

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2019-2020 учебный год
8 класс
Время выполнения заданий – 5 часов

Задача 8-1.

Восьмиклассник Егор заболел ангиной и решил самостоятельно приготовить полоскание для горла - раствор питьевой соды NaHCO_3 . Известно, что при 25°C в 100 мл воды растворяется 9,59 г NaHCO_3 .

1. Рассчитайте, какой объем воды (мл) при 25°C нужно взять, чтобы из 12 г NaHCO_3 приготовить насыщенный раствор **I** и при этом вся соль растворилась?

2. Егор приготовил раствор **II** из 15 г NaHCO_3 и 300 мл воды при 25°C , и такое полоскание не помогло. Определите, какую массу вещества достаточно было добавить в раствор **II**, чтобы раствор стал насыщенным?

3. Что можно сделать, чтобы получить еще более концентрированный раствор, чем раствор **I**?

4. Рассчитайте массовую долю соды в ее насыщенном при 25°C растворе.

(10 баллов)

Решение Задачи 8-1.

1. Масса воды, необходимая для приготовления раствора **I**, определяется при решении пропорции:

$$\begin{array}{l} 9,59 \text{ г } \text{NaHCO}_3 \text{ растворяется в } 100 \text{ мл воды} \\ 12 \text{ г } \text{NaHCO}_3 \quad \quad \quad - \quad \quad \quad \text{в } x \text{ мл воды} \\ x = 125,13 \text{ мл.} \end{array}$$

2. Используя пропорцию:

$$\begin{array}{l} 9,59 \text{ г } \text{NaHCO}_3 \quad - \quad 100 \text{ мл воды} \\ y \text{ г } \text{NaHCO}_3 \quad \quad - \quad 300 \text{ мл воды} \end{array}$$

определяем массу соли, при растворении которой в 300 мл воды образуется насыщенный раствор,

$$y = 28,77 \text{ г}$$

Следовательно, в раствор **II** надо добавить массу соли, равную $28,77 - 15 = 13,77$ г.

3. Поскольку растворимость многих веществ увеличивается при нагревании, можно растворять соду в горячей воде.

4. Массовая доля соды в ее насыщенном при 25°C растворе равна:

$$\omega(\text{NaHCO}_3) = \frac{9,59}{100 + 9,59} = 0,0875 \text{ или } 8,75\%$$

Система оценивания:

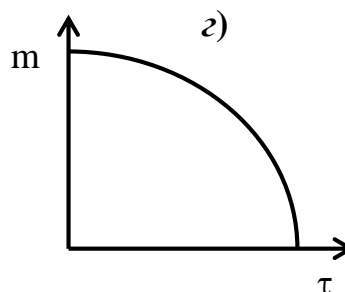
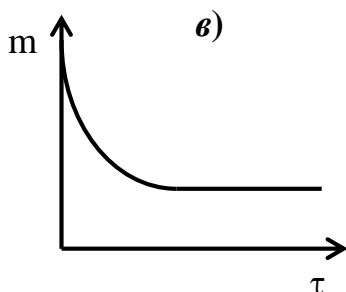
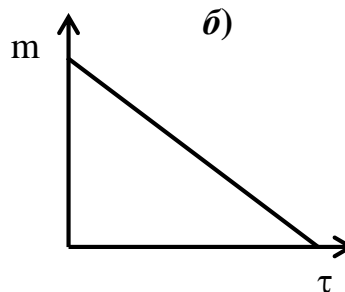
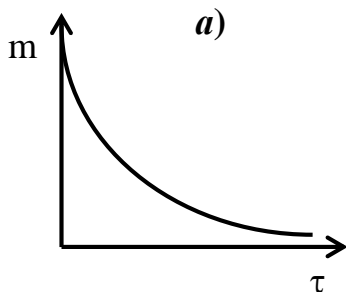
1. За расчет объема воды для приготовления раствора **I** – **2 балла**.
 - Если в ответе указан объем воды меньший, чем 125,13 мл, этап задачи оценивается в **1 балл**, так как в случае меньшего объема воды соль будет образовывать осадок, а это противоречит условию задачи.
2. За расчет массы вещества для насыщенного раствора с 300 мл воды – **2 балла**.
3. За расчет массы добавки в раствор **II** – **2 балла**.
4. Предложен метод приготовления более концентрированного раствора – **2 балла**.
5. Рассчитана массовая доля вещества в насыщенном растворе – **2 балла**.

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 8-2.

Одним из способов получения кислорода в лаборатории является термическое разложение бертолетовой соли в присутствии катализатора.

1. Запишите уравнение реакции каталитического разложения бертолетовой соли.
2. Какой из графиков правильно отражает изменение массы вещества с течением времени? Аргументируйте свой выбор.



3. Рассчитайте массу бертолетовой соли, необходимую для получения 560 мл кислорода (н.у.).

(10 баллов)

Решение Задачи 8-2.

1. $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
2. График в) правильно отражает изменение массы вещества в течение времени, т.к. с течением времени бертолетова соль разлагается до хлорида калия, который не разлагается при нагревании и масса остается постоянной.
3. Масса бертолетовой соли рассчитывается через объем кислорода:

$$n(\text{O}_2) = \frac{0,56}{22,4} = 0,025 \text{ моль,}$$

$$n(\text{KClO}_3) = \frac{2}{3} n(\text{O}_2) = 0,017 \text{ моль}$$

$$m(\text{KClO}_3) = 0,017 \cdot 122,5 = 2,042 \text{ г}$$

Система оценивания:

1. За составление уравнения реакции – **3 балла**.
2. За определение правильного графика – **4 балла**,
в случае отсутствия аргументации – **2 балла**.
3. За расчет массы бертолетовой соли – **3 балла**.

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 8-3.

Один из основных законов химии, определяющих состав многих соединений - закон кратных отношений. Этот закон гласит, что если два элемента образуют друг с другом несколько соединений, то на одну и ту же массу одного из них приходится такие массы другого, которые соотносятся друг с другом как небольшие целые числа.

Азот с водородом образует несколько соединений, одно из которых аммиак NH_3 . Пользуясь законом кратных отношений, определите состав другого бинарного соединения этих же элементов, если известно, что отношение масс элементов водорода и азота в этом соединении составляет 1:9.

(10 баллов)

Решение Задачи 8-3.

В аммиаке на азот приходится масса 14. Если соотношение 1:9, следовательно, в другом веществе масса азота будет составлять $14 \cdot 9 = 126$. Это 9 атомов азота.

Массы другого элемента должны быть одинаковы, т.е. во втором соединении на водород должна приходиться масса, равная 3, это три атома водорода.

Исходя из выше изложенного, состав молекулы может быть представлен формулой N_9H_3 . Но такого соединения быть не может, следовательно, состав молекулы N_3H (HN_3 – азидоводородная кислота).

Аналогично может быть проведен расчет масс атомов азота на массу одного атома водорода.

Система оценивания:

Нахождение правильной формулы любым правильным методом с применением закона кратных отношений – **10 баллов**.

За ответ: N_9H_3 – минус 2 балла.

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 8-4.

Долгое время единственным известным науке газом был атмосферный воздух, который считался чем-то вроде элемента, составной части всего существующего. И лишь во второй половине XVIII века усилиями многих химиков было установлено, что существуют и другие газы, что сам воздух – это смесь различных по своей природе и свойствам газов. Однако то, что мы с вами сейчас называем газом, тогда называлось «воздухом». Так были известны: «горючий воздух», «огненный воздух», «удушливый воздух», «щелочной воздух», «связанный воздух». «Связанный воздух» первый среди всех других газов был противопоставлен воздуху и назван «диким газом».

1. Дайте современные названия и напишите химические формулы всех названных «воздухов».

2. Запишите уравнения реакций взаимодействия:

- а) «горючего воздуха» и «огненного воздуха»;
- б) «удушливого воздуха» и «горючего воздуха», если при этом получается «щелочной воздух»;
- в) «удушливого воздуха» и «огненного воздуха»;
- г) «щелочного воздуха» и «огненного воздуха», если при этом получают «удушливый воздух» и бесцветная жидкость без запаха и вкуса;
- д) получения «дикого газа» из «огненного воздуха».

(10 баллов)

Решение Задачи 8-4.

1. Современные названия и химический состав «воздухов»:

«Горючий воздух» – водород H_2

- «Огненный воздух» – кислород O_2
 «Удушливый воздух» – азот N_2
 «Щелочной воздух» – аммиак NH_3
 «Связанный воздух» («дикий газ») – углекислый газ CO_2
2. Уравнения реакций «воздухов»:
- $2H_2 + O_2 = 2H_2O$
 - $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$
 - $N_2 + O_2 = 2NO$
 - $4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$
 - $O_2 + C = CO_2$

Система оценивания:

- За определение каждого вещества и его формулы по 1 баллу – $1 \times 5 = 5$ баллов.
 За неполный ответ по каждому веществу – по 0,5 балла.
- За каждое уравнение реакции по 1 баллу – $1 \times 5 = 5$ баллов.
 За отсутствие коэффициентов в уравнении реакции – минус 0,5 балла.

ВСЕГО: 10 баллов.

Задача 8-5.

В порции натрия ($\rho = 0,971 \text{ г/см}^3$) содержится число протонов, равное числу электронов в порции осмия. Объем порции натрия в 19,47 раз больше объема порции осмия. Вычислите плотность осмия.

(10 баллов)

Решение Задачи 8-5.

Пусть объем порции натрия 1 см^3 , тогда масса этой порции равна 0,971 г. Количество вещества натрия:

$$n(\text{Na}) = \frac{0,971}{23} = 0,042 \text{ моль.}$$

Число протонов в этой порции натрия

$$N = 0,042 \cdot 11 \cdot N_a = 0,464 \cdot N_a$$

Поскольку число протонов в порции натрия равно числу электронов в порции осмия, то:

$$n(\text{Os}) = \frac{0,464 \cdot N_a}{76 \cdot N_a} = 0,006 \text{ моль,}$$

$$m(\text{Os}) = 0,006 \text{ моль} \cdot 190 \text{ г/моль} = 1,161 \text{ г,}$$

$$V(\text{Os}) = \frac{1 \cdot \text{см}^3}{19,47} = 0,051 \text{ см}^3,$$

$$\rho(\text{Os}) = \frac{1,161 \text{ г}}{0,051 \cdot \text{см}^3} = 22,8 \text{ г/см}^3.$$

Система оценивания:

- За определение количества вещества натрия – 1 балл.
- За определение числа протонов в порции натрия – 3 балла.
- За определение количества вещества осмия – 3 балла.
- За определение плотности осмия – 3 балла.

ВСЕГО: 10 баллов