

Решение заданий Всероссийской олимпиады школьников по химии
(муниципальный этап)
8 класс
2022-2023 учебный год

Задача 8-1. Для получения бесцветного газа X разлагали соль А, как показано на рисунке. Соль помещали в пробирку 1 и нагревали. Газ, выделяющийся при разложении соли, собирали в газометре 2. Известно, что соль состоит из трёх элементов. Информация о составе



и свойствах соли представлена в таблице.

Условное обозначение соли в данной задаче	Массовая доля элемента в составе соли		Молярная масса соли, г/моль	Количество вещества газа X, выделившееся при разложении 10 г соли*, моль
	калий, %	кислород, %		
А	24,68	40,51	158	?

* Выход реакции разложения принять равным 100 %.

Определите газ X и соль А, запишите её формулу и сделайте соответствующий расчёт.

Решение:

№	Ход решения	Кол-во баллов
1	Рассчитываем массовую долю 3-ьего элемента в соли А. $\omega(\text{Э}) 100\% - 24,68\% - 40,51\% = 34,81\%$.	1
2	Рассчитываем относительную атомную массу элемента: $A_r(\text{Э}) = 158 \cdot 0,3481 = 55$. Э - Mn (марганец)	2
3	Рассчитываем число атомов кислорода, содержащихся в соли. $0,4051 = x \cdot 16 / 158$, отсюда $x = 4$.	2
4	Рассчитываем число атомов калия, содержащихся в соли. $0,2468 = x \cdot 39 / 158$, отсюда $x = 1$.	1
5	Формула соли: KMnO_4	1
6	Записываем уравнение реакции разложения соли: $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$	2
7	По уравнению реакции рассчитываем количество выделившегося газа при разложении данной соли: $m(\text{O}_2) = 2,025 \text{ г}$	1
10 баллов		

Задача 8-2. В 10%-ном растворе соляной кислоты содержится 90,3 триллиарда ($9,03 \cdot 10^{22}$) молекул хлороводорода. Рассчитайте массу 10%-ного раствора и его объём, если плотность раствора равна 1,047 г/мл.

Решение:

№	Ход решения	Кол-во баллов
1	Рассчитываем количество вещества хлороводорода: $n(\text{HCl}) = 9,03 \cdot 10^{22} : 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 0,15 \text{ моль}$	3
2	Рассчитываем массу хлороводорода: $m(\text{HCl}) = 0,15 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 5,475 \text{ г}$	2

3	Рассчитываем массу раствора: $m(p-pa) = 5,475 \text{ г} : 0,1 = 54,75 \text{ г}$	3
4	Рассчитываем объём раствора: $V(p-pa) = 54,75 \text{ г} : 1,047 \text{ г/мл} = 52,3 \text{ мл.}$	2
		10 баллов

Задача 8-3. Жидкий кислород – это голубая жидкость, применяемая в космической отрасли как компонент ракетного топлива (его температура кипения: $-182,96 \text{ }^\circ\text{C}$, плотность при этой температуре $1,141 \text{ г/мл}$). Его получают путём сжижения воздуха и дальнейшей перегонки. Рассчитайте, какой объём воздуха (при нормальных условиях) необходим для получения из него 10 литров жидкого кислорода.

Решение:

№	Ход решения	Кол-во баллов
1	Рассчитываем массу жидкого кислорода: $m(\text{O}_2) = 10 \text{ л} \cdot 1,141 \text{ кг/л} = 11,41 \text{ кг}$	3
2	Рассчитываем количество вещества кислорода: $n(\text{O}_2) = 11,41 \text{ кг} : 32 \text{ кг/кмоль} = 0,357 \text{ кмоль}$	2
3	Рассчитываем объём кислорода: $V(\text{O}_2) = 0,357 \text{ кмоль} \cdot 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль} = 7,987 \text{ м}^3$	2
4	Рассчитываем объём воздуха: $V(\text{воздуха}) = 7,987 \text{ м}^3 : 0,21 = 38 \text{ м}^3$	3
		10 баллов

Задача 8-4. Ниже представлены пять уравнений химических реакций, в каждом из которых пропущен один из участников реакции (коэффициенты в уравнениях расставлены):

- 1) $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \underline{\hspace{1cm}}$
- 2) $\text{Mg} + \text{Br}_2 = \underline{\hspace{1cm}}$
- 3) $\text{CaO} + \underline{\hspace{1cm}} = \text{CaSO}_4$
- 4) $2 \underline{\hspace{1cm}} = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$
- 5) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \underline{\hspace{1cm}} + \text{H}_2\text{O}$

Дополните уравнения недостающими формулами веществ и назовите эти вещества.

Решение:

№	Ход решения	Кол-во баллов
1	$2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ O_2 - кислород (диоксиген)	2 (1 балл – за формулу, 1 балл – за название)
2	$\text{Mg} + \text{Br}_2 = \text{MgBr}_2$ MgBr_2 - бромид магния	2
3	$\text{CaO} + \text{SO}_3 = \text{CaSO}_4$ SO_3 - оксид серы (VI)	2
4	$2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$ KNO_3 - нитрат калия	2
5	$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ Na_3PO_4 – ортофосфат натрия	2
		10 баллов

Задача 8-5. «Мысленный эксперимент» Попробуйте с точки зрения химии объяснить следующие явления:

- а) Если накрыть свечу банкой, она погаснет через некоторое время.
- б) При попытке растворить сульфит кальция в воде ничего не получится, тогда, как в соляной кислоте он растворяется гораздо лучше.
- в) Если наполнить два одинаковых воздушных шарика при одинаковых условиях: один водородом, а второй обычным воздухом, – то шарик с водородом сдуется быстрее.
- г) Если наполнить два одинаковых воздушных шарика при одинаковых условиях: один водородом, а второй кислородом, – то шарик с кислородом окажется тяжелее. Ответ подтвердите расчётами.
- д) Если наполнить при нормальных условиях два одинаковых цилиндра: один водой, а второй кислородом, – то во втором цилиндре окажется меньше атомов, чем в первом (плотность воды составляет 1 кг/л). Ответ подтвердите расчетами.

Решение:

№	Ход решения	Кол-во баллов
а)	После того, как свечу закрывают банкой, доступ кислорода к внутренней части банки будет прекращен. Следовательно, после израсходования всего кислорода на процесс горения, в атмосфере банки будет находиться только углекислый газ, который подавляет горение.	1
б)	С водой сульфит кальция не взаимодействует (CaSO_3 не растворяется в значительных количествах в воде), тогда как с соляной кислотой он реагирует с образованием хлорида кальция, который в воде растворим: $\text{CaSO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$	1
в)	Молекулы водорода имеют меньший размер по сравнению с азотом и кислородом, которые являются основными составляющими воздуха, поэтому они будут быстрее проникать через поры в шарике, таким образом шарик с водородом сдуется быстрее.	2
г)	В обоих шариках будет одинаковое количество вещества газа (так как шарики идентичные), пускай количество вещества газа в шарике равно x , тогда шарики с водородом и кислородом весят соответственно: $m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2) = 2x$; $m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \times M(\text{O}_2) = 32x$. Откуда видно, что $m(\text{O}_2) > m(\text{H}_2)$.	3
д)	Пускай объем цилиндра y л, тогда рассчитаем количество атомов в каждом цилиндре: $m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \times \rho(\text{H}_2\text{O}) = y \text{ кг} = 1000y \text{ г}$; $n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) : M(\text{H}_2\text{O}) = 1000y / 18 = 55,56y$ моль; $N(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \times N_a = 3,35y \times 10^{25}$ молекул; так как в каждой молекуле воды 3 атома, тогда всего атомов в воде: $N(\text{атомов в H}_2\text{O}) = N(\text{H}_2\text{O}) \times 3 = y10^{26}$ атомов. $n(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) / V_m = y / 22,4$ моль; $N(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \times N_a = 2,69y \times 10^{22}$ молекул; так как в каждой молекуле кислорода 2 атома, тогда всего атомов: $N(\text{атомов в O}_2) = N(\text{O}_2) \times 2 = 5,38y \times 10^{22}$ атомов. Сравнивая два полученных значения, делаем вывод, что в цилиндре с водой атомов больше.	3
10 баллов		