

1. Какое давление создаёт азот массы 1 кг в объёме 1 м<sup>3</sup> при температуре 27 °С?
2. Какой объём занимали бы вы сейчас, если бы вы были азотом?
3. Объём некоторой массы идеального газа при нагревании на 1 К при постоянном давлении увеличился на 1/335 своего первоначального значения. При какой температуре находился газ вначале?
4. При нагревании газа при постоянном объёме на 1 К давление увеличилось на 0,2%. При какой начальной температуре находился газ?
5. Температура комнаты была  $t_1 = 10$  °С. После того как печь натопили, температура в комнате поднялась до  $t_2 = 20$  °С. Объём комнаты  $V = 50$  м<sup>3</sup>, давление в ней  $P = 97$  кПа. На сколько изменилась масса воздуха, находящегося в комнате? Молярная масса воздуха  $\mu = 29$  г/моль.
6. В земной атмосфере на высоте 120 км температура +59 °С. Вблизи этой высоты при подъёме на 1 км давление падает на 7%, а плотность — на 12%. Определить температуру на высоте 121 км.
7. Плотность земной атмосферы на высоте 150 км равна  $1,77 \cdot 10^{-9}$  кг/м<sup>3</sup>. Вблизи этой высоты при подъёме на 1 км давление падает на 4%, а абсолютная температура растёт на 2%. Определить плотность на высоте 151 км.
8. Два моля гелия при постоянном давлении 10 атм охлаждаются на 1 К, так что относительное уменьшение объёма газа  $\Delta V/V_0$  составляет 0,25%. 1) На сколько литров уменьшился объём газа? 2) Найти начальную температуру газа.
9. Моль гелия при постоянном объёме 200 л охладился на 1 К так, что относительное уменьшение его давления  $\Delta P/P_0$  составило 0,2%. 1) На сколько атмосфер уменьшилось давление газа? 2) Какова была начальная температура газа?
10. Моль гелия нагревается при постоянном давлении 10 атм, так что относительное увеличение объёма  $\Delta V/V_0$  составило 0,5%. На сколько градусов увеличилась температура газа, если начальная температура составляла 400 К? На сколько литров увеличился объём газа?
11. Моль гелия нагревается при постоянном объёме 400 л так, что относительное увеличение его давления  $\Delta P/P_0$  составило 0,4%. 1) На сколько градусов увеличилась температура газа, если его начальная температура 500 К? 2) На сколько атмосфер увеличилось давление газа?
12. Некоторая масса газа занимает объём  $V_1$  при давлении  $P_1$  и температуре  $T_1$ . Затем газ при постоянном объёме нагревают до температуры  $T_2 = 2T_1$  после этого происходит расширение газа при постоянном давлении до объёма  $V_2 = 4V_1$ . Из получившегося состояния газ возвращают в начальное  $(P_1, V_1, T_1)$ , причём так, что во время этого процесса  $PV^n = \text{const}$ . Определить показатель степени  $n$ .
13. Некоторая масса водорода занимает объём  $V = 10$  дм<sup>3</sup> при давлении  $P = 10^7$  Па и температуре  $t = 20$  °С. Какая масса водорода израсходована, если при сжигании оставшегося водорода образовалось 0,5 дм<sup>3</sup> воды?
14. 300 г пропана (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) были закачаны при температуре 17 °С и давлении 16 атмосфер в переносной газовый баллон объёмом 1 литр. Сколько пропана в газообразном состоянии содержится в этом баллоне, если при указанных выше давлении и температуре, пропан превращается в жидкость с плотностью 440 кг/м<sup>3</sup>?
15. В переносном газовом баллоне объёмом  $V_0 = 5$  л может поместиться не более  $m_0 = 2,2$  кг жидкого пропана (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) под давлением 16 атмосфер и при температуре 17 °С. Сколько пропана в газообразном состоянии останется в баллоне, если из «полного» баллона израсходовать 80% пропана?
16. При погружении спутника в тень Земли абсолютная температура внутри его, вначале равная 300 К, упала на 1%, из-за чего давление понизилось на 8 мм рт. ст. Определить массу воздуха в спутнике, если его объём 10 м<sup>3</sup>.
17. По газопроводной трубе идёт углекислый газ при давлении  $P = 4 \cdot 10^5$  Па и температуре  $t = 7$  °С. Какова средняя скорость движения газа в трубе, если за время  $\tau = 10$  мин протекает масса  $m = 2$  кг углекислого газа? Площадь сечения трубы  $S = 5$  см<sup>2</sup>.
18. По магистральному газопроводу с диаметром труб 1020 мм подаётся смесь горючих газов под давлением 10 атмосфер. Скорость движения газов в трубе 10 м/с, температура 17 °С, средняя молярная масса смеси 44 г/моль. Какая масса газа перекачивается по газопроводу за 1 год?
19. В камере сгорания реактивного двигателя объёмом  $V = 0,1$  м<sup>3</sup> при температуре  $T = 2000$  К давление равно  $P = 2 \cdot 10^6$  Па. Расход топлива  $M = 30$  кг/с, средняя молекулярная масса продуктов сгорания  $\mu = 21$ . Определить время пребывания порции топлива в камере сгорания. Газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/моль·град.

20. При расширении идеального газа его давление меняется линейно с изменением объёма по закону  $P = \alpha V$ , где  $\alpha$  — некоторая постоянная. Во сколько раз изменяется объём газа при увеличении температуры от 200 до 400 К.
- 21° В тепловом процессе объём идеального газа изменяется линейно с давлением по закону  $V = \beta P$ , где  $\beta$  — некоторая постоянная. Во сколько раз изменяется давление газа при уменьшении температуры от 450 К до 200 К.
22. Атмосфера Венеры состоит в основном из углекислого газа  $\text{CO}_2$ , масса которого по некоторым оценкам составляет  $M = 6 \cdot 10^{16}$  т. Чему равна плотность углекислого газа вблизи поверхности Венеры, если его температура  $T = 800$  К? Радиус Венеры  $R = 6300$  км, а ускорение свободного падения  $g = 8,2$  м/с<sup>2</sup>. Толщина атмосферы Венеры много меньше радиуса планеты.
- 23° По некоторым оценкам масса озона ( $\text{O}_3$ ) в атмосфере Венеры составляет  $10^{-5}\%$  от массы всей атмосферы. Какой толщины слой образовал бы озон, если бы он собрался вблизи поверхности планеты и имел бы при этом температуру и давление, равные температуре и давлению атмосферы у поверхности Венеры? Ускорение свободного падения у поверхности Венеры  $g = 8,2$  м/с<sup>2</sup> температура атмосферы 800 К.
- 24° Найти массу кислорода, содержащегося в атмосфере Земли. Известно, что температура воздуха вблизи поверхности Земли  $T = 290$  К, радиус Земли  $R = 6370$  км, а ускорение свободного падения  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>. Масса кислорода, содержащегося в одном литре воздуха, взятого у поверхности Земли,  $\rho = 0,26$  г/л. Процентное содержание кислорода (по массе) в атмосфере Земли считать постоянным. Толщина атмосферы много меньше радиуса планеты.
- 25° Если бы озон ( $\text{O}_3$ ), содержащийся в атмосфере Земли, собрался бы у её поверхности тонким слоем и имел бы температуру и давление равные температуре и давлению атмосферы у поверхности Земли, то толщина этого слоя составила бы  $h = 3$  мм. Найти массу озона, содержащегося в атмосфере Земли. Радиус Земли 6370 км, температура атмосферы у поверхности 290 К и давление 1 атм.
26. В простейшей модели атмосферы Марса предполагалось, что планету окружает равноплотная атмосфера, высота которой  $H = 25$  км. Температура атмосферы на поверхности планеты  $T = 300$  К. Какова молярная масса атмосферного газа Марса? Радиус Марса  $r = 3400$  км, его масса  $M = 6,4 \cdot 10^{23}$  кг. Гравитационная постоянная  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Н·м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>.
27. В сферический газгольдер из стали закачан азот при температуре  $17^\circ\text{C}$  и давлении  $P = 100$  атм. Найти массу оболочки газгольдера, если известно, что она вдвое больше массы закачанного азота. Плотность стали  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>, толщина стенки газгольдера  $\Delta = 1$  см много меньше его радиуса.
28. Для заполнения лазерных трубок используется смесь ксенона и гелия в молярном отношении 1:9 при общем давлении  $P_0 = 10$  мм рт. ст. Имеется баллон ксенона объёма  $V_1 = 1$  л с давлением  $P_1 = 200$  мм рт. ст. Сколько баллонов гелия потребуется для полного использования ксенона, если гелий имеется в баллонах объёма  $V_2 = 2$  л с давлением  $P_2 = 50$  мм рт. ст.?
- 29° Лазерные трубки объёма  $V_0 = 60$  см<sup>3</sup> должны заполняться смесью гелия и неона в молярном отношении 5:1 при общем давлении  $P_0 = 6$  мм рт. ст. Имеется по баллону этих газов каждый объёма  $V = 2$  л. Давление в баллоне гелия  $P_1 = 50$  мм рт. ст., неона —  $P_2 = 200$  мм рт. ст. Какое число трубок можно заполнить?
30. Из баллона объёма  $V_1 = 200$  л, содержащего гелий при температуре  $T_1 = 273$  К под давлением  $P_1 = 2 \cdot 10^6$  Па, израсходовали часть газа, занявшего при нормальных условиях объём  $V_2 = 1000$  л. При повторном измерении давления в баллоне получено значение  $P_2 = 1,4 \cdot 10^6$  Па. При какой температуре проведено это измерение?
- 31° Баллон объёма  $V_1 = 200$  л содержал азот под давлением  $P_1 = 2 \cdot 10^6$  Па при температуре  $T_1 = 273$  К. Когда часть газа израсходовали, новое измерение давления, проведённое при температуре  $T_2 = 253$  К, дало результат  $P_2 = 1,5 \cdot 10^6$  Па. Какой объём займёт израсходованный газ при нормальных условиях? Процесс считать изотермическим.
32. Два баллона с объёмами  $V_1 = 10$  дм<sup>3</sup> и  $V_2 = 20$  дм<sup>3</sup> соединены тонкой трубкой и содержат  $n = 6$  моль водорода. Первый баллон находится при температуре  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ . Какую температуру имеет второй баллон, если известно, что в нём содержится  $m = 9$  г водорода?
- 33° Два соединённых тонкой трубкой баллона с объёмами  $V_1 = 6$  дм<sup>3</sup> и  $V_2 = 12$  дм<sup>3</sup> содержат некоторое количество азота. Первый баллон имеет неизменную температуру  $t_1 = 0^\circ\text{C}$ . До какой температуры надо нагреть второй баллон для того, чтобы в нём осталась только  $1/3$  общего количества азота?

34. К сосуду объёма  $V_1 = 1 \text{ дм}^3$ , содержащему азот при температуре  $t_1 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$  присоединили сосуд, в котором находился азот при температуре  $t_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Давления азота в сосудах были одинаковы и такое же давление установилось после перемешивания газов, когда температура в обоих сосудах стала равной  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Найти объём второго сосуда  $V_2$ .
35. Для приготовления газовой смеси с общим давлением  $P = 5 \text{ гПа}$  к сосуду объёма  $V = 10 \text{ дм}^3$  присоединили баллон объёма  $V_1 = 1 \text{ дм}^3$ , в котором находился гелий под давлением  $P_1 = 40 \text{ гПа}$ , и баллон с неоном под давлением  $P_2 = 10 \text{ гПа}$ . Найти объём баллона с неоном  $V_2$ . Температура газов одинакова и постоянна.
36. Три одинаковых сосуда, соединённые тонкими не проводящими тепло трубками, заполнены при температуре  $T_1 = 4 \text{ К}$  некоторым количеством газообразного гелия. Затем один из сосудов нагрели до температуры  $T_2 = 20 \text{ К}$ , а второй до температуры  $T_3 = 80 \text{ К}$ . Температура третьего сосуда осталась неизменной. Во сколько раз изменилось давление в системе?
37. Определить плотность смеси, содержащей 4 г водорода и 32 г кислорода при температуре  $7 \text{ }^\circ\text{C}$  и общем давлении  $10^5 \text{ Па}$ .
38. Плотность газа, состоящего из смеси гелия и аргона, при давлении 152 кПа и температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  равна  $2 \text{ кг/м}^3$ . Сколько атомов гелия содержится в  $1 \text{ см}^3$  газовой смеси?
39. В сосуде находится смесь газов — гелия и кислорода. При температуре  $t = -2 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $P = 0,9 \text{ атм}$  плотность этой смеси  $\rho = 0,44 \text{ кг/м}^3$ . Каким станет давление в сосуде, если из него удалить половину молекул кислорода?
40. Найти формулу некоторого соединения углерода с водородом, если известно, что 0,65 г этого вещества в газообразном состоянии создаёт в объёме  $1 \text{ дм}^3$  при температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  давление  $10^5 \text{ Па}$ .
41. Найти формулу некоторого соединения углерода с кислородом, если известно, что 1 г этого вещества в газообразном состоянии создаёт в объёме  $1 \text{ дм}^3$  при температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  давление  $5,6 \cdot 10^4 \text{ Па}$ .
42. Масса  $m = 716 \text{ мг}$  органического соединения, имеющего формулу  $(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})_n$ , при давлении  $P = 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $t = 200 \text{ }^\circ\text{C}$  занимает в газообразном состоянии объём  $V = 243 \text{ см}^3$ . Найти  $n$ .
43. Шаровая молния представляет собой слабо светящийся газовый шар, свободно плавающий в воздухе. Согласно одной из моделей, молния состоит из идеального газа, представляющего собой комплексное соединение, каждая молекула которого состоит из иона азота ( $\mu = 14$ ), связанного с несколькими молекулами воды ( $\mu = 18$ ). Температура молнии  $t = 600 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура окружающего воздуха  $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Сколько молекул воды связывает каждый ион азота?
44. В горизонтально расположенном теплопроводящем цилиндре под подвижным поршнем заперт воздух при атмосферном давлении и комнатной температуре. В объём под поршнем впрыснули  $m = 5 \text{ г}$  легко испаряющейся жидкости. После того, как жидкость испарилась, оказалось, что объём, занятый воздухом и парами жидкости, увеличился на  $\Delta V = 0,6 \text{ л}$ . Найти по этим данным молярную массу жидкости. Наружное давление равно атмосферному,  $t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Объёмом, занимаемым жидкостью в начале опыта, можно пренебречь.
45. Стекланный баллон при постоянной температуре был взвешен трижды: а) откачанный, б) заполненный воздухом при атмосферном давлении  $P_{\text{в}} = 10^5 \text{ Па}$ , в) заполненный неизвестным газом при давлении  $P_{\text{г}} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Оказалось, что  $m_1 = 200 \text{ г}$ ,  $m_2 = 204 \text{ г}$ ,  $m_3 = 210 \text{ г}$ . Определить молярную массу неизвестного газа  $\mu_{\text{г}}$ . Молярная масса воздуха  $\mu_{\text{в}} = 29 \text{ г/моль}$ .
46. Транспортный баллон с гелием имеет массу 61,6 кг при температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении гелия внутри 200 атм. Часть гелия была использована, чтобы надуть резиновые шарики объёмом 4 литра каждый. Масса оставшегося гелия с баллоном при температуре  $-3 \text{ }^\circ\text{C}$  оказалась равной 60,6 кг, а давление в баллоне 70 атм. Найдите объём транспортного баллона и количество надутых шариков, если давление в них равно 1 атм.
47. Некоторая масса водорода занимает объём  $V_1 = 1 \text{ м}^3$  при давлении  $P_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $T_1 = 250 \text{ К}$ . Какое давление  $P_2$  будет иметь та же масса водорода при температуре  $T_2 = 5000 \text{ К}$  в объёме  $V_2 = 10 \text{ м}^3$ , если при столь высокой температуре молекулы водорода полностью диссоциируют на атомы?
48. В сосуде находится 4 г молекулярного водорода при температуре  $T_1 = 300 \text{ К}$  и давлении  $P_1 = 10^5 \text{ Па}$ . При повышении температуры до  $T_2 = 3000 \text{ К}$  происходит частичная диссоциация молекул водорода и давление возрастает в 15 раз. Какая часть молекул водорода диссоциировала на атомы?
49. В сосуде объёма  $V = 1 \text{ дм}^3$  находится  $m = 0,28 \text{ г}$  азота. Азот нагрет до температуры  $t = 1500 \text{ }^\circ\text{C}$ . При этой температуре  $\alpha = 30\%$  молекул азота диссоциировало на атомы. Определить давление в сосуде.

- 50° В сосуде объёмом 67 л находится кислород при нормальных условиях. При повышении температуры до 2700 °С одна треть молекул кислорода диссоциирует на атомы. Какое давление будет при этом в сосуде?
51. В сосуде находится смесь азота и водорода. При температуре  $T$ , когда азот полностью диссоциировал на атомы, а диссоциацией водорода ещё можно пренебречь, давление в сосуде равно  $P$ . При температуре  $2T$ , когда оба газа полностью диссоциировали, давление в сосуде равно  $3P$ . Каково отношение чисел атомов азота и водорода в смеси?
52. В сосуде постоянного объёма находятся 1 моль неона и 2 моля водорода. При температуре  $T_1 = 300$  К, когда весь водород молекулярный, давление в сосуде  $10^5$  Па. При температуре  $T_2 = 3000$  К давление возросло до  $1,5 \cdot 10^6$  Па. Какая часть молекул водорода диссоциировала на атомы?
53. В объёме  $V_0$  при температуре  $T$  и давлении  $P$  находился воздух, содержащий некоторое количество озона  $O_3$ . После долгого выдерживания в тени озон полностью превратился в молекулярный кислород. При том же давлении температура воздуха стала  $T$ , объём —  $V$ . Найдите начальное число молей озона.
54. В сосуде объёма  $V = 1$  дм<sup>3</sup> находится  $m = 0,2$  г углекислого газа. При температуре  $T = 2600$  К некоторая часть молекул  $CO_2$  диссоциировала на молекулы окиси углерода и кислорода:  $CO_2 \rightarrow CO + O_2$ . При этом давление в сосуде оказалось равным  $P = 108$  кПа. Найти степень диссоциации  $CO_2$  при этих условиях.
- 55° Серный ангидрид  $SO_3$  в количестве  $n_1 = 1$  моль поместили в замкнутый сосуд и нагрели до температуры  $T_1 = 1000$  К, при которой он частично диссоциирует на сернистый ангидрид ( $SO_2$ ) и кислород ( $O_2$ ). Степень диссоциации в этих условиях оказалась равной  $\alpha_1 = 0,2$  (т. е. 20% первоначально имевшихся молекул  $SO_3$  распались на  $SO_2$  и  $O_2$ ). Когда в тот же сосуд поместили  $n_2 = 0,4$  моля  $SO_3$ , то для получения такого же, как в первом опыте, давления, газ пришлось нагреть до температуры  $T_2 = 2000$  К. Определить степень диссоциации  $SO_3$  во втором опыте —  $\alpha_2$ .
- 56° В замкнутый сосуд поместили  $n_1 = 1$  моль четырёхоксида азота  $N_2O_4$ . При этом произошла частичная её диссоциация на двуокись согласно реакции  $N_2O_4 = 2NO_2$ . Степень диссоциации оказалась равной  $\alpha_1 = 0,2$  (т. е. 20% первоначально имевшихся молекул четырёхоксида распались на двуокись). В сосуде установилось давление  $P_1 = 2,4 \cdot 10^4$  Па. Когда в тот же сосуд поместили  $n_2 = 0,5$  моля четырёхоксида, после установления равновесия при той же температуре, что и в первом опыте, давление оказалось равным  $P_2 = 1,25 \cdot 10^4$  Па. Определить степень диссоциации  $N_2O_4$  во втором опыте —  $\alpha_2$ .
57. Внутри закрытого с обоих концов горизонтально расположенного цилиндра имеется поршень, который скользит в цилиндре без трения. С одной стороны поршня находится  $m_1 = 3$  г водорода, а с другой  $m_2 = 14$  г азота. Какую часть объёма цилиндра занимает водород?
58. Вертикально расположенный цилиндр, закрытый с обеих сторон, разделён тяжёлым теплонепроницаемым поршнем на две части; обе части сосуда содержат одинаковое количество воздуха. При одинаковой температуре воздуха в обеих частях  $T_1 = 400$  К давление в нижней части сосуда вдвое больше давления в верхней части. До какой температуры  $T_2$  надо нагреть воздух в нижней части сосуда, чтобы объёмы верхней и нижней частей стали одинаковыми?
59. В вертикально расположенном цилиндре сечения  $S$  под поршнем массы  $m$  находится воздух. На поршне лежит груз. Когда груз с поршня убрали, объём, занимаемый воздухом под поршнем, вдвое возрос, а температура этого воздуха вдвое уменьшилась. Определить массу груза  $M$ . Атмосферное давление равно  $P_0$ .
60. Цилиндрический сосуд сечения  $S = 10$  см<sup>2</sup> закрыт массивным поршнем. При подъёме сосуда с ускорением  $2g$  объём газа под поршнем уменьшается в 1,5 раза. Найти массу поршня, считая температуру газа постоянной. Внешнее давление  $P_0 = 10^5$  Па.
- 61° Цилиндрический сосуд сечения  $S = 10$  см<sup>2</sup> закрыт поршнем массы  $m = 5$  кг. При движении сосуда вниз с ускорением  $4g$  объём газа под поршнем увеличился в 2 раза. Температура газа не изменилась. Найти внешнее давление.
62. Цилиндрический сосуд длиной  $L = 1,5$  м, разделённый лёгким теплонепроницаемым поршнем, заполнен идеальным газом. В начальном состоянии объём левой части сосуда вдвое больше правой, а температуры в обеих частях одинаковы. Насколько переместится поршень, если температуру в правой части увеличить вдвое? Температура в левой части поддерживается постоянной.

- 63° В левой части цилиндрического сосуда длиной  $L = 1$  м, разделенного теплонепроницаемым поршнем, находится водород, а в правой — гелий. Объём гелия в 3 раза больше объёма водорода. При нагревании гелия поршень сместился на  $l = 5$  см. На сколько градусов изменилась температура гелия, если начальные температуры газов были одинаковы? Температура водорода поддерживается постоянной и равной 350 К.
- 64° Горизонтально расположенный закрытый цилиндрический сосуд с гладкими стенками разделён подвижным теплонепроницаемым поршнем на две части, в которых находятся различные идеальные газы с одинаковой температурой  $T_0 = 300$  К. Объём, занимаемый одним из газов, в 3 раза больше объёма другого газа. Газ в большем объёме нагревают и он увеличивает свой объём на  $1/20$  объёма всего сосуда. На сколько увеличилась температура этого газа, если температура в другой части сосуда поддерживается постоянной и равной  $T_0$ ?
- 65° Закрытый цилиндрический сосуд объёмом 18 л с гладкими стенками расположен горизонтально и делится подвижным теплонепроницаемым поршнем на две части, в которых находятся различные идеальные газы при одинаковой температуре. Объём, занимаемый одним из газов, в 2 раза больше объёма другого газа. В результате нагрева температура газа в меньшем объёме увеличилась в 2 раза. На сколько увеличился объём этого газа, если температура газа в другой части сосуда поддерживается постоянной и равной начальной температуре?
66. Вертикально расположенный цилиндр разделён на две равные части тяжёлым теплонепроницаемым поршнем, который может скользить без трения. В верхней половине цилиндра находится водород при температуре  $T$  и давлении  $P$ , в нижней части — кислород при температуре  $2T$ . Цилиндр перевернули вверх дном. Чтобы поршень по-прежнему делил цилиндр на равные части, пришлось охладить кислород до температуры  $T/2$ . Температура водорода осталась прежней ( $T$ ). Определить давление кислорода в первом и во втором случаях.
67. Цилиндр разделён на две части теплоизолирующим поршнем, связанным с каждым днищем пружиной. Вначале азот, заполняющий левую часть цилиндра, и гелий, заполняющий правую часть цилиндра, находятся при одинаковой температуре  $T$ . При этом поршень делит цилиндр пополам, а обе пружины находятся в ненапряжённом состоянии. Когда азот нагрели до температуры  $T_1$ , он занял  $3/4$  цилиндра. При какой температуре  $T_2$  азот займёт  $7/8$  длины цилиндра? Температура гелия равна  $T$ .
68. В цилиндрическом сосуде с вертикальными гладкими стенками и открытой в атмосферу верхней частью под подвижным тяжёлым поршнем находится  $\nu$  молей идеального газа. К поршню и дну сосуда прикреплена пружина с жёсткостью  $k$ . При температуре газа  $T_1$  пружина растянута и её длина равна  $L$ . До какой температуры  $T_2$  надо нагреть газ, чтобы его объём увеличился в 2 раза?
- 69° В вертикальном цилиндрическом сосуде под лёгким подвижным поршнем, соединённым с дном сосуда упругой пружиной, находится идеальный газ при температуре  $T_1$  и под давлением в 2 раза большим внешнего атмосферного давления. Во сколько раз надо увеличить температуру газа в сосуде, чтобы его объём увеличился в 2 раза? Длиной недеформированной пружины пренебречь.
70. Сосуд, заполненный смесью водорода и гелия, отделён от равного ему по объёму пустого сосуда полупроницаемой перегородкой, свободно пропускающей молекулы гелия и непроницаемой для водорода. После установления равновесия давление в первом сосуде упало на 10%. Определить отношение масс гелия и водорода. Температура поддерживалась постоянной.
- 71° Одинаковые по массе количества водорода и гелия поместили в сосуд объёма  $V_1$ , который отделён от пустого сосуда объёма  $V_2$  полупроницаемой перегородкой, свободно пропускающей молекулы водорода и непроницаемой для гелия. После установления равновесия давление в первом сосуде упало в 2 раза. Определить  $V_2/V_1$ . Температура постоянна.
- 72° Под тяжёлый поршень, скользящий без трения внутри вертикально расположенного откачанного цилиндра, вводится смесь водорода и гелия, в результате чего поршень располагается посередине цилиндра. С течением времени поршень смещается вниз, так как материал, из которого он изготовлен, оказался проницаемым только для гелия. Окончательное положение равновесия поршня находится на  $1/3$  высоты цилиндра. Каково отношение масс гелия и водорода в смеси?
73. В сосуде длины  $L$ , разделенном на три части лёгкими поршнями, находятся водород, азот и гелий. Материал, из которого изготовлен левый поршень, оказался проницаем для водорода и гелия. Правый поршень проницаем только для водорода. Найти смещения поршней после установления равновесия в системе. Первоначальные давления и температуры газов одинаковы. Объём, занимаемый водородом, больше объёмов азота и гелия в два раза.

$H_2$	$N_2$	He
-------	-------	----

- 74° Сосуд длины  $L$  разделён лёгкими подвижными поршнями на три части, в которых находятся гелий, водород и азот. Левый поршень проницаем для водорода и гелия, а правый — только для водорода. Начальные давления газов одинаковы, начальный объём водорода вдвое больше начальных объёмов гелия и азота, а температура гелия вдвое больше начальных температур водорода и азота. Найти смещения поршней от начального положения после окончания процесса диффузии.
- |    |                |                |
|----|----------------|----------------|
| He | H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> |
|----|----------------|----------------|
75. В горизонтально расположенной трубке столбиком ртути длиной  $l = 12$  см заперт слой воздуха толщиной  $L = 35$  см. Если трубку повернуть один раз открытым концом вниз, а другой раз вверх, то столбик ртути смещается. Разность величин этих смещений от начального горизонтального положения равна 2 см. Найдите величину наружного давления (в мм ртутного столба).
76. В вертикально расположенной тонкой трубке длиной  $3L = 840$  мм с открытым в атмосферу верхним концом, столбиком ртути длиной  $L = 280$  мм заперт слой воздуха длиной  $L$ . Какой максимальной длины слой ртути можно долить сверху в трубку, чтобы она из трубки не выливалась? Внешнее давление  $P_0 = 770$  мм рт. ст.
- 77° В вертикально расположенной трубке постоянного внутреннего сечения и длиной  $3L = 1080$  мм с открытым в атмосферу верхним концом, столбиком ртути длиной  $L = 360$  мм заперт слой воздуха тоже длиной  $L$ . Какой длины столб ртути останется в трубке, если её перевернуть открытым концом вниз? Внешнее давление  $P_0 = 774$  мм рт. ст.
- 78° U-образная тонкая трубка постоянного внутреннего сечения с вертикально расположенными коленами заполняется ртутью так, что в каждом из открытых колен остаётся слой воздуха длиной  $L = 320$  мм. Затем правое колено закрывается пробкой. Какой максимальной длины слой ртути можно долить в левое колено, чтобы она не выливалась из трубки? Внешнее давление  $P_0 = 720$  мм рт. ст.

### Ответы

- |   |                                |   |
|---|--------------------------------|---|
| 1. 89 кПа.                                  | 29. 3.                         | 56. 0,25.   |
| 3. 335 К.                                   | 30. 255 К.                     | 57. 3/4.  |
| 4. 500 К.                                   | 31. 753 л.                     | 58. 700 К.  |
| 5. 2 кг.                                    | 32. $-73$ °С.                  | 59. $M = 3 \left( \frac{P_0 S}{g} + m \right)$ .          |
| 6. 78 °С.                                   | 33. 819 °С.                    | 60. $\frac{10}{3}$ кг.                                    |
| 7. $1,66 \cdot 10^{-9}$ кг/м <sup>3</sup> . | 34. 0,44 л.                    | 61. 3,5 атм.  |
| 8. 0,0166 л, 400 К.                         | 35. 3 дм <sup>3</sup> .        | 62. 25 см.  |
| 9. $4,15 \cdot 10^{-4}$ атм, 500 К.         | 36. 2,4.                       | 63. 100.  |
| 10. 2 К, 0,0166 л.                          | 37. 0,5 кг/м <sup>3</sup> .    | 64. 100 К.  |
| 11. 2 К, $4 \cdot 10^4$ атм.                | 38. $7,3 \cdot 10^{18}$ .      | 65. 3 л.  |
| 12. $-1/2$ .                                | 39. 0,8 атм.                   | 66. $\frac{8}{5}P, \frac{2}{5}P$ .                        |
| 13. 5,6 г.                                  | 40. CH <sub>4</sub> .          | 67. $T_2 = \frac{7}{4}(T_1 + T)$ .                        |
| 14. 10 г.                                   | 41. CO <sub>2</sub> .          | 68. $T_2 = 2 \left( T_1 + \frac{kL^2}{uR} \right)$ .      |
| 15. 126 г.                                  | 42. 2.                         | 69. 3.  |
| 16. 12,4 кг.                                | 43. 4.                         | 70. 1/2.  |
| 17. 0,44 м/с.                               | 44. 208 г.                     | 71. 3.  |
| 18. $4,7 \cdot 10^6$ т.                     | 45. 48 г.                      | 72. 1.  |
| 19. $8,4 \cdot 10^{-3}$ с.                  | 46. 50 л, 1560 шт.             | 73. $L/2, L/4$ .  |
| 20. $\sqrt{2}$ .                            | 47. $8 \cdot 10^5$ Па.         | 74. Правый — $\frac{5}{12}L$ , левый — нельзя определить. |
| 21. 1,5.                                    | 48. 1/2.                       | 75. 720 мм.   |
| 22. 6,6 кг/м <sup>3</sup> .                 | 49. 190 кПа.                   | 76. 350 мм.   |
| 23. 1,7 мм.                                 | 50. 14,5 атм.                  | 77. 270 мм.   |
| 24. $10^{18}$ кг.                           | 51. 1:2.                       | 78. 80 мм.  |
| 25. $2,8 \cdot 10^{12}$ кг.                 | 52. 3/4.                       |   |
| 26. 27 г.                                   | 53. $\frac{2P(V - V_0)}{RT}$ . |   |
| 27. 1 т.                                    | 54. 20%.                       |   |
| 28. 18.                                     | 55. 75%.                       |   |