревании на  $1^\circ\text{C}$  его объем увеличился на  $0,4\%$  по сравнению с первоначальным.
3. Воздух при атмосферном давлении подогривают до  $77^\circ\text{C}$ . При этом объем увеличивается в  $1,4$  раза. Найти начальную температуру газа.
4. В одном баллоне объемом  $2 \text{ л}$  давление газа  $0,33 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , в другом, емкостью  $6 \text{ л}$ , давление того же газа  $0,66 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Баллоны соединяются трубкой, имеющей кран. Какое давление установится в баллонах при открывании крана? Процесс считать изотермическим.
5. Углекислый газ нагревают в открытом сосуде при нормальном атмосферном давлении от  $400 \text{ К}$  до  $800 \text{ К}$ . На сколько при этом изменяется число молекул в объеме  $1 \text{ м}^3$  газа?
6. Газ объемом  $8 \text{ л}$  при давлении  $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$  изотермически сжимают до объема  $4 \text{ л}$ . На сколько при этом изменилось давление газа?
7. В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в  $4$  раза. Во сколько раз изменилась средняя квадратичная скорость?
8. Объем камеры  $50 \text{ м}^3$ . Какова разница в массе  $\Delta m$  водорода, заполняющего камеру при температуре  $t_1 = 127^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 227^\circ\text{C}$ ? Давление газа  $83 \text{ кПа}$ . Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$ .
9. Какое давление на стенки сосуда производит кислород, если средняя квадратичная скорость его молекул  $400 \text{ м/с}$  и число молекул в объеме  $1 \text{ см}^3 - N = 1,8 \cdot 10^{19}$ ? Молярная масса кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$ .

### Вариант 30

1. Сосуд объемом 1 л заполнен водой  $27^{\circ}\text{C}$ . Каким бы стало давление в баллоне, если бы силы взаимодействия между молекулами воды исчезли?
2. В цилиндре под поршнем находится газ. Масса поршня 0,6 кг, площадь его  $20\text{ см}^2$ , атмосферное давление 100 кПа. С какой силой надо действовать на поршень, чтобы объем газа уменьшить вдвое?
3. Газ находится при температуре 22 К. Во сколько раз увеличился объем газа после его нагревания на  $22^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении?
4. Смесь состоит из кислорода массой 32 г и углекислого газа массой 44 г. Какова ее плотность при температуре  $107^{\circ}\text{C}$  и давлении 83 кПа? Молярная масса кислорода  $\mu(\text{O}_2) = 32\text{ г/моль}$ ; углекислого газа –  $\mu(\text{CO}_2) = 44\text{ г/моль}$ .
5. Азот находится при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . Его нагревают при постоянном давлении на  $900^{\circ}\text{C}$ . Во сколько раз ( $V_1 / V_2$ ) увеличится его объем?
6. Газ объемом 90 л изотермически сжимают, увеличивая давление в 1,5 раза. На сколько литров уменьшится объем газа?
7. Во сколько раз увеличилось давление азота в баллоне при его нагревании от  $-73^{\circ}\text{C}$  до  $+27^{\circ}\text{C}$ ?
8. Какое число молекул идеального газа занимает объем  $10\text{ см}^3$  при давлении 5,3 кПа и температуре  $27^{\circ}\text{C}$ ?
9. Водород в объеме  $1\text{ м}^3$  содержит  $5 \cdot 10^{21}$  молекул, имеющих среднюю квадратичную скорость 1800 м/с. Чему равно давление газа? Молярная масса водорода  $\mu(\text{H}_2) = 2\text{ г/моль}$ .

## Вариант 1

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть молекул газа, находящихся в тепловом равновесии имеет кинетическую энергию в интервале от  $E=95 \cdot 10^{-22}$  Дж до  $E=5 \cdot 10^{-23}$  Дж при температуре 550 К?
2. Пылинки массой  $8 \cdot 10^{-20}$  кг каждая взвешены в воздухе, Определить толщину слоя воздуха, в пределах которого концентрация пылинок отличается на 50 %. Температуру воздуха считать равной 273 К.
3. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа равна 1200 м/с. Давление газа равно  $0,2 \cdot 10^6$  Н/м. Найти плотность газа при этих условиях.
4. Два стрелка одновременно, но независимо стреляют в одну цель. Найти вероятность поражения цели, если вероятности попадания в цель первым и вторым стрелками равны соответственно 0,8 и 0,7. Цель считается поражённой, если в неё попадёт хотя бы один стрелок. /0,94/.
5. В кабине вертолёта барометр показывает 90 кПа. На какой высоте летит вертолёт, если на взлётной площадке барометр показывал 100 кПа? Считать температуру воздуха считать одинаковой по высоте и равной 290 К.

## Вариант 2

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Используя распределение Максвелла, определить относительное число одноатомных молекул газа, имеющих кинетическую энергию, отличающихся от её среднего значения на 1%. Газ находится в тепловом равновесии. Ответ выразить в %.
2. Во сколько раз средняя квадратичная скорость пылинки, взвешенной в воздухе, меньше средней квадратичной скорости молекул азота? Масса пылинки  $0,6 \cdot 10^{-6}$  г.
3. Давление воздуха у основания Останкинской башни 760 мм рт. ст. Каково будет показание барометра при подъёме на башню, если её высота 540 м? Температуру воздуха считать одинаковой по высоте и равной  $37^{\circ}\text{C}$ .
4. Чему равна вероятность того, что при одновременном бросании синей и красной игральных костей выпадет единица на синей и пятёрка на красной? /1/36/.
5. На какой высоте над уровнем моря плотность воздуха уменьшится в 2 раза?

### Вариант 3

### Распределение Максвелла, Больцмана

1. Определить температуру газообразного азота, при которой скоростям  $V_1 = 300$  м/с и  $V_2 = 2V_1$  соответствуют одинаковые значения функции распределения Максвелла.
2. У поверхности земли число молекул гелия меньше, чем число молекул углекислого газа в  $8,5 \cdot 10^3$  раз. На какой высоте число молекул гелия будет во столько же раз больше, чем молекул углекислого газа? Температура воздуха считать на высоте постоянной и равной  $23^\circ\text{C}$ .
3. Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа, плотность которого при давлении 760 мм рт. ст. равна  $0,6 \cdot 10^{-3}$  г/см<sup>3</sup>.
4. Из колоды с 36 картами на удачу вынимают три. Какова вероятность того, что среди них окажется один, только один и всё равно какой туз? /0/278/.
5. Определить высоту горы, если давление на её вершине равно половине давления на уровне моря. Температура постоянная и равна  $0^\circ\text{C}$ .

## Вариант 4

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть молекул кислорода при  $20^{\circ}\text{C}$  обладает скоростью от  $100\text{ м/с}$  до  $110\text{ м/с}$ ?

2. Пассажирский самолёт совершает полёты на высоте  $8300\text{ м}$ . Чтобы не снабжать пассажиров кислородными масками, в кабинах при помощи компрессора поддерживается постоянное давление, соответствующее высоте  $2700\text{ м}$ . Найти разность давления внутри и снаружи кабины. Среднюю температуру наружного воздуха считать равной  $0^{\circ}\text{C}$ .

3. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул азота больше их наиболее вероятной скорости на  $50\text{ м/с}$ ?

4. Вычислить вероятность того, что, играя в Спортлото /6 из 49/ вы угадаете 4 номера.  $/9,69 \cdot 10^{-4}/$

5. Вблизи поверхности Земли отношение концентраций кислорода и азота в воздухе  $\omega = 20,95:78,08 = 0,268$ . Полагая, что температура атмосферы не зависит от высоты и равна  $0^{\circ}\text{C}$ , определить это отношение на высоте  $20\text{ км}$ .

## Вариант 5

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть общего числа молекул имеет скорости меньше наиболее вероятной скорости?
2. Советская высотная космическая станция расположена на горе Алагез в Армении на высоте 3250 м над уровнем моря. Найти давление воздуха на этой высоте. Температуру воздуха считать постоянной и равной  $5^{\circ}\text{C}$ . Массу одного киломоля воздуха принять равной 29 кг/кмоль. Давление воздуха принять равным 760 мм рт. ст. /на уровне моря/.
3. Найти среднюю арифметическую, среднюю квадратичную и наиболее вероятную скорости молекул газа, плотности которых при давлении 300 мм рт. ст. равны 0,3 г/л.
4. Кубик, все грани которого окрашены, распилен на 1000 одинаковых маленьких кубиков. Все маленькие кубики сложены в мешок и тщательно перемешаны. Определить вероятность того, что кубик, извлечённый из мешка, будет не окрашен. /0,512/
5. На какой высоте плотность кислорода уменьшится на 1%. Температура кислорода  $27^{\circ}\text{C}$ .

## Вариант 6

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть молекул азота при  $150^{\circ}\text{C}$  обладает скорости от  $300\text{ м/с}$  до  $325\text{ м/с}$ ?
2. На какой высоте плотность газа составляет 30% от плотности его на уровне моря? Температуру считать равной  $20^{\circ}\text{C}$ . Задачу решить для воздуха и водорода.
3. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул аммиака  $\text{NH}_3$  больше их наиболее вероятной скорости на  $100\text{ м/с}$ ?
4. Два человека договорились о встрече в определённом месте между 7 и 8 часами вечера. Пришедший первым ждёт второго в течении 15 минут и уходит. Определить вероятность их встречи, если каждый, независимо от другого, может с равной вероятностью прийти в любой момент между 7 и 8 часами вечера.  $/1-(3/4)^2=0,44/$ .
5. Сколько весит  $1\text{ м}^3$  кислорода на высоте  $10\text{ км}$  и вблизи поверхности Земли, если давление воздуха у поверхности Земли  $10^5\text{ Н/м}^2$ , а температура не зависит от высоты и равна  $0^{\circ}\text{C}$ ?

## Вариант 7

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть молекул водорода при  $0^{\circ}\text{C}$  обладает скоростями от  $2000\text{ м/с}$  до  $2100\text{ м/с}$ ?
2. Сколько весит  $1\text{ м}^3$  воздуха на высоте  $4\text{ км}$  и у поверхности Земли? Температуру воздуха считать постоянной и равной  $30^{\circ}\text{C}$ . Давление воздуха у поверхности Земли равно  $10^5\text{ Н/м}^2$ .
3. Найти среднюю арифметическую, среднюю квадратичную и наиболее вероятную скорости молекул кислорода, плотность которого при давлении  $400\text{ мм рт. ст.}$  равна  $0,4\text{ г/л}$ .
4. Ребёнок рассыпал колоду из  $10$  перфокарт. Стремясь скрыть следы «преступления», он пытается восстановить правильный порядок их следования в колоде. Определить вероятность того, что ему удастся сделать, если он не умеет читать /другими словами, все возможные способы раскладки перфокарт для него одинаковы, т.е. равновероятны/.  $1/(N!)=2,8\cdot 10^{-7}$
5. При подъёме вертолётa на некоторую высоту барометр, находящийся в его кабине, изменил показания на  $11\text{ кПа}$ . На какой высоте летит вертолёт, если на взлётной площадке барометр показывал  $0,1\text{ МПа}$ ? Температура воздуха постоянная и равна  $17^{\circ}\text{C}$ .

## Вариант 8

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть молекул углерода, находящегося при температуре  $400^{\circ}\text{K}$ , имеет скорости, отличающиеся на  $20\text{ м/с}$  от наиболее вероятной скорости?
2. Найти число Авогадро, если при расстоянии между двумя слоями в  $100\text{ мкм}$  число взвешенных частиц гуммигута в одном слое вдвое больше, чем в другом. Температура гуммигута  $20^{\circ}\text{C}$ . Частицы гуммигута диаметром  $0,3 \cdot 10^{-4}\text{ см}$  были взвешены в жидкости, плотность которой на  $0,2\text{ г/см}^3$  меньше плотности частиц.
3. Вычислите среднюю арифметическую, среднюю квадратичную и наиболее вероятную скорости молекул водорода, плотность которого при  $500\text{ мм рт. ст.}$  равна  $0,5\text{ г/л}$ .
4. Какова вероятность того, что при бросании игральной кости выпадет либо 1, либо 6?
5. На поверхности Земли барометр показывает  $101\text{ кПа}$ . Каково будет показание барометра при подъёме его на высоту  $500\text{ м}$ ? Температура воздуха  $7^{\circ}\text{C}$ ?

## Вариант 9

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть молекул азота при температуре  $150^{\circ}\text{C}$  обладает скоростями, лежащими в интервале от 300 до 800 м/с?
2. На какой высоте давление воздуха составляет 75% от давления на уровне моря? Температуру считать постоянной и равной  $0^{\circ}\text{C}$ .
3. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул углеводорода больше их наиболее вероятной скорости на 15 м/с?
4. Какова вероятность того, что, играя в Спортлото 6 из 49, вы угадаете 2 номера. /0,413/
5. Найти число молекул в единице объёма воздуха на высоте 6 км над уровнем моря. Давление на уровне моря 101кПа, а температура воздуха равна  $5^{\circ}\text{C}$ .

## Вариант 10

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть общего числа молекул имеет скорости больше наиболее вероятной?
2. Сколько весит  $1 \text{ см}^3$  азота у поверхности Земли и на высоте 5 км, если при температуре  $20^\circ\text{C}$  давление азота у поверхности Земли составляет  $5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ ?
3. Найти отношение средних арифметических, средних квадратичных и наиболее вероятных скоростей молекул озона и водорода, если при давлении 200 мм рт. ст. оба газа имеют плотность  $0,2 \text{ г/л}$ .
4. Какова вероятность (взяв три карты из колоды) вытянуть хотя бы одного туза /всё равно какого/?  $/1 - C_{32}^3 / C_{52}^3 = 0,305/$
5. На какой высоте давление воздуха составляет 75% от давления на уровне моря? Температуру считать постоянной и равной  $0^\circ\text{C}$ .

## Вариант 11

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какой процент молекул водорода обладает скоростями, отличающимися от наиболее вероятной не более чем на 1%?
2. Вычислите давление воздуха на высоте 5км, на высоте 10км и в шахте на глубине 2 км при температуре 293 К. Давление на уровне моря принять равным  $10^5$ Па.
3. При какой температуре воздуха средние скорости молекул азота и кислорода отличаются на 20м/с?
4. Колоду из 36 карт случайным образом делят на две части по 18 карт в каждой. Какова вероятность того, что в обеих частях будет по 9 красных и чёрных карт? /0,26/
5. Найти число молекул в  $1\text{см}^3$  и плотность азота при давлении 2МПа и температура  $15^\circ\text{C}$ .

## Вариант 12

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Определить относительное число молекул углекислого газа  $\text{CO}_2$ , скорости которых заключены в пределах от 499,9 до 500,1 м/с, при температуре 421К.
2. Вблизи поверхности Земли отношение объёмных концентраций кислорода и азота в воздухе равно 0,268. Определить это отношение на высоте 10 км, если температура воздуха не зависит от высоты и равна  $0^\circ\text{C}$ .
3. Средняя энергия молекул гелия равна  $3,92 \cdot 10^{-21}$  Дж. Вычислить среднюю арифметическую скорость молекул гелия при тех же условиях.
4. Кубик, все грани которого окрашены, распилен на 1000 одинаковых маленьких кубиков. Все маленькие кубики сложены в мешок и тщательно перемешаны. Определить вероятность того, что кубик, извлечённый из мешка, будет окрашен хотя бы с одной стороны. /0,488/
5. В баллоне и находятся 2,5 г кислорода. Найти число молекул кислорода, скорости которых превышают значение средней квадратичной скорости.

## Вариант 13

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть молекул азота при температуре  $7^{\circ}\text{C}$  обладает скоростями, лежащими в интервале от 500 до 510 м/с?
2. Определить высоту горы, если давление на её вершине равно половине давления на уровне моря. Температуру считать постоянной и равной  $0^{\circ}\text{C}$ .
3. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул водорода больше средней квадратичной скорости молекул водяных паров при той же температуре?
4. Маленькому ребёнку дали 33 карточки, на которых написаны буквы русского алфавита, по одной букве на каждой карточке. Какова вероятность того, что ребёнок разложит буквы в алфавитном порядке, если он не умеет читать и не знает алфавита?  $1/(N!)=1,15 \cdot 10^{-37}$
5. Вблизи поверхности земли отношение объёмных концентраций кислорода и углекислого газа  $\text{CO}_2$  в воздухе равно  $20,95/0,03=698,33$ . Пологая температуру равной  $0^{\circ}\text{C}$ , определить это отношение на высоте 10 км.

## Вариант 14

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть молекул кислорода обладает скоростями, отличающимися от наивероятнейшей не больше, чем на 10 м/с, при температуре 300°C.
2. На поверхности Земли барометр показывает 101 кПа. Каково будет показание барометра при подъёме его на телевизионную башню Московского телецентра в Останкино высотой 533 м? Температуру считать постоянной и равной 7°C.
3. При какой температуре молекулы аргона имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы гелия при 100К?
4. Чему равна вероятность того, что при одновременном бросании двух игральных костей выпадут тройка и шестёрка, если кости неразличимы?  
/2/36/
5. На какой высоте плотность кислорода уменьшается на 1%? Температура кислорода 27°C.

## Вариант 15

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Определить отношение числа молекул водорода, скорости которых лежат в интервале от 1 до 1,01 км/с, если температура водорода  $0^{\circ}\text{C}$ .
2. При подъёме вертолётa на некоторую высоту барометр, находящийся в его кабине, изменил своё показание на 11 кПа. На какой высоте летит вертолёт, если на взлётной площадке барометр показывал 0,1 МПа? Температуру воздуха считать постоянной и равной  $17^{\circ}\text{C}$ .
3. Найти среднюю арифметическую скорость молекул газа, если известно, что средняя квадратичная их скорость 600 м/с.
4. Какова вероятность из хорошего перетасованной колоды карт вытянуть пиковую даму?
5. Каково число молекул в единице объёма воздуха на высоте 2 км над уровнем моря, если давление на уровне моря 101 кПа, а температура воздуха  $10^{\circ}\text{C}$  и не меняется с высотой.

## Вариант 16

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Найти число молекул хлора в  $1\text{мм}^3$  при температуре  $500^\circ\text{C}$  и давление  $0,01$  мбар, скорости которых заключены в интервале от  $200$  до  $205\text{м/с}$ . ( $1\text{ мбар} = 100\text{ Па}$ )
2. Вычислить давление воздуха на высоте  $1000\text{ м}$  при  $-23,16^\circ\text{C}$ , если давление на уровне моря равно  $1013\text{мбар}$ . ( $1\text{ мбар} = 100\text{ Па}$ )
3. Определить скорость, соответствующую максимуму функции распределение при  $100^\circ\text{C}$  для азота.
4. Два стрелка одновременно, но независимо стреляют в одну цель. Найти вероятность поражения цели, если вероятность попадания в цель первым и вторым стрелками равны соответственно  $0,5$  и  $0,8$ . Цель считается поражённой, если в неё попадёт хотя бы один стрелок. /0,9/
5. Вычислить массу кислорода в  $1\text{см}^3$  воздуха на уровне моря и на высоте  $5600\text{ м}$ . Температура воздуха  $0^\circ\text{C}$ , давление его на уровне моря  $1013\text{ мбар}$ . ( $1\text{ мбар} = 100\text{ Па}$ )

## Вариант 17

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Чему равно число атомов гелия со скоростями от 1000 до 1010 м/с содержащихся в шарообразном баллоне диаметром 16 м при 10°C и давлении 0,9 ат? (1 ат =  $9,807 \cdot 10^4$  Па)
2. В поле земного притяжения находятся частицы пыли, имеющие массу  $8,5 \cdot 10^{-22}$  кг и объёмом  $5 \cdot 10^{-22}$  м<sup>3</sup>. Определить уменьшение их концентрации на высоте 3 м. Давление и температура воздуха равны соответственно 990 мбар и -20°C. (1 мбар = 100 Па)
3. Вычислить средние скорости для неона при 500°C
4. Какова вероятность того, что, играя в Спортлото 6 из 49, вы угадаете три номера? /0,132/
5. Определить высоту горы, если давление на её вершине равно половине давления на уровне моря. Температура постоянная и равна 0°C.

## Вариант 18

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Как велико относительное число молекул азота, скорости которых лежат в интервале от 250 до 260 м/с, если температура азота 27°C?

2. На какой высоте давление и плотность воздуха уменьшится на половину, если на уровне моря давление воздуха составляет 1 атм при 0°C? (1 атм =  $1,013 \cdot 10^5$  Па)

3. Полагая температуру равной 300°C, определить средние скорости, скорость, соответствующую максимуму функции распределения скоростей, для гелия.

4. Два человека договорились о встрече в определённом месте между 2 и 3 часами по полудню. Пришедший первым ждёт второго в течении 20 минут и уходит. Определить вероятность встречи, если каждый, независимо от другого, может с равной вероятностью прийти в любой момент между 2 и 3 часами.  $1 - (2/3)^2 = 0,56$

5. Вблизи поверхности Земли отношение концентраций кислорода и азота в воздухе  $\omega = 20,95 : 78,08 = 0,268$ . Полагая, что температура атмосферы не зависит от высоты и равна 0°C, определить это отношение на высоте 20 км.

## Вариант 19

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Найти число молекул фтора в  $1\text{ см}^3$  при температуре  $400^\circ\text{C}$  и давлении  $0,5\text{ Па}$ , скорости которых заключены в интервале от  $100$  до  $110\text{ м/с}$ .
2. Каковы давление и число молекул в единице объёма воздуха на высоте  $2\text{ км}$  над уровнем моря? Давление на уровне моря  $101\text{ кПа}$ , а температура  $10^\circ\text{C}$ .
3. Какова средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа если известно, что плотность его  $30\text{ г/м}^3$ , а давление, оказываемое им на стенки сосуда,  $3,6\text{ кПа}$ ?
4. Какова вероятность того, что среди  $9$  бочек, вытащенных из мешка при игре в лото, окажется бочка с числом  $13$ , если для игры в мешок положили бочки с числами от  $1$  до  $99$  /всего  $99$  бочек/?  $/C^1_1 C^8_{98} / C^9_{99} = 1/11/$
5. В кабине вертолётa барометр показывает  $90\text{ кПа}$ . На какой высоте летит вертолёт, если на взлётной площадке барометр показывал  $100\text{ кПа}$ ? Считать температуру воздуха постоянной с высотой и равной  $290\text{ К}$ .

## Вариант 20

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть молекул водорода при  $127^{\circ}\text{C}$  обладает скоростями, отличающимися от средней арифметической не более, чем на 20%?
2. Определить высоту горы, если давление на её вершине составляет  $2/3$  давления на уровне моря. Температуру считать постоянной и равной  $20^{\circ}\text{C}$ .
3. В  $1\text{см}^3$  при давлении 20 кПа находится  $5 \cdot 10^{19}$  молекул гелия. Определить среднюю квадратичную скорость молекул при этих условиях.
4. В ящике лежат тщательно перемешанные шары, отличающиеся друг от друга только цветом: 60 красных, 50 белых, 90 синих. Какова вероятность вытянуть белый шар? /1/4/
5. На какой высоте плотность кислорода уменьшится на 1%. Температура кислорода  $27^{\circ}\text{C}$ .

## Вариант 21

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Температура кислорода  $28^{\circ}\text{C}$ . Определить отношение числа молекул этого газа, скорости которых лежат в интервале  $798\text{-}802\text{ м/с}$ , к числу молекул, скорости которых лежат в интервале  $398\text{-}402\text{ м/с}$ .

2. Считая, что воздух на поверхности Земли находится при нормальных условиях, определить отношение давления воздуха на высоте  $4\text{ км}$  к давлению на дне шахты глубиной  $4\text{ км}$ . Считайте, температура воздуха от высоты не зависит.

3. Какова наивероятнейшая скорость при температуре  $227^{\circ}\text{C}$  молекул метана  $\text{CH}_4$ ?

4. Для игры в домино используют  $28$  игральных костей. Перед началом игры каждый играющий берёт себе по  $7$  костей, выбирая их случайным образом из общего числа костей. Какова вероятность того, что один из игроков получит только один /всё равно какой/ дупель?  $/C^1_7 C^6_{21} / C^7_{28} = 0,321/$

5. На какой высоте над уровнем моря плотность воздуха уменьшится в  $2$  раза?

## Вариант 22

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. На какую часть общего числа молекул некоторого газа составляют молекулы, модули скоростей которые отличаются не более чем на 5% от наиболее вероятной скорости?

2. Показания барометра на вершине горы «Пик Ленина» на Памире составляют 47% от показания барометра у подножия горы. Определить высоту этой вершины, если температура воздуха  $0^{\circ}\text{C}$ .

3. Найти температуру, при которой средняя квадратичная скорость молекул азота больше средней скорости на 50 м/с

4. Какова вероятность угадать все 6 номеров, играя в Спортлото 6 из 49?  
 $/7,15 \cdot 10^{-8}/$

5. Вблизи поверхности Земли отношение объёмных концентраций кислорода и углекислого газа  $\text{CO}_2$  в воздухе равно  $20,95/0,03=698,33$ . Полагая температуру равной  $0^{\circ}\text{C}$ , определить это отношение на высоте 10 км.

## Вариант 23

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Покажите, что доля молекул, скорости которых лежат в интервале между средней и средней квадратичной скоростями, не меняется при изменении температуры.

2. На какой высоте плотность воздуха уменьшится в 3 раза по сравнению плотностью воздуха на уровне моря? Температура воздуха 300К.

3. Вычислить наиболее вероятную, среднюю и среднюю квадратичную скорости молекул кислорода при 20°C.

4. Кубик, все грани которого окрашены, распилен на 1000 одинаковых маленьких кубиков. Все маленькие кубики тщательно перемешаны. Определить вероятность вытащить кубик, у которого окрашены две грани.  
/0,384/

5. На какой высоте давление воздуха составляет 75% от давления на уровне моря? Температуру считать постоянной и равной 0°C.

## Вариант 24

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Температура водорода 550 К. Определить отношение числа молекул, компоненты скоростей которых лежат в интервале от 1500 до 1510 м/с. К числу молекул, компоненты скоростей которых лежат в интервале от 1500 до 1510 м/с.
2. Определить объём частицы в опыте Перрена, если среднее число частиц в нижнем слое равно 3, в верхнем слое – 2, расстояние между слоями равно 40 микрон, плотность растворенной краски  $1650 \text{ кг/м}^3$ , температура окружающей среды  $20^\circ\text{C}$ .
3. Средняя энергия молекул неона равна  $5 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ . Определить среднюю арифметическую скорость молекул неона при тех же условиях.
4. В ящике лежат тщательно перемешанные шары, отличающиеся друг от друга цветом: 60 красных, 50 белых, 90 синих. Какова вероятность вытащить 1 красный и 1 белый шары одновременно? /0,075/
5. Каково число молекул в единице объёма воздуха на высоте 2 км, если давление на уровне моря 101 кПа, а температура воздуха  $10^\circ\text{C}$  и не меняется с высотой.

## Вариант 25

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Температура гелия 300К. Определить, какую часть от общего числа молекул составляют молекулы, модули скоростей которых отличаются от наиболее вероятной не более чем на 5м/с.

2. Вычислить массу азота в  $1\text{м}^3$  воздуха на уровне моря и на высоте 5500м. Температура воздуха и давление на уровне моря равны соответственно  $0^\circ\text{C}$  и 1010 мбар. (1 мбар = 100 Па)

3. Вычислить среднюю арифметическую, среднюю квадратичную, наиболее вероятную скорости и скорость, соответствующую максимуму функции распределения для кислорода при  $500^\circ\text{C}$ .

4. Два стрелка одновременно, но независимо стреляют в одну цель. Найти вероятность поражения цели, если вероятность попадания в цель первым и вторым стрелками равны соответственно 0,9 и 0,6. Цель считается поражённой, если в неё попадёт хотя бы один стрелок. /0,96/

5. При подъёме вертолёт на некоторую высоту барометр, находящийся в его кабине, изменил показания на 11 кПа, на какой высоте летит вертолёт, если на взлётной площадке барометр показывал 0,1 МПа? Температура воздуха постоянная и равна  $17^\circ\text{C}$ .

## Вариант 26

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Определить отношение числа молекул газа, скорости которых отличаются от наиболее вероятной скорости не более чем на 5 м/с при температуре  $T$ , к числу молекул того же газа, скорости которых отличаются на ту же величину от наиболее вероятной скорости, но при температуре  $2T$ .
2. Вычислить давление воздуха на высоте 5 км при  $-25^{\circ}\text{C}$ , если давление на уровне моря равно 1015 мбар. (1 мбар = 100 Па)
3. При какой температуре воздуха среднее средние скорости молекул водорода и хлора отличаются на 30 м/с?
4. Кубик, все грани которого окрашены, распилен на 27 маленьких кубиков. Все маленькие кубики сложены в мешок и тщательно перемешаны. Определить вероятность того, что кубик, извлечённый «на удачу» из мешка, будет иметь окрашенными четыре грани.
5. На поверхности Земли барометр показывает 101 кПа. Каково будет показание барометра при подъёме его на высоту 5000 м? Температура воздуха  $7^{\circ}\text{C}$ ?

## Вариант 27

## Распределение Максвелла, Больцмана

1. Какая часть от общего числа молекул некоторого газа составляют молекулы, модули скоростей которых отличаются не более чем на 2% от средней квадратичной скорости?

2. Определить высоту горы, если давление на её вершине составляет 60% давления у её подножия, а температура воздуха  $-13^{\circ}\text{C}$ .

3. Наиболее вероятная скорость молекул некоторого газа равна 1820 м/с. Какой это газ? Какова средняя арифметическая скорость молекул, если температура газа  $127^{\circ}\text{C}$ ?

4. В ящике лежат тщательно перемешанные шары, отличающиеся друг от друга только цветом: 60 красных, 50 белых, 90 чёрных. Какова вероятность вынуть 1 красный, 1 белый и 2 чёрных шара одновременно?  $/0,519 \cdot 10^{-2}/$

5. На какой высоте плотность кислорода уменьшается на 1%? Температура кислорода  $27^{\circ}\text{C}$ .

### Вариант 1

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
H <sub>2</sub> O	$V_a=V_1,$ $P_a=2P_1$ $V_b=2V_1,$ $V_c=3V_1$ $V_d=4V_1$ $P_f=3P_1$ $P_k=P_1$	$P=const$	$T=const$	$P=const$	$V=const$	$dQ=0$

## Вариант 2

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
O <sub>2</sub>	$V_a=V_1,$ $P_a=3P_1$ $V_b=2V_1,$ $V_c=3V_1$ $P_d=3P_1$ $V_f=4V_1$ $P_k=P_1$	$T=const$	$P=const$	$V=const$	$dQ=0$	$V=const$

### Вариант 3

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
CO <sub>2</sub>	$V_a=V_1,$ $P_a=3P_1$ $V_b=2V_1,$ $P_c=2P_1$ $V_d=3V_1$ $P_f=3P_1$ $V_k=4V_1$	$P=const$	$V=const$	$T=const$	$V=const$	$dQ=0$

### Вариант 4

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
CH <sub>4</sub>	$V_a=V_1,$ $P_a=3P_1$ $V_b=2V_1,$ $V_c=3V_1$ $V_d=4V_1$ $V_f=3V_1$ $P_k=3P_1$	$P=const$	$T=const$	$P=const$	$dQ=0$	$V=const$

### Вариант 5

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .  
Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$H_2$	$V_a=V_1,$ $P_a=2P_1$ $V_b=2V_1,$ $V_c=3V_1$ $V_d=4V_1$ $P_f=3P_1$ $P_k=P_1$	$P=const$	$dQ=0$	$P=const$	$V=const$	$T=const$

### Вариант 6

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
NO	$V_a=V_1,$ $P_a=3P_1$ $V_b=2V_1,$ $P_c=3P_1$ $V_d=3V_1$ $V_f=4V_1$ $P_k=3P_1$	$T=const$	$V=const$	$dQ=0$	$P=const$	$V=const$

### Вариант 7

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
CO <sub>2</sub>	$V_a=V_1,$ $P_a=3P_1$ $V_b=2V_1,$ $V_c=3V_1$ $V_d=4V_1$ $P_f=3P_1$ $V_k=3V_1$	$dQ=0$	$T=const$	$P=const$	$V=const$	$P=const$

### Вариант 8

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$C_2H_6$	$V_a=V_1,$ $P_a=3P_1$ $V_b=2V_1,$ $V_c=3V_1$ $P_d=3P_1$ $V_f=4V_1$ $P_k=P_1$	$dQ=0$	$P=const$	$V=const$	$T=const$	$V=const$

### Вариант 9

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
Ne	$V_a=V_1,$ $P_a=2P_1$ $V_b=2V_1,$ $P_c=3P_1$ $V_d=3V_1$ $P_f=3P_1$ $V_k=4V_1$	$T=const$	$V=const$	$dQ=0$	$V=const$	$P=const$

### Вариант 10

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
H <sub>2</sub>	$V_a=V_1,$ $P_a=3P_1$ $V_b=2V_1,$ $V_c=3V_1$ $V_d=4V_1$ $P_f=2,5P_1$ $V_k=2V_1$	$T=const$	$P=const$	$dQ=0$	$V=const$	$P=const$

### Вариант 11

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$N_2O$	$V_a=V_1,$ $P_a=P_1$ $V_b=2V_1,$ $V_c=3V_1$ $V_d=4V_1$ $P_f=3P_1$ $V_k=2V_1$	$P=const$	$dQ=0$	$T=const$	$V=const$	$P=const$

### Вариант 12

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
CO <sub>2</sub>	$V_a=V_1,$ $V_b=2V_1,$ $P_b=2P_1$ $V_c=V_1$ $V_d=2V_1$ $V_f=3V_1$ $P_k=2P_1$	$dQ=0$	$P=const$	$T=const$	$P=const$	$V=const$

### Вариант 13

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
O <sub>2</sub>	$P_a=P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=2V_1$ , $P_c=3P_1$ $V_d=2,5V_1$ $V_f=4V_1$ $P_k=3P_1$	$P=const$	$V=const$	$dQ=0$	$T=const$	$V=const$

### Вариант 14

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$H_2O$	$P_a=3P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=2V_1$ , $V_c=3V_1$ $V_d=4V_1$ $V_f=5V_1$ $P_k=P_1$	$P=const$	$dQ=0$	$P=const$	$T=const$	$V=const$

### Вариант 15

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$C_2H_4$	$P_a=2P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=2V_1$ , $P_c=3P_1$ $V_d=2,5V_1$ $V_f=3V_1$ $P_k=P_1$	$dQ=0$	$V=const$	$P=const$	$T=const$	$V=const$

### Вариант 16

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$N_2$	$P_a=P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=2V_1$ , $P_c=3P_1$ $V_d=2,5V_1$ $P_f=P_1$ $V_k=3V_1$	$T=const$	$V=const$	$dQ=0$	$V=const$	$P=const$

### Вариант 17

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$\text{NH}_3$	$P_a=3P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=2V_1$ , $P_c=2P_1$ $P_d=P_1$ $V_f=2V_1$ $P_k=2P_1$	$P=const$	$T=const$	$V=const$	$P=const$	$dQ=0$

### Вариант 18

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$H_2$	$P_a=P_1$ $V_a=V_1,$ $V_b=2V_1,$ $P_c=2P_1$ $V_d=3V_1$ $P_f=3P_1$ $V_k=2V_1$	$T=const$	$V=const$	$dQ=0$	$V=const$	$P=const$

### Вариант 19

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
Ar	$P_a=P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=1,5V_1$ , $P_c=2P_1$ $V_d=2V_1$ $P_f=2P_1$ $P_k=P_1$	$P=const$	$V=const$	$dQ=0$	$V=const$	$T=const$

### Вариант 20

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
CH <sub>4</sub>	$P_a=P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=2V_1$ , $P_d=3P_1$ $V_c=3V_1$ $P_f=2P_1$ $P_k=P_1$	$P=const$	$dQ=0$	$V=const$	$T=const$	$V=const$

### Вариант 21

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
H <sub>2</sub> O	$P_a=2P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=2V_1$ , $P_c=2P_1$ $V_d=3V_1$ $P_f=1,5P_1$ $P_k=P_1$	$dQ=0$	$V=const$	$P=const$	$T=const$	$V=const$

### Вариант 22

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$O_2$	$P_a=P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=1,5V_1$ , $P_c=2P_1$ $V_d=2V_1$ $V_f=3V_1$ $P_k=P_1$	$P=const$	$V=const$	$P=const$	$T=const$	$dQ=0$

### Вариант 23

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$C_2H_6$	$V_a=V_1,$ $P_a=P_1$ $V_b=2V_1,$ $P_c=2P_1$ $V_d=3V_1$ $P_f=P_1$ $V_k=2,5V_1$	$P=const$	$V=const$	$dQ=0$	$T=const$	$P=const$

### Вариант 24

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
$\text{NH}_3$	$V_a=V_1,$ $P_a=2P_1$ $V_b=1,5V_1,$ $P_c=P_1$ $V_d=2V_1$ $P_f=1,5P_1$ $V_k=3V_1$	$P=const$	$V=const$	$dQ=0$	$V=const$	$T=const$

### Вариант 25

Идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 по пути  $a-b-c-d-f-k$ .

Постройте график перехода в координатах  $P-V$ .

Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $V_1=1$  л.

Найдите работу, совершаемую газом, изменение его внутренней энергии и количество теплоты, подведенное к газу. Определите параметры газа в конечном состоянии.

Газ	Параметры	Вид процесса				
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow f$	$f \rightarrow k$
He	$P_a=2P_1$ $V_a=V_1$ , $V_b=2V_1$ , $P_c=P_1$ , $V_d=3V_1$ , $P_f=1,5P_1$ , $P_k=P_1$	$P=const$	$V=const$	$T=const$	$V=const$	$dQ=0$

### Вариант 1

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$H_2O$	$V_a=V_1, V_b=V_2,$ $P_a=P_1, P_c=P_2$	$P=const$	$T=const$	$P=const$	$Q=0$	$A_{d \rightarrow a}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 2

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$O_2$	$V_a=V_1, V_b=V_2,$ $V_c=V_1,$ $P_b=P_2$	$T=const$	$P=const$	$V=const$	$d=a$	$Q_{c \rightarrow d}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 3

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
CO <sub>2</sub>	$V_b=V_2, P_c=P_2$ $P_b=P_1$	$P=const$	$V=const$	$T=const$	$d=a$	$Q_{a \rightarrow b}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 4

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
CH <sub>4</sub>	$V_a=V_1, V_b=V_2,$ $P_a=P_1, P_c=P_2$	$P=const$	$T=const$	$P=const$	$T=const$	$Q_{c \rightarrow d}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 5

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$H_2$	$V_a=V_1, V_b=V_2,$ $P_a=P_1, P_c=P_2$	$P=const$	$Q=0$	$P=const$	$Q=0$	$A_{b \rightarrow c}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 6

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$NO$	$V_d=V_1, V_b=V_2,$ $P_a=P_1, P_d=P_2$	$T=const$	$V=const$	$T=const$	$V=const$	$Q_{b \rightarrow c}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 7

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
CO <sub>2</sub>	$V_c=V_2, P_b=P_2$ $P_a=P_1$	$Q=0$	$T=const$	$V=const$	$d=a$	$A_{a \rightarrow b}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 8

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	$V_d=V_1, V_b=V_2,$ $P_b=P_1, P_c=P_2$	$Q=0$	$V=const$	$Q=0$	$V=const$	$Q_{b \rightarrow c}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 9

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
Ne	$V_b=V_2, P_b=P_2$ $P_a=P_1$	$T=const$	$V=const$	$Q=0$	$d=a$	$A_{c \rightarrow e}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 10

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
H <sub>2</sub>	$V_a=V_1, P_b=P_2$ $V_b=V_2$	$T=const$	$P=const$	$Q=0$	$d=a$	$Q_{b \rightarrow c}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 11

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$N_2O$	$V_a=V_1, P_a=P_1$ $V_b=V_2$	$P=const$	$Q=0$	$T=const$	$d=a$	$A_{b \rightarrow c}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 12

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$CO_2$	$V_c=V_1, P_b=P_2$ $V_b=V_2$	$Q=0$	$P=const$	$V=const$	$d=a$	$A_{a \rightarrow b}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 13

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
O <sub>2</sub>	$V_b=V_2, P_a=P_1$ $V_a=V_1$	$P=const$	$V=const$	$Q=0$	$d=a$	$Q_{b \rightarrow c}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 14

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
H <sub>2</sub> O	$V_b=V_2,$ $P_a=P_1$ $V_a=V_1,$ $P_c=P_2$	$P=const$	$Q=0$	$P=const$	$T=const$	$Q_{c \rightarrow d}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 15

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$C_2H_4$	$V_b=V_2,$ $P_b=P_1$ $V_d=V_1,$ $P_c=P_2$	$Q=0$	$V=const$	$T=const$	$V=const$	$Q_{d \rightarrow a}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 16

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$N_2$	$V_b=V_2,$ $P_a=P_1$ $V_d=V_1,$ $P_d=P_2$	$T=const$	$V=const$	$Q=0$	$V=const$	$A_{c \rightarrow d}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 17

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$\text{NH}_3$	$V_b=V_2,$ $P_a=P_1$ $V_d=V_1,$ $P_c=P_2$	$P=const$	$T=const$	$P=const$	$V=const$	$Q_{c \rightarrow d}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 18

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$\text{H}_2$	$V_b=V_2,$ $P_b=P_1$ $V_d=V_1,$ $P_c=P_2$	$T=const$	$V=const$	$Q=0$	$V=const$	$A_{c \rightarrow d}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 19

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
Ar	$V_b=V_2,$ $P_a=P_1$ $V_a=V_1,$ $P_c=P_2$	$P=const$	$V=const$	$P=const$	$V=const$	$Q_{b \rightarrow c}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 20

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
CH <sub>4</sub>	$V_b=V_2,$ $P_a=P_1$ $V_d=V_1,$ $P_c=P_2$	$P=const$	$Q=0$	$P=const$	$V=const$	$Q_{d \rightarrow a}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 21

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$H_2O$	$V_b=V_2,$ $P_b=P_1$ $V_d=V_1,$ $P_c=P_2$	$Q=0$	$V=const$	$P=const$	$V=const$	$A_{a \rightarrow b}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 22

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$O_2$	$V_b=V_2,$ $P_a=P_1$ $V_a=V_1,$ $P_c=P_3$	$P=const$	$V=const$	$P=const$	$T=const$	$Q_{b \rightarrow c}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 23

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$C_2H_6$	$V_b=V_2,$ $P_a=2P_1$ $V_a=V_1,$ $P_c=P_2$	$P=const$	$V=const$	$Q=0$	$V=const$	$A_{c \rightarrow d}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 24

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
$NH_3$	$V_b=V_2,$ $P_a=2P_1$ $V_d=V_1,$ $P_c=P_2$	$P=const$	$V=const$	$Q=0$	$V=const$	$Q_{b \rightarrow c}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .

### Вариант 25

Идеальный газ совершает цикл  $a-b-c-d-a$ , состоящий из чередующихся процессов. Постройте цикл в координатах  $P-V$  и определите для одного из процессов величину, указанную в последнем столбце таблицы. Дано: масса газа  $m=1$  г,  $P_1=0,2$  МПа,  $P_2=0,1$  МПа,  $P_3=0,15$  МПа,  $V_1=1$  л,  $V_2=2$  л.

1. Для всех участков цикла укажите знак изменения внутренней энергии и определите: получает или отдает газ тепло, совершает газ работу или работа совершается над газом.

Газ	Параметры	Вид процесса				Найдите
		$a \rightarrow b$	$b \rightarrow c$	$c \rightarrow d$	$d \rightarrow a$	
He	$V_b=V_2$ , $P_a=2P_1$ $V_d=V_1$ , $P_c=P_2$	$P=const$	$V=const$	$T=const$	$V=const$	$Q_{cdc}$

2. Определите КПД цикла  $a-b-c-d-a$ .

3. Каков был бы КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, если бы температуры его нагревателя и холодильника были бы соответственно равны максимальной и минимальной температурам в цикле  $a-b-c-d-a$ .