

Д32.1(1)

1. В цилиндрический сосуд с поршнем поместили сыпучее вещество массой  $m=0,8$  кг. Измеренное давление воздуха при расстоянии  $h_1=20$  см от поршня до дна сосуда составило  $P_1=10^5$  Па, а при расстоянии  $h_2=15$  см –  $P_2=1,5 \cdot 10^5$  Па. Площадь основания цилиндра  $S=100$  см<sup>2</sup>. Температура воздуха постоянна. Найти плотность сыпучего вещества.
2. Цилиндр закрыт сверху подвижным поршнем массой  $m$  и площадью  $S$ . Под поршнем находится идеальный газ при температуре  $T_1$ . При этом высота столба газа под поршнем равна  $L_1$ . Цилиндр переворачивают вверх дном, а газ нагревают до температуры  $T_2$ . В новом положении высота столба идеального газа над поршнем равна  $L_2$ . Чему равно атмосферное давление? Силу трения между цилиндром и поршнем не учитывать.
3. Моль идеального газа нагревается в цилиндре под невесомым теплонепроницаемым поршнем, удерживаемым сверху пружиной. Наружное давление воздуха  $P_0=1$  атм. Начальный объем газа  $V_0=P_0S^2/k=1$  л, где  $S=20$  см<sup>2</sup> – площадь поршня,  $k$  – коэффициент жесткости пружины. В начальный момент пружина не деформирована. Насколько надо изменить температуру газа, чтобы поднять поршень на  $h=25$  см?
4. В запаянной с левого конца U-образной трубке высота столбика воздуха в левом колене  $L_0=300$  мм, а избыточная высота столба ртути в другом колене  $h_0=110$  мм. В правое колено долили столько ртути, что ее уровень в левом колене поднялся на  $L=10$  мм. Насколько поднялся уровень ртути в правом колене? Атмосферное давление  $P_0=760$  мм.рт.ст. Температура постоянна.
5. Идеальный газ участвует в процессе 1-2-3-4-1. На PV-диаграмме участки 1-2 и 3-4 – отрезки прямых, продолжения которых проходят через начало координат (прямая 12 идет более круто). Участки 1-4 и 2-3 – изотермы (участок 2-3 лежит выше). Нарисуйте график этого процесса на TV-диаграмме и найдите объем  $V_3$ , если известны объемы  $V_1$  и  $V_2=V_4$ .
6. Сколько балласта должен сбросить аэростат постоянного объема  $V=300$  м<sup>3</sup>, чтобы подняться с высоты, где давление  $P_1=730$  мм.рт.ст. и температура  $t_1=-15$  °С на высоту с  $P_2=710$  мм.рт.ст. и  $t_2=-20$  °С?
7. В открытой с обоих концов горизонтальной трубке с площадью поперечного сечения  $S=10$  см<sup>2</sup> на расстоянии  $L=10$  см от одного из ее концов находится поршень. С этого конца вставляют и начинают вдвигать в трубку другой поршень. При каком расстоянии между поршнями первый поршень сдвинется с места? Сила трения скольжения, действующая на поршень со стороны стенок трубки  $F=100$  Н, атмосферное давление  $P_0=10^5$  Па. Изменением температуры и толщиной поршней можно пренебречь.

Д32.1(1)

1. В цилиндрический сосуд с поршнем поместили сыпучее вещество массой  $m=0,8$  кг. Измеренное давление воздуха при расстоянии  $h_1=20$  см от поршня до дна сосуда составило  $P_1=10^5$  Па, а при расстоянии  $h_2=15$  см –  $P_2=1,5 \cdot 10^5$  Па. Площадь основания цилиндра  $S=100$  см<sup>2</sup>. Температура воздуха постоянна. Найти плотность сыпучего вещества.
2. Цилиндр закрыт сверху подвижным поршнем массой  $m$  и площадью  $S$ . Под поршнем находится идеальный газ при температуре  $T_1$ . При этом высота столба газа под поршнем равна  $L_1$ . Цилиндр переворачивают вверх дном, а газ нагревают до температуры  $T_2$ . В новом положении высота столба идеального газа над поршнем равна  $L_2$ . Чему равно атмосферное давление? Силу трения между цилиндром и поршнем не учитывать.
3. Моль идеального газа нагревается в цилиндре под невесомым теплонепроницаемым поршнем, удерживаемым сверху пружиной. Наружное давление воздуха  $P_0=1$  атм. Начальный объем газа  $V_0=P_0S^2/k=1$  л, где  $S=20$  см<sup>2</sup> – площадь поршня,  $k$  – коэффициент жесткости пружины. В начальный момент пружина не деформирована. Насколько надо изменить температуру газа, чтобы поднять поршень на  $h=25$  см?
4. В запаянной с левого конца U-образной трубке высота столбика воздуха в левом колене  $L_0=300$  мм, а избыточная высота столба ртути в другом колене  $h_0=110$  мм. В правое колено долили столько ртути, что ее уровень в левом колене поднялся на  $L=10$  мм. Насколько поднялся уровень ртути в правом колене? Атмосферное давление  $P_0=760$  мм.рт.ст. Температура постоянна.
5. Идеальный газ участвует в процессе 1-2-3-4-1. На PV-диаграмме участки 1-2 и 3-4 – отрезки прямых, продолжения которых проходят через начало координат (прямая 12 идет более круто). Участки 1-4 и 2-3 – изотермы (участок 2-3 лежит выше). Нарисуйте график этого процесса на TV-диаграмме и найдите объем  $V_3$ , если известны объемы  $V_1$  и  $V_2=V_4$ .
6. Сколько балласта должен сбросить аэростат постоянного объема  $V=300$  м<sup>3</sup>, чтобы подняться с высоты, где давление  $P_1=730$  мм.рт.ст. и температура  $t_1=-15$  °С на высоту с  $P_2=710$  мм.рт.ст. и  $t_2=-20$  °С?
7. В открытой с обоих концов горизонтальной трубке с площадью поперечного сечения  $S=10$  см<sup>2</sup> на расстоянии  $L=10$  см от одного из ее концов находится поршень. С этого конца вставляют и начинают вдвигать в трубку другой поршень. При каком расстоянии между поршнями первый поршень сдвинется с места? Сила трения скольжения, действующая на поршень со стороны стенок трубки  $F=100$  Н, атмосферное давление  $P_0=10^5$  Па. Изменением температуры и толщиной поршней можно пренебречь.

Д32.1(2)

1. Два одинаковых сосуда соединены трубкой, объемом которой можно пренебречь. Система наполнена газом и находится при абсолютной температуре  $T$ . Во сколько раз изменится давление в такой системе, если один из сосудов нагреть до абсолютной температуры  $T_1$ , а другой поддерживать при прежней температуре?
2. При комнатной температуре четырехокись азота частично диссоциирует на двуокись азота:  $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$ . В откачанный сосуд объема  $V=250 \text{ см}^3$  вводится  $m=0,92 \text{ г}$  жидкой четырехокиси азота. Когда температура в сосуде увеличивается до  $t=27 \text{ }^\circ\text{C}$ , жидкость полностью испаряется, а давление становится равным  $P=129 \text{ кПа}$ . Какая масса четырехокиси азота при этом диссоциирует?
3. Сосуд разделен на три равные части полупроницаемыми неподвижными перегородками. В среднюю часть ввели одинаковое (по массе) количество кислорода, азота и водорода. Первоначальное давление в этой части сосуда  $P=760 \text{ мм.рт.ст.}$ , а в остальных частях – вакуум. Одна из перегородок проницаема только для водорода, другая только для кислорода. Найти давление во всех частях сосуда после окончания процесса диффузии. Температура во время процесса поддерживается постоянной.
4. Цилиндрический сосуд длиной  $L=1,5 \text{ м}$ , разделенный легким теплонепроницаемым поршнем, заполнен идеальным газом. В начальном состоянии объем левой части сосуда вдвое больше правой, а температура в обеих частях одинакова. Насколько переместится поршень, если температуру в правой части увеличить вдвое? Температура в левой части поддерживается постоянной.
5. В вертикальном цилиндре под поршнем при температуре  $t_1=27 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $P=200 \text{ кПа}$  находится воздух. Цилиндр нагревают так, что температура воздуха в нем изменяется на  $\Delta t=23 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить массу  $m$  груза, который нужно положить на поршень, чтобы объем воздуха в цилиндре остался неизменным. Площадь поршня  $S=30 \text{ см}^2$ . Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует.
6. Баллон объемом  $V=1 \text{ л}$  был наполнен газом до давления  $P=100 \text{ кПа}$  и взвешен. Его вес оказался равным  $Q=0,9898 \text{ Н}$ . Затем часть газа была удалена, и давление в баллоне упало до  $P_1=50 \text{ кПа}$ . Новый вес баллона оказался  $Q_1=0,98 \text{ Н}$ . Какова плотность испытуемого газа при нормальном атмосферном давлении  $P_0=100 \text{ кПа}$ . Температура постоянна.
7. Для приготовления газовой смеси с общим давлением  $P=5 \text{ МПа}$  к сосуду объема  $V=10 \text{ дм}^3$  присоединили баллон  $V_1=1 \text{ дм}^3$ , в котором находился гелий под давлением  $P_1=40 \text{ МПа}$  и баллон с неоном под давлением  $P_2=10 \text{ МПа}$ . Найти объем баллона с неоном  $V_2$ . Температура газов одинакова и постоянна.

Д32.1(2)

1. Два одинаковых сосуда соединены трубкой, объемом которой можно пренебречь. Система наполнена газом и находится при абсолютной температуре  $T$ . Во сколько раз изменится давление в такой системе, если один из сосудов нагреть до абсолютной температуры  $T_1$ , а другой поддерживать при прежней температуре?
2. При комнатной температуре четырехокись азота частично диссоциирует на двуокись азота:  $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$ . В откачанный сосуд объема  $V=250 \text{ см}^3$  вводится  $m=0,92 \text{ г}$  жидкой четырехокиси азота. Когда температура в сосуде увеличивается до  $t=27 \text{ }^\circ\text{C}$ , жидкость полностью испаряется, а давление становится равным  $P=129 \text{ кПа}$ . Какая масса четырехокиси азота при этом диссоциирует?
3. Сосуд разделен на три равные части полупроницаемыми неподвижными перегородками. В среднюю часть ввели одинаковое (по массе) количество кислорода, азота и водорода. Первоначальное давление в этой части сосуда  $P=760 \text{ мм.рт.ст.}$ , а в остальных частях – вакуум. Одна из перегородок проницаема только для водорода, другая только для кислорода. Найти давление во всех частях сосуда после окончания процесса диффузии. Температура во время процесса поддерживается постоянной.
4. Цилиндрический сосуд длиной  $L=1,5 \text{ м}$ , разделенный легким теплонепроницаемым поршнем, заполнен идеальным газом. В начальном состоянии объем левой части сосуда вдвое больше правой, а температура в обеих частях одинакова. Насколько переместится поршень, если температуру в правой части увеличить вдвое? Температура в левой части поддерживается постоянной.
5. В вертикальном цилиндре под поршнем при температуре  $t_1=27 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $P=200 \text{ кПа}$  находится воздух. Цилиндр нагревают так, что температура воздуха в нем изменяется на  $\Delta t=23 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить массу  $m$  груза, который нужно положить на поршень, чтобы объем воздуха в цилиндре остался неизменным. Площадь поршня  $S=30 \text{ см}^2$ . Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует.
6. Баллон объемом  $V=1 \text{ л}$  был наполнен газом до давления  $P=100 \text{ кПа}$  и взвешен. Его вес оказался равным  $Q=0,9898 \text{ Н}$ . Затем часть газа была удалена, и давление в баллоне упало до  $P_1=50 \text{ кПа}$ . Новый вес баллона оказался  $Q_1=0,98 \text{ Н}$ . Какова плотность испытуемого газа при нормальном атмосферном давлении  $P_0=100 \text{ кПа}$ . Температура постоянна.
7. Для приготовления газовой смеси с общим давлением  $P=5 \text{ МПа}$  к сосуду объема  $V=10 \text{ дм}^3$  присоединили баллон  $V_1=1 \text{ дм}^3$ , в котором находился гелий под давлением  $P_1=40 \text{ МПа}$  и баллон с неоном под давлением  $P_2=10 \text{ МПа}$ . Найти объем баллона с неоном  $V_2$ . Температура газов одинакова и постоянна.

Д32.1(3)

1. Для удержания на поверхности Земли метеорологического шара-зонда массы  $M=20$  кг необходимо приложить силу  $F=1000$  Н. Будучи отпущенным, шар поднимается до такой максимальной высоты, где его объем увеличивается в два раза. Температура воздуха на этой высоте оказалась равной  $t=-43$  °С. Найти давление воздуха на указанной высоте, если у поверхности Земли давление  $P_0=754$  Торр, а температура  $t_0=17$  °С.
2. Закрытый сосуд разделен на две равные части твердой неподвижной полупроницаемой перегородкой. В первую половину сосуда введена смесь азота и водорода при давлении  $P=150$  кПа, во второй половине – вакуум. Через перегородку может диффундировать только водород. После окончания процесса диффузии давление в первой половине оказалось равным  $P_1=100$  кПа. Определите отношение масс азота и водорода в сосуде. Считать, что температура во время процесса постоянна.
3. На гладком горизонтальном столе лежит сосуд, разделенный вертикальной перегородкой на две равные части. В одной – находится кислород, а в другой – азот. Давление азота вдвое больше давления кислорода. Насколько сдвинется сосуд, если перегородка станет проницаемой? Длина сосуда  $L=20$  см. Массой сосуда пренебречь, температура постоянна.
4. Внутри трубы, наполненной воздухом и закрытой с обоих торцов, может скользить без трения поршень массой  $m=4$  кг, герметично прилегающий к внутренним стенкам трубы. В горизонтально лежащей трубе поршень занимает среднее положение, а давление воздуха в трубе  $p=1,25$  кПа. Площадь поршня  $S=200$  см<sup>3</sup>. Определить отношение объемов воздуха  $V_2/V_1$  по обе стороны от поршня в трубе, соскальзывающей по наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha=60^\circ$  с горизонтом. Коэффициент трения между трубой и наклонной плоскостью  $k=0,25$ , температура воздуха в трубе постоянна, поршень неподвижен относительно трубы.
5. При каждом ходе поршневой компрессор захватывает  $V_0=10$  дм<sup>3</sup> воздуха из атмосферы при нормальных условиях и нагнетает его в резервуар объемом  $V=10$  м<sup>3</sup>. Температура воздуха  $T$  в резервуаре поддерживается постоянной и равна 323 К. Сколько ходов должен сделать поршень компрессора, чтобы повысить давление в резервуаре до  $p=10p_0$ , где  $p_0$  – нормальное атмосферное давление?
6. На сколько градусов надо нагреть воздух внутри воздушного шара, чтобы он взлетел? Объем оболочки шара  $V = 525$  м<sup>3</sup>, масса  $m = 10$  кг. Атмосферное давление  $p = 765$  мм.рт.ст., температура окружающего воздуха  $t = 27$  °С. Молярную массу воздуха принять равной  $\mu = 29$  г/моль. Оболочка воздушного шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.
7. Над идеальным газом совершают цикл 1-2-3-1, который на РТ-диаграмме представляет собой треугольник с вершинами (Т,Р), (3Т,Р), (3Т,2Р). Чему равно отношение максимального и минимального объемов, достигаемых газом.

Д32.1(3)

1. Для удержания на поверхности Земли метеорологического шара-зонда массы  $M=20$  кг необходимо приложить силу  $F=1000$  Н. Будучи отпущенным, шар поднимается до такой максимальной высоты, где его объем увеличивается в два раза. Температура воздуха на этой высоте оказалась равной  $t=-43$  °С. Найти давление воздуха на указанной высоте, если у поверхности Земли давление  $P_0=754$  Торр, а температура  $t_0=17$  °С.
2. Закрытый сосуд разделен на две равные части твердой неподвижной полупроницаемой перегородкой. В первую половину сосуда введена смесь азота и водорода при давлении  $P=150$  кПа, во второй половине – вакуум. Через перегородку может диффундировать только водород. После окончания процесса диффузии давление в первой половине оказалось равным  $P_1=100$  кПа. Определите отношение масс азота и водорода в сосуде. Считать, что температура во время процесса постоянна.
3. На гладком горизонтальном столе лежит сосуд, разделенный вертикальной перегородкой на две равные части. В одной – находится кислород, а в другой – азот. Давление азота вдвое больше давления кислорода. Насколько сдвинется сосуд, если перегородка станет проницаемой? Длина сосуда  $L=20$  см. Массой сосуда пренебречь, температура постоянна.
4. Внутри трубы, наполненной воздухом и закрытой с обоих торцов, может скользить без трения поршень массой  $m=4$  кг, герметично прилегающий к внутренним стенкам трубы. В горизонтально лежащей трубе поршень занимает среднее положение, а давление воздуха в трубе  $p=1,25$  кПа. Площадь поршня  $S=200$  см<sup>3</sup>. Определить отношение объемов воздуха  $V_2/V_1$  по обе стороны от поршня в трубе, соскальзывающей по наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha=60^\circ$  с горизонтом. Коэффициент трения между трубой и наклонной плоскостью  $k=0,25$ , температура воздуха в трубе постоянна, поршень неподвижен относительно трубы.
5. При каждом ходе поршневой компрессор захватывает  $V_0=10$  дм<sup>3</sup> воздуха из атмосферы при нормальных условиях и нагнетает его в резервуар объемом  $V=10$  м<sup>3</sup>. Температура воздуха  $T$  в резервуаре поддерживается постоянной и равна 323 К. Сколько ходов должен сделать поршень компрессора, чтобы повысить давление в резервуаре до  $p=10p_0$ , где  $p_0$  – нормальное атмосферное давление?
6. На сколько градусов надо нагреть воздух внутри воздушного шара, чтобы он взлетел? Объем оболочки шара  $V = 525$  м<sup>3</sup>, масса  $m = 10$  кг. Атмосферное давление  $p = 765$  мм.рт.ст., температура окружающего воздуха  $t = 27$  °С. Молярную массу воздуха принять равной  $\mu = 29$  г/моль. Оболочка воздушного шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.
7. Над идеальным газом совершают цикл 1-2-3-1, который на РТ-диаграмме представляет собой треугольник с вершинами (Т,Р), (3Т,Р), (3Т,2Р). Чему равно отношение максимального и минимального объемов, достигаемых газом.