

Индивидуальное домашнее задание «ПАСПОРТ ГАЗА»

Работу необходимо выполнить по варианту, указанному преподавателем. Задания:

1. Для базового уровня. Не используя интернет, определите относительную молекулярную массу, молярную массу, число степеней свободы, молярную и удельную теплоемкости газа при постоянном объеме, его молярную и удельную теплоемкости при постоянном давлении.
2. Рассчитайте внутреннюю энергию одного моля газа и его объем при нормальных условиях.
3. Дополнительно для повышенного уровня. Используя интернет, в справочных данных найдите и выпишите плотность и(или) концентрацию этого газа, рассчитайте с помощью уравнения состояния идеального газа значения плотности и(или) концентрации газа и проверьте, совпадают ли значения.
4. Подготовьте работу на проверку, в ней обязательно опишите процедуры, каким образом получены результаты, а также запишите вывод о совпадении или не совпадении результатов расчета плотности и концентрации газа со справочными значениями (если не совпали – объясните почему).

Оформите работу в своей тетради по практике следующим образом:

Индивидуальное домашнее задание «ПАСПОРТ ГАЗА»

Работа выполнена студентом группы _____

_____ (ФИО)

ДАНО

Газ – ...

Нормальные условия:

$P = \dots$

$T = \dots$

ТРЕБУЕТСЯ:

- 1) составить паспорт газа;
- 2) определить внутреннюю энергию и объем газа при нормальных условиях;
- 3) рассчитать плотность и(или) концентрацию газа и сравнить со справочным значением.

1. ПАСПОРТ ГАЗА

Газ ... (указать формулу) является ... -атомным.

Относительная молекулярная масса газа, определенная с помощью таблицы Менделеева: ... (привести расчет).

Молярная масса газа: ...

Число степеней свободы молекул газа: ... (из них ... степеней свободы приходится на поступательное движение, а ... степеней свободы приходится на вращательное движение).

Молярная теплоемкость газа при $V = \text{const}$: ... (привести расчет).

Молярная теплоемкость газа при $P = \text{const}$: ... (привести расчет).

Удельная теплоемкость газа при $V = \text{const}$: ... (привести расчет).

Удельная теплоемкость газа при $P = \text{const}$: ... (привести расчет).

Коэффициент Пуассона: ... (привести расчет).

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОДНОГО МОЛЯ ГАЗА ПРИ НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Внутренняя энергия одного моля газа: ... (привести используемую формулу и расчет)

Объем одного моля газа: ... (привести используемую формулу и расчет)

3. ПЛОТНОСТЬ И КОНЦЕНТРАЦИЯ ГАЗА

Плотность газа при н.у. (справочные данные): ... (ссылка на интернет-страницу).

Концентрация газа при н.у. (справочные данные): ... (ссылка на интернет-страницу).

Плотность газа при н.у. (расчетные данные): ... (привести вывод формулы из уравнения состояния и расчет).

Концентрация газа при н.у. (расчетные данные): ... (привести вывод формулы из уравнения состояния и расчет).

Вывод: справочные значения плотности и концентрации газа ... (указать формулу газа) совпадают (или не совпадают) с расчетными значениями.

Таблица_ ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Номер варианта	Название газа	Формула газа
1	Аргон (Argon) - это химический элемент, бесцветный газ из числа благородных газов, не имеет запаха.	Ar
2	Ацетилен (Acetylene (ethyne)) - это горючий бесцветный газ, соединение углерода с водородом.	C ₂ H ₂
3	Амиак (Ammonia) - это бесцветный газ с едким запахом, соединение азота с водородом.	NH ₃
4	Бензол (Benzene) - это бесцветная огнеопасная жидкость, продукт переработки нефти, сухой перегонки угля, широко используется в технике.	C ₆ H ₆
5	Бутан (Butane) - это органическое соединение, углеводород класса алканов.	C ₄ H ₁₀
6	Бутилен / Бутен (Butylene (Butene)) - это вещество, представляющее собой бесцветный газ с характерным запахом.	C ₄ H ₈
7	Веселящий газ, закись азота (Nitrous Oxide) - это бесцветный негорючий газ с приятным сладковатым запахом и привкусом.	N ₂ O
8	Водяной пар (Water Vapor, steam) - это газообразное состояние воды. Не имеет цвета, вкуса и запаха, содержится в тропосфере.	H ₂ O
9	Гелий (Helium) - это химический элемент, благородный газ который является самым лёгким газом после водорода.	He
10	Двуокиси азота (Nitric oxide) - это бурый газ с резким запахом.	NO
11	Двуокись азота / перекись азота (Nitrogen Dioxide) - это бурый газ с резким запахом.	NO ₂
12	Метан (Methane) - это болотный или рудничный газ, простейшее соединение углерода с водородом.	CH ₄
13	Метилбензол - толуол (Toluene) - это бесцветная жидкость с характерным запахом, относится к аренам.	C ₇ H ₈
14	Неон (Neon) - это инертный одноатомный газ без цвета, вкуса и запаха.	Ne
15	Озон (Ozone) - это газ, соединение трёх атомов кислорода, используется для очищения воздуха, воды, а также в технике для беления.	O ₃
16	Диоксид серы (Sulfur Dioxide) - это двуокись серы или сернистый ангидрид, так же называемый сернистый газ.	SO ₂
17	Оксид серы (Sulfur Trioxide) - это триоксид серы или серный ангидрид так же называемый серный газ.	SO ₃
18	Оксид серы (I) = монооксид серы (Sulfuric Oxide) - это сернистый газ, нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с характерным резким запахом.	SO

19	Пропан (Propane) - это органическое вещество класса алканов.	C_3H_8
20	Пропен / пропилен (Propene (propylene)) - это непредельный (ненасыщенный) углеводород ряда этилена, горючий газ.	C_3H_6
21	Пероксид азота (Nitrous Trioxide) - это органическое вещество.	NO_3
23	Сероводород (Hydrogen Sulfide) - это газ с резким неприятным запахом, образующийся при гниении белковых веществ. сернистый водород	H_2S
24	Угарный газ, монооксид углерода (Carbon monoxide) - продукт горения, который попадет в воздух и при вдыхании негативно воздействует на организм человека.	CO
25	Углекислый газ - двуокись углерода (Carbon dioxide) - это бесцветный, не имеющий запаха, негорючий и слабокислотный сжиженный газ.	CO_2
26	Хлор (Chlorine) - это химический элемент, удушливый газ, используется в технике и в санитарии как обеззараживающее средство и в военном деле при изготовлении отравляющих веществ.	Cl_2
27	Этан (Ethane) - это органическое соединение, второй член гомологического ряда алканов.	C_2H_6
28	Этилен (Ethylene) - это органическое химическое соединение которое является простейшим алкеном, изологом этана.	C_2H_4

Справочные сведения

- Концентрация молекул n — ф.с.в., показывает число молекул N в единице объема, т.е. $n=N/V$. Измеряется в $1/m^3 = m^{-3}$.
- Плотность вещества – это ф.с.в., показывает массу вещества в единице объема, ч.р. $\rho=m/V$. Измеряется в $кг/м^3$.
- Молярная масса – ф.с.в., характеризует массу одного моля вещества, ч.р. $\mu = m_0 \cdot N_A$, т.е. произведению массы одной молекулы на число Авогадро. Единица измерения 1 кг/моль.

Как найти массу одной молекулы или атома вещества? Ответ: с помощью таблицы Менделеева. В ней указаны относительные атомные массы.

- Относительная атомная масса – это ф.с.в, безразмерная, она показывает, чему равна масса атома в атомных единицах массы, ч.р. отношению массы атома данного элемента к атомной единице массы ($1,66 \cdot 10^{-27}$ кг), в качестве атомной единицы массы взята 1/12 массы нейтрального атома наиболее распространённого изотопа углерода $\frac{1}{12} m_{C^{12}}$. С этой «элементарной» массой мы сравниваем массы всех атомов, разделяя массу каждого атома на нее, то есть относительная атомная масса ч.р.:

$$A_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{C^{12}}}$$

Значение атомной массы всех атомов указано в таблице Менделеева. Давайте проверим, как мы умеем определять атомные массы для разных элементов.

Примеры:

1. Водород в атомарном состоянии – атомная масса равна 1 (найдите в таблице Менделеева водород и посмотрите, где указано число 1). Не забываем, что это величина – безразмерная.
2. Гелий – атомная масса равна 4 (найдите в таблице Менделеева гелий и посмотрите, где указано число 4).
3. Литий. Определите относительную атомную массу лития с помощью таблицы Менделеева. Проверьте себя: она равна 6,9, можно округлить до 7.
4. Бериллий. Определите относительную атомную массу бериллия. Проверьте себя: она равна 9.

А как быть с молекулами? Молекулы – соединение, образованное из атомов, поэтому для них можно найти относительную *молекулярную* массу как сумму относительных *атомных* масс тех атомов, из которых состоит эта молекула.

Примеры:

1. Относительная молекулярная масса кислорода (молекула кислорода состоит из двух атомов кислорода) равна $M_r = M_r(O) + M_r(O) = 2 \cdot M_r(O) = 2 \cdot 16 = 32$. Не забываем, что это величина – безразмерная.
2. Определите самостоятельно относительную молекулярную массу воды. Проверьте себя: должно получиться число 18.
3. Определите самостоятельно относительную молекулярную массу углекислого газа, химическая формула которого CO_2 . Проверьте себя: должно получиться 44.

Важный момент: определить молярную массу вещества можно по формуле $\mu = m_0 \cdot N_A$, при этом, если учесть, что число Авогадро равно $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹, а масса атома определяется, как $m_0 = A_r \cdot \frac{1}{12} m_{C^{12}}$, где $\frac{1}{12} m_{C^{12}} = 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг (подставим все константы в формулу $\mu = m_0 \cdot N_A$) можно получить уникальную формулу для определения молярной массы одноатомного газа

$$\mu = A_r \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль.}$$

Или, используя определение относительной молекулярной массы газа

$$M_r = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{\frac{1}{12} m_{C^{12}}}$$

где $\sum_{i=1}^n m_i$ - сумма масс атомов, составляющих молекулу,

и проведя те же математические операции, можно получить уникальную формулу для определения молярной массы газа, состоящего из молекул:

$$\mu = M_r \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль.}$$

Таким образом, если знать M_r (относительную молекулярную массу), а она определяется с помощью таблицы Менделеева, то можно всегда записать значение молярной массы газа (молярная масса – это масса одного моля вещества).

Примеры (см. выше в примерах относительные молекулярные массы газов):

1. Молярная масса кислорода $\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.
2. Молярная масса воды $\mu = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Кроме рассмотренных характеристик в качестве визитной карточки газа (паспорта) могут использоваться число степеней свободы и, связанные с ним, молярная и удельная теплоемкости при постоянном объеме, молярная и удельная теплоемкости при постоянном давлении (см. материал практики и лекции по термодинамике).

