

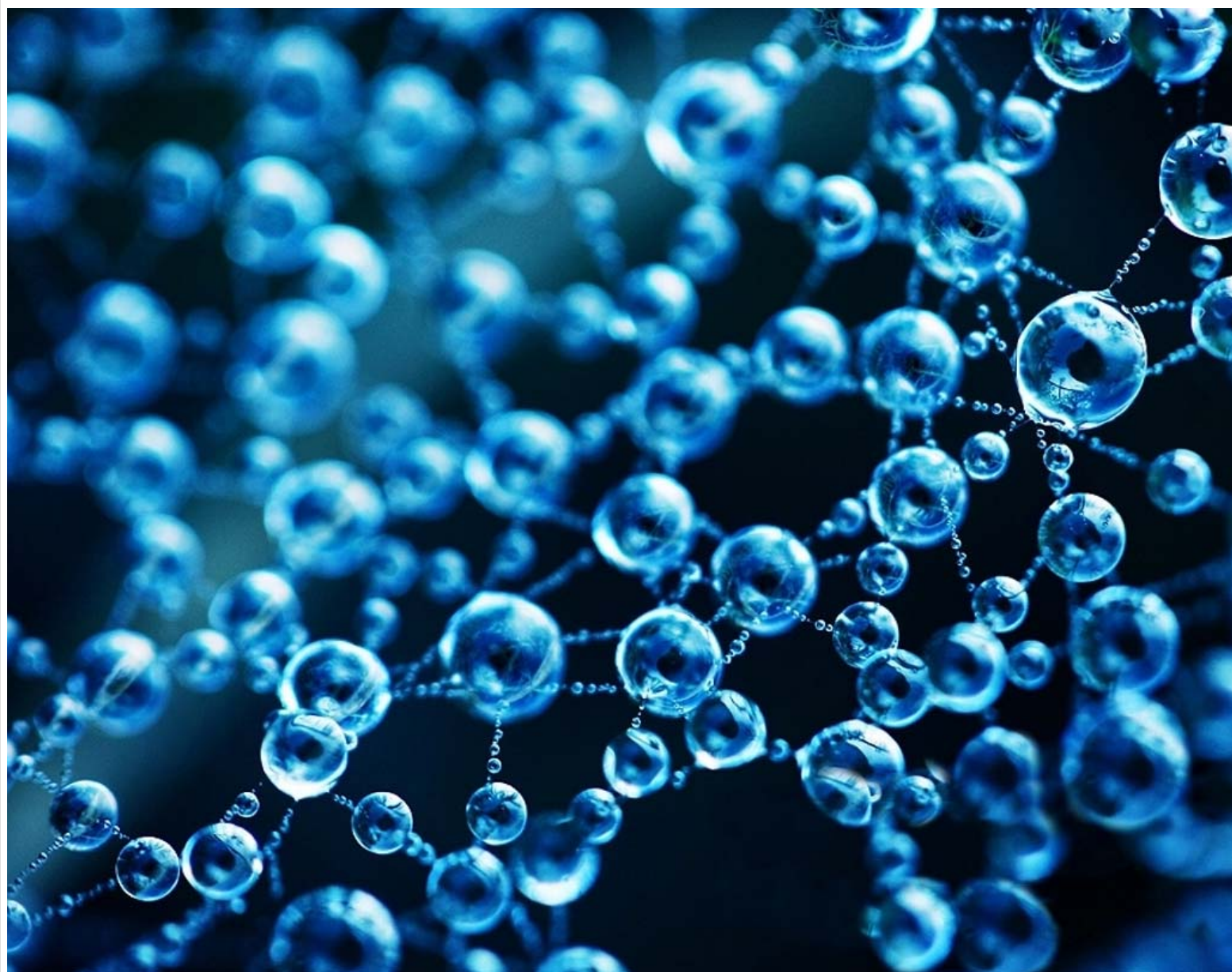
Виртуальный курс физики

МОЛЕКУЛЯРНАЯ

ФИЗИКА

И ТЕРМОДИНАМИКА

Основы молекулярно-кинетической теории. Идеальные газы. Задачи для самостоятельного решения



МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Основы молекулярно-кинетической теории

Идеальные газы

Рекомендации по решению задач

Задачи, согласно которым требуется произвести расчет параметров, характеризующих состояние идеальных газов, условно можно разделить на три группы.

Первая группа. В задаче изучается изменение состояния некоторой массы газа, причем значение этой массы не используется (не задано). В результате некоторых процессов газ переходит из состояния, характеризующегося параметрами p_1 , V_1 и T_1 в состояние с параметрами p_2 , V_2 и T_2 . Задачи этой группы удобно решать с помощью уравнения

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

Если при этом какой-то параметр остается постоянным, уравнение автоматически переходит в одно из равенств

$$p_1 V_1 = p_2 V_2, \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{или} \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}.$$

Вторая группа. Состояние газа не изменяется, но в задаче участвует масса (плотность или количество вещества) газа. При решении задач в этом случае удобно применять уравнение

$$\frac{pV}{T} = \nu R,$$

а при необходимости – соотношение

$$\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A}.$$

Третья группа. В задачах рассматривается изменение состояния газа и его массы. Такие задачи, как правило, не имеют готовых рецептов решения и требуют индивидуального подхода. Иногда эти задачи сводятся к задачам двух первых групп или к их комбинации.

При решении задач указанных групп рекомендуется:

- а) внимательно проанализировать условие задачи и исходные данные, установить, какой газ участвует в процессе, какие параметры газа изменяются, а какие остаются постоянными;
- б) обратить внимание на параметры, заданные неявно. Например, для определения объема газа иногда требуется использовать формулы из геометрии, для нахождения давления газа – закон Паскаля, и т. д.;
- в) для каждого состояния газа следует записать необходимые соотношения, решить полученную систему уравнений и определить искомые величины.

Основные законы и соотношения

$$\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A}$$

– число молей, содержащихся в веществе с массой m и молярной массой μ ; N – число молекул в данном веществе; N_A – число молекул в одном моле (число Авогадро.)

Основное уравнение МКТ:

$$pV = \frac{2}{3}W_k,$$

$$pV = \frac{1}{3}Nm_0u_{\text{cp}}^2 = \frac{1}{3}mu_{\text{cp}}^2,$$

$$p = \frac{1}{3}nu_{\text{cp}}^2 = \frac{1}{3}\rho u_{\text{cp}}^2,$$

где p – давление газа; V – его объем; W_k – кинетическая энергия поступательного движения молекул газа; m_0 – масса одной молекулы; u_{cp} – средняя квадратическая скорость молекул; n – концентрация молекул; ρ – плотность газа.

$$W_{\text{cp}} = \frac{3}{2}kT$$

– средняя кинетическая энергия молекул одноатомного газа; T – абсолютная температура; k – постоянная Больцмана.

Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева–Клапейрона):

$$pV = \frac{m}{\mu}RT,$$

$$pV = \frac{N}{N_A}RT,$$

$$p = nkT,$$

где p и V – давление и объем газа массой m и молярной массой μ ; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура; N – число молекул газа; N_A – число Авогадро; n – концентрация молекул газа; k – постоянная Больцмана.

Закон Бойля–Мариотта:

$$pV = \text{const},$$

где p – давление газа; V – его объем.

Закон Шарля:

$$p = p_0(1 + \alpha_p t),$$

$$\text{или } \frac{p}{T} = \text{const}$$

– давление газа; p_0 – давление его при 0°C , α_p – температурный коэффициент; t – температура; T – абсолютная температура.

Закон Гей-Люссака:

$$V = V_0(1 + \alpha_V t),$$

$$\text{или } \frac{V}{T} = \text{const}$$

– объем газа; V_0 – объем газа при 0°C ; α_V – температурный коэффициент; t – температура; T – абсолютная температура.

Задачи для самостоятельного решения

1. Найти среднюю квадратическую скорость движения молекул газа, если, имея массу 6,1 кг, он занимает объем 5 м^3 при давлении 0,2 МПа.

Ответ: 700 м/с.

2. Найти такое число молекул в 1 м^3 газа, чтобы при температуре 27°C давление газа составляло 0,414 МПа.

Ответ: 10^{26} .

3. Средняя квадратическая скорость молекул водорода при 0°C равна 1760 м/с. Какова средняя квадратическая скорость молекул кислорода при 273 К?

Ответ: 440 м/с.

4. Каково давление идеального одноатомного газа, занимающего объем 2 л, если его внутренняя энергия равна 300 Дж?

Ответ: 5 МПа.

5. Какое давление на стенки сосуда производит газ, если средняя квадратическая скорость его молекул 500 м/с, масса газа 3 г, а объем 0,5 л?

Ответ: 0,5 МПа.

6. Сколько молекул газа находится в сосуде вместимостью 480 см^3 при температуре 17°C и давлении 25 кПа?

Ответ: $3 \cdot 10^{21}$.

7. Средняя квадратическая скорость молекул кислорода при 927°C равна 960 м/с. Какова средняя квадратическая скорость этих молекул при температуре 27°C ?

Ответ: 480 м/с.

8. Что произойдет с давлением идеального газа в закрытом сосуде, если средняя квадратическая скорость его молекул увеличится на 10 %?

Ответ: возрастет в 1,21 раза.

9. Найти концентрацию молекул азота при давлении 100 кПа, если средний квадрат скорости поступательного движения его молекул равен $2 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$ ($\mu = 0,028 \text{ кг/моль}$).

Ответ: $3,2 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$.

10. В дизеле в начале такта сжатия температура воздуха равна 27 °С, давление составляет 70 кПа. Во время сжатия объем воздуха уменьшается в 15 раз, давление возрастает до 3,5 МПа. Найти температуру воздуха при этих условиях.

Ответ: 600 °С.

11. Во сколько раз число молекул в 270 г углерода больше числа Авогадро? Молярная масса углерода равна 12 г/моль.

Ответ: в 22,5 раза.

12. Найти объем 10 молей меди. Плотность меди равна 8,4 г/см³. Молярную массу меди принять равной 63 г/моль. Ответ привести в кубических сантиметрах

Ответ: 75 см³.

13. В 0,036 м³ содержится 5,1 кмоль углерода. Найти его плотность, если молярная масса углерода равна 12 г/моль.

Ответ: 1700 кг/м³.

14. Во сколько раз возрастет давление идеального газа в замкнутом сосуде, если все находящиеся в нем молекулы заменить молекулами, масса которых в четыре раза больше? Температура постоянна.

Ответ: в один раз.

15. Во сколько раз число атомов меди в 1 м³ больше числа атомов свинца в 0,5 м³? Плотность меди и свинца 8,4 и 13 г/см³, а молярные массы – 64 и 208 г/моль соответственно.

Ответ: в 4,2 раза.

16. В озеро глубиной 20 м и площадью 100 км² бросили кристаллик соли массой 0,01 г. Соль, растворившись, равномерно распределилась в озере. Сколько молекул соли находится в 1 мм³ воды? Молярная масса соли равна 40 г/моль.

Ответ: 75.

17. Объем молекулы воды равен $1,2 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3$. Какой процент от всего пространства, занятого водой, приходится на долю самих молекул воды? Плотность воды равна 1000 кг/м^3 . Молярная масса составляет 18 г/моль .

Ответ: 40 %.

18. Какая масса газа выйдет из открытого сосуда, содержащего $0,24 \text{ кг}$ гелия, если его температуру увеличить в восемь раз? Давление постоянно.

Ответ: $0,21 \text{ кг}$.

19. В баллоне находится идеальный двухатомный газ. Во сколько раз увеличится давление в газе, если половина его молекул распадается на атомы? Температура постоянна.

Ответ: в $1,5$ раза.

20. Определить давление идеального газа, если средняя квадратическая скорость его молекул равна 300 м/с , а плотность – $1,3 \text{ кг/м}^3$. Ответ привести в килопаскалях.

Ответ: 39 кПа .

21. Найти объем воды плотностью 1 г/см^3 , в котором содержится столько же молекул, сколько и в 200 м^3 водорода при давлении 166 кПа и температуре 360 К . Молярная масса кислорода 32 г/моль .

Ответ: $0,2 \text{ кг}$.

22. При какой температуре по шкале Кельвина средняя квадратическая скорость молекул криптона составляет 830 м/с ? Молярная масса криптона равна 84 г/моль .

Ответ: 2324 К .

23. В баллоне емкостью 100 л находится 2 г кислорода при температуре $47 \text{ }^\circ\text{C}$. Найти давление кислорода. Молярная масса кислорода $0,032 \text{ кг/моль}$.

Ответ: 1660 Па .

24. Во сколько раз возрастет плотность идеального газа при увеличении давления с 100 до 140 кПа в ходе изотермического процесса?

Ответ: в $1,4$ раза.

25. При повышении температуры идеального газа на 180 К средняя квадратическая скорость его молекул возросла с 400 до 500 м/с . На сколько градусов следует нагреть газ, чтобы увеличить среднюю квадратическую скорость его молекул с 500 до 600 м/с ?

Ответ: на 220 К .

26. Во сколько раз возрастет число молекул идеального газа в единице объема, если в ходе изотермического сжатия давление увеличивается в 2,5 раза?

Ответ: в 2,5 раза.

27. Сколько баллонов газа объемом 5 л и давлением 600 кПа необходимо подсоединить к оболочке аэростата объемом $0,5 \text{ м}^3$, чтобы наполнить ее до давления 100 кПа, равного атмосферному?

Ответ: 20.

28. Камеру футбольного мяча объемом 2,5 л накачивают воздухом с помощью насоса, забирающего при каждом закачивании 0,15 л воздуха при давлении 100 кПа. Определить давление в камере после 50 закачиваний, если первоначально она была пустой. Температура постоянна. Ответ привести в килопаскалях.

Ответ: 300 кПа.

29. При изотермическом сжатии давление газа возросло в восемь раз. Чему равен начальный объем газа, если в конце процесса газ занимал $0,24 \text{ м}^3$?

Ответ: $1,92 \text{ м}^3$.

30. В ходе изотермического процесса давление газа уменьшилось на 50 кПа. Определить конечное давление газа, если его объем увеличился в шесть раз. Ответ привести в килопаскалях.

Ответ: 10 кПа.

31. Идеальный газ закачивается в металлический баллон с помощью поршневого насоса. Начальная масса газа равна 0,5 кг. Определить массу газа в баллоне, если давление в нем в три раза больше первоначального. Температура постоянна.

Ответ: 1,5 кг.

32. При изотермическом сжатии газа объем его уменьшился на 1 л, а давление возросло на 20 %. На сколько процентов увеличится давление газа, если первоначальный объем его уменьшить на 2 л?

Ответ: на 50 %.

33. При изотермическом сжатии идеального газа плотность его возросла в 2,25 раза. Во сколько раз давление газа в конечном состоянии больше, чем в начальном?

Ответ: в 2,25 раза.

34. На сколько процентов следует увеличить объем газа в изотермическом процессе, чтобы его давление уменьшилось в 1,5 раза? Масса газа постоянна.

Ответ: на 50 %.

35. При изотермическом сжатии газа его объем уменьшился на 2 л, а давление возросло на 50 %. На сколько процентов увеличится давление газа, если его первоначальный объем уменьшить на 1 л?

Ответ: на 20 %.

36. Давление идеального газа уменьшилось с 800 до 160 кПа при постоянной температуре. Во сколько раз увеличился объем газа? Масса газа постоянна.

Ответ: в пять раз.

37. Во сколько раз увеличится объем пузырька воздуха, поднявшегося при постоянной температуре с глубины 80 м на поверхность водоема? Плотность воды 1000 кг/м^3 , а атмосферное давление равно 100 кПа.

Ответ: в девять раз.

38. Объем пузырька воздуха, всплывающего на поверхность со дна озера, увеличился в два раза. Определить глубину озера. Атмосферное давление равно 93 кПа. Плотность воды составляет 1000 кг/м^3 . Температура воды не меняется с глубиной.

Ответ: 9,8 м.

39. К резиновой оболочке, начальный объем которой равен нулю, присоединен баллон с гелием объемом 3 л под давлением 200 кПа. Найти давление гелия, если объем оболочки увеличился до 5 л, а процесс расширения гелия изотермический. Ответ дать в килопаскалях.

Ответ: 75 кПа.

40. Чему равна площадь невесомого поршня в цилиндрическом сосуде, если под действием силы 2 Н газ под поршнем сжимается в три раза? Атмосферное давление 100 кПа. Ответ дать в квадратных сантиметрах. Температура постоянна.

Ответ: $0,1 \text{ см}^2$.

41. На сколько процентов следует уменьшить объем газа в изотермическом процессе, чтобы его давление возросло в 1,6 раза? Масса газа постоянна.

Ответ: на 37,5 %.

42. Давление воздуха в сосуде равно 64 кПа. Объем цилиндра разрезающего насоса в три раза меньше объема сосуда. Какое давление установится в сосуде после трех закачиваний? Температура постоянна. Ответ привести в килопаскалях.

Ответ: 27 кПа.

43. Поршень массой 3 кг и площадью 0,1 см² давит на газ в вертикальном цилиндре. Найти силу, с которой необходимо подействовать на поршень, чтобы объем газа уменьшился вдвое. Атмосферное давление 100 кПа. Температура постоянна. Трением поршня о стенки следует пренебречь.

Ответ: 31 Н.

44. В вертикальном цилиндре под невесомым поршнем сечением 10 см² находится газ. Во сколько раз уменьшится объем, занимаемый газом, если на поршень поставить гирию массой 10 кг? Атмосферное давление равно 100 кПа. Температура постоянна.

Ответ: в два раза.

45. Стакан объемом 300 см³ и массой 100 г погружают в воду плотностью 1000 кг/м³, держа его вверх дном. На какой минимальной глубине стакан начнет погружаться без помощи внешней силы? Атмосферное давление 100 кПа, температура воды постоянна. Глубину отсчитывать от уровня воды в стакане.

Ответ: 20 м.

46. В вертикальном цилиндре под легкоподвижным незакрепленным поршнем сечением 25 см² и массой 1,5 кг находится 300 см³ газа. На поршень поставили гири, и он сжал газ до объема 212 см³. Найти массу гирь. Атмосферное давление равно 100 кПа. Температура постоянна.

Ответ: 11 кг.

47. Поршень площадью 1 см² скользит без трения в вертикальном цилиндре, сжимая газ объемом 10 см³ при давлении 120 кПа. На сколько сантиметров опустится поршень, если на него поставить тело массой 1,2 кг? Температура постоянна.

Ответ: на 5 см.

48. Давление газа в горизонтальной запаянной трубке, разделенной столбиком ртути массой 10 г на два объема по 50 см³, равно 12 кПа. Найти площадь сечения трубки, если при вертикальном положении объем газа в верхней ее части больше, чем в нижней на 20 см³. Ответ привести в квадратных сантиметрах.

Ответ: 0,2 см².

49. Найти давление газа в горизонтальной закрытой трубке сечением $0,4 \text{ см}^2$, разделенной столбиком ртути массой 10 г на два объема по 50 см^3 , если при повороте ее в вертикальное положение объем газа в нижней части равен 40 см^3 . Температура газа постоянна.

Ответ: 6000 Па .

50. Баллон, рассчитанный на максимальное избыточное давление 150 МПа , при температуре 270 К содержит газ при давлении 120 МПа . До какой температуры можно нагреть газ в баллоне на глубине 1 км ? Плотность воды 1000 кг/м^3 .

Ответ: до 360 К .

51. Диаграмма циклического процесса для $0,8$ моля газа в координатах p, V образует треугольник с вершинами в точках (166 кПа , 12 л), (166 кПа , 24 л) и ($24,9 \text{ кПа}$, 12 л). Найти разность максимальной и минимальной температур в цикле.

Ответ: 555 К .

52. Диаграмма циклического процесса для $0,8$ моля газа образована изотермой между точками (166 кПа , $0,012 \text{ м}^3$), ($24,9 \text{ кПа}$, $0,08 \text{ м}^3$) и прямой, соединяющей эти точки. Найти минимальную температуру в цикле.

Ответ: 300 К .

53. Диаграмма циклического процесса для $0,2$ моля газа в координатах p, T образована прямыми, соединяющими точки ($24,9 \text{ кПа}$, 180 К), ($24,9 \text{ кПа}$, 270 К) и ($49,8 \text{ кПа}$, 240 К). Найти разность максимального и минимального объемов газа в цикле.

Ответ: $0,01 \text{ м}^3$.

54. Найти минимально возможную температуру 4 молей газа в цикле, диаграмма которого состоит из изохоры, изотермы и изобары, проходящих через точки (166 кПа , $0,12 \text{ м}^3$) и ($41,5 \text{ кПа}$, $0,48 \text{ м}^3$) в координатах p, V .

Ответ: 150 К .

55. Найти максимально возможную температуру 4 молей газа в цикле, диаграмма которого составлена из изохоры, изобары и изотермы, проходящих через точки (166 кПа , $0,15 \text{ м}^3$) и ($41,5 \text{ кПа}$, $0,06 \text{ м}^3$) в координатах p, V .

Ответ: 300 К .

56. В ходе некоторого процесса в газе давление в зависимости от объема меняется по закону $p = AV - BV^2$, где $A = 400$ кПа/м³, $B = 200$ кПа/м⁶, а V – объем, м³. Определить максимально возможное давление газа в ходе этого процесса. Ответ привести в килопаскалях.

Ответ: 200 кПа.

57. Вычислить давление 1 моля газа при температуре 300 К, если его объем равен 4,15 м³.

Ответ: 600 м³.

58. Определить разность температур начального и конечного состояний газа, если сначала объем газа изобарически увеличили в два раза, а затем изохорически уменьшили в два раза его давление. Температура начального состояния равна 300 К.

Ответ: 0 К.

59. После уменьшения объема, занимаемого идеальным газом, на 10 % и увеличения температуры на 24 К давление газа возросло на 20 %. Определить начальную температуру газа, если масса газа остается постоянной. Ответ привести в кельвинах.

Ответ: 300 К.

60. Уравнение процесса, проходящего в идеальном газе с постоянной массой, описывается законом $TV^3 = \text{const}$, где T – абсолютная температура; V – объем газа. Во сколько раз возрастет давление при уменьшении объема газа в два раза?

Ответ: в 16 раз.

61. Объем идеального газа при давлении 720 кПа и температуре 288 К равен 0,6 м³. При какой температуре по шкале Кельвина та же масса газа займет объем 1,6 м³, если давление станет равным 225 кПа?

Ответ: 240 К.

62. Найти объем водорода массой 1 кг при температуре 300 К и давлении 100 кПа. Водород при указанных условиях считать идеальным газом. Молярная масса водорода равна 0,002 кг/моль.

Ответ: 12,45 м³.

63. Во сколько раз плотность воздуха зимой при температуре -23 °С больше плотности воздуха летом при температуре 27 °С. Давление постоянно.

Ответ: в 1,2 раза.

64. Два сосуда объемом по $2,49 \text{ м}^3$ каждый наполнены водородом и соединены трубкой с закрытым краном. При температуре 300 К давление в первом сосуде равно 80 кПа , а во втором – 120 кПа . Найти массу газа, перешедшего из одного сосуда в другой, при открытии крана.

Ответ: $0,04 \text{ кг}$.

65. В открытом сосуде нагревают газ при постоянном давлении. При изменении температуры от 300 до 400 К из сосуда выходит 15 молей газа. Найти молярную массу газа, если в начале процесса в сосуде находилось $1,8 \text{ кг}$ газа.

Ответ: $0,03 \text{ кг/моль}$.

66. Два трехлитровых баллона соединили между собой. Определить установившееся давление, если один баллон содержал $0,002$ моля гелия, а другой – $0,003$ моля водорода при одинаковой температуре 300 К .

Ответ: 2075 Па .

67. Вычислить универсальную газовую постоянную по результатам опыта: 1 кг водорода в объеме 12 м^3 имел давление 100 кПа при температуре 300 К .

Ответ: $8 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$.

68. Определить массу углекислого газа, находящегося в баллончике объемом 6 см^3 , если давление его равно $8,3 \text{ МПа}$, а температура составляет $27 \text{ }^\circ\text{C}$. Молярная масса углекислого газа равна $0,044 \text{ кг/моль}$. Ответ привести в граммах.

Ответ: $0,88 \text{ г}$.

69. Горизонтально расположенный цилиндр разделен скользящей без трения перегородкой на две части. По одну сторону перегородки находится водород, по другую – гелий. Массы и температуры газов одинаковы. Во сколько раз объем, занимаемый водородом, больше объема, занимаемого гелием?

Ответ: в два раза.

70. Сколько молей газа следует добавить к 1 молю данного газа, чтобы его давление увеличилось в $9,1$ раза при постоянном объеме и постоянной температуре?

Ответ: $8,1$ моля.

71. Определить давление, при котором в объеме 1 м^3 идеального газа при температуре 300 К содержится $2,4 \cdot 10^{26}$ молекул. Ответ привести в килопаскалях.

Ответ: 996 кПа .

72. Найти давление 0,001 кг гелия с молярной массой 0,004 кг/моль, если его объем равен $0,083 \text{ м}^3$, а температура 280 К.

Ответ: 7000 Па.

73. Сколько молей газа содержится в $8,3 \text{ м}^3$ при давлении 500 Па и температуре 250 К?

Ответ: 2 моля.

74. Найти объем водорода при давлении 100 кПа и температуре 300 К, содержащий число молекул, равное числу молекул в 18 кг концентрированной соляной кислоты. Молярная масса кислоты равна 36 г/моль.

Ответ: $12,45 \text{ м}^3$.

75. Давление гелия, заполняющего аэростат объемом $16,6 \text{ м}^3$, равно 150 кПа. Какая масса гелия находится в аэростате, если температура его равна $-23 \text{ }^\circ\text{C}$? Молярная масса гелия 0,004 кг/моль.

Ответ: 4,8 кг.

76. При изменении температуры 1 моля идеального газа давление меняется по закону $p = 2T$, где T – абсолютная температура. Определить объем, занимаемый газом. Ответ привести в литрах.

Ответ: 4,15 л.

77. Какая масса воздуха выйдет из комнаты при повышении температуры с 290 до 300 К? Объем комнаты равен $49,8 \text{ м}^3$. Молярная масса воздуха составляет 29 г/моль. Атмосферное давление 100 кПа.

Ответ: 2 кг.

78. До какой температуры по шкале Кельвина необходимо нагреть воздух, содержащийся в открытой колбе при $20 \text{ }^\circ\text{C}$, чтобы плотность воздуха в колбе уменьшилась вдвое?

Ответ: до 586 К.

79. В резиновой оболочке аэростата объемом 5 л находятся 2 моля водорода при давлении 100 кПа. Найти объем аэростата при добавлении 3 молей водорода и возрастании давления на 25 кПа при постоянной температуре.

Ответ: $0,01 \text{ м}^3$.

80. В открытом сосуде объемом $0,45 \text{ м}^3$ находятся 120 г газа. Температуру газа увеличивают с 300 до 450 К при постоянном давлении 166 кПа. Сколько молей газа выйдет из сосуда?

Ответ: 10 молей.

81. В открытом цилиндре находятся 90 г газа. Температуру газа увеличили с 300 до 450 К при постоянном давлении 166 кПа. Сколько молей газа выйдет из цилиндра, если его плотность в начале процесса равна 1 кг/м^3 ?

Ответ: 2 моля.

82. После выпуска из сосуда некоторого количества идеального газа давление в нем упало на 40 %, а абсолютная температура уменьшилась на 20 %. Какую часть газа выпустили из сосуда?

Ответ: 0,25.

83. Баллон объемом 20 л содержит 30 г газа. Сколько граммов газа останется в баллоне, если его подсоединить к резиновой оболочке, которая при этом раздуется до объема $0,08 \text{ м}^3$? Начальным объемом оболочки следует пренебречь. Температура постоянна.

Ответ: 6 г.

84. Во сколько раз возрастет плотность газа при его охлаждении с 600 до 300 К и увеличении массы газа в три раза? Давление газа постоянно.

Ответ: в два раза.

85. Сколько граммов воздуха находится в пузырьке объемом $0,83 \text{ см}^3$ на глубине 7990 м? Плотность воды 1000 кг/м^3 , молярная масса воздуха $0,029 \text{ кг/моль}$, температура 290 К, атмосферное давление 100 кПа.

Ответ: 0,8 г.

86. Температура воздуха в открытом сосуде равна 280 К. Воздух нагревают до 400 К, затем, герметично закрыв сосуд, охлаждают до начальной температуры. На сколько процентов понизилось давление в сосуде по сравнению с начальным?

Ответ: на 30 %.

87. Закрытый цилиндрический сосуд длиной 0,83 м разделен невесомой подвижной перегородкой. В левой части находятся 5 г водорода при температуре 320 К, в правой – 5 г гелия при той же температуре. Какую минимальную силу необходимо приложить к перегородке, чтобы удержать ее посередине сосуда?

Ответ: 8000 Н.

88. В баллоне находится идеальный газ при температуре 300 К и давлении 400 кПа. Затем 60 % содержащегося в баллоне газа выпустили, а температуру понизили до 240 К. Определить давление оставшегося в баллоне газа. Ответ привести в килопаскалях.

Ответ: 128 кПа.

89. Найти плотность воздуха в верхней части запаянной с одного конца трубки, помещенной открытым концом в ртуть, если ртуть поднялась на 700 мм. Плотность ртути $13,6 \text{ г/см}^3$, температура и молярная масса воздуха равны 290 К и 29 г/моль соответственно. Атмосферное давление 99,35 кПа.

Ответ: $0,05 \text{ кг/м}^3$.

90. Во сколько раз возрастет плотность газа при изохорическом охлаждении с 600 до 300 К?

Ответ: в один раз.

91. Во сколько раз возрастет подъемная сила аэростата, если гелий в оболочке заменить на водород, не меняя объема аэростата? Массой гондолы и оболочки следует пренебречь. Молярные массы гелия и воздуха равны соответственно 0,004 и 0,029 кг/моль.

Ответ: в 1,08 раза.

92. Наполненный водородом аэрозонд объемом $0,2 \text{ м}^3$ находится во взвешенном состоянии в воздухе плотностью $1,45 \text{ кг/м}^3$. Определить массу оболочки аэростата. Средняя молярная масса воздуха равна 29 г/моль. Упругостью оболочки следует пренебречь.

Ответ: 0,27 кг.

93. Во сколько раз уменьшится объем, занимаемый 1 молем идеального газа в ходе изобарического охлаждения, если начальная температура равна 300 К, а конечный объем газа составляет 2 л? Давление газа равно 166 кПа.

Ответ: в 7,5 раза.

94. Посередине замкнутого цилиндра длиной 1,5 м имеется невесомая подвижная перегородка, соединенная с торцом недеформированной пружиной жесткостью 9960 Н/м. Слева и справа от перегородки – вакуум. На какое расстояние сдвинется перегородка, если в одну из частей цилиндра поместить 1 моль газа при температуре 300 К?

Ответ: на 0,25 м.

