

## Решения заданий 2-го этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии 2020 – 21 учебный год

### 10 класс

#### Задача 10.1 (электронный ресурс)

При некоторой температуре приготовили 474,48 г насыщенного раствора карбоната натрия, в котором на 27 карбонат-анионов приходится 500 молекул воды. Раствор разлили в две колбы. К раствору в первой колбе добавили избыток раствора сульфата железа (III). К раствору во второй колбе добавили 270 г раствора азотной кислоты, также взятой в избытке. При этом соотношение количеств молекул газа, выделившихся из первой и второй колб, равно 1:2, соответственно. Определите массовую долю нитрата натрия в конечном растворе во второй колбе. (Принять, что степень диссоциации сильных электролитов в растворе равна 100%. Число Авогадро принять равным  $6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>).

#### Решение (Попова Е.А.)

1. Состав раствора

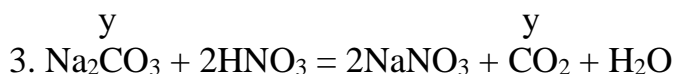
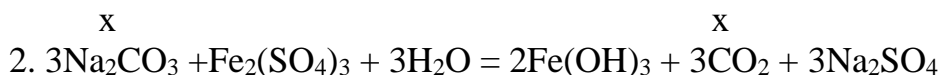
Пусть  $n(\text{CO}_3^{2-}) = 27$  моль  $\Rightarrow n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 27$  моль

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2862$  г.,  $m(\text{H}_2\text{O}) = 500 \cdot 18 = 9000$  г

$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2862 / (2862 + 9000) = 0,241$

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 474,78 \cdot 0,241 = 114,48$  г (по условию)

$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,08$  моль



$$\begin{cases} x+y=0,8 \\ x/y=1/2 \end{cases} \quad \begin{cases} y=2x \\ 3x=1,08 \end{cases} \quad \begin{cases} x=0,36 \\ y=0,72 \end{cases}$$

Масса р-ра  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  во 2 колбе

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106y = 76,32$  г  $m_{\text{р-ра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 316,68$  г.

$m_{\text{р-ра}} = 316,68 + 270 - 31,68 = 555$  г.

$n(\text{NaNO}_3) = 2y = 1,44$  моль  $m(\text{NaNO}_3) = 122,4$  г.

$\omega = 0,2205$  или 22,05%

#### Система оценивания

Элемент ответа	Баллы
Определение состава исходного раствора	2
Расчет количества вещества исходного $\text{Na}_2\text{CO}_3$	2
За уравнения реакций 1бх2	2
За расчет кол-ва в-ва $\text{Na}_2\text{CO}_3$ в 1 и 2 колбах	2
Расчет массы р-ра $\text{Na}_2\text{CO}_3$ во 2 колбе	1
Расчет массовой доли $\text{NaNO}_3$ во 2 колбе	1

**Всего 10 баллов.**

#### Задача 10.2 (Всероссийская олимпиада школьников по химии 2019–2020 уч. г.

##### Муниципальный этап. 9 класс. Липецкая область)

Органическое вещество массой 5,7 г сожгли в избытке кислорода и получившуюся смесь продуктов реакции последовательно пропустили через трубку с оксидом фосфора (V) и гидроксидом калия. Масса трубки с оксидом фосфора (V) увеличилась на 8,1 г, а трубки с гидроксидом калия – на 17,6 г. Плотность по аргону исходного углеводорода составляет 2,85.

- 1) Определите молекулярную формулу вещества.
- 2) Напишите структурную формулу этого вещества, если известно, что в результате его взаимодействия с бромом на свету образуется только одно монобромпроизводное. Напишите уравнение реакции бромирования. Назовите исходное вещество и продукт реакции.
- 3) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить исходное органическое вещество, исходя из карбида алюминия.

**Решение**

Трубка с оксидом фосфора (V) поглощает воду,  $\Rightarrow$  масса получившейся при горении вещества воды 8,1 г.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 8,1 / 18 = 0,45 \text{ моль}, \Rightarrow n(\text{H}) = 0,9 \text{ моль}, m(\text{H}) = 0,9 \cdot 1 = 0,9 \text{ г}$$

Трубка со щелочью поглощает углекислый газ,  $\Rightarrow n(\text{CO}_2) = 17,6 / 44 = 0,4 \text{ моль}, \Rightarrow$   
 $n(\text{C}) = 0,4 \text{ моль } m(\text{C}) = 0,4 \cdot 12 = 4,8 \text{ г}$

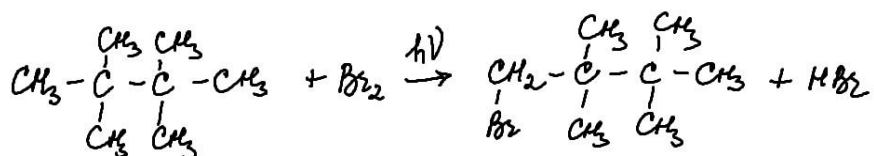
$m(\text{C}) + m(\text{H}) = 0,9 + 4,8 = 5,7 \text{ г}$  – равна массе вещества по условию задачи,  $\Rightarrow$  - это углеводород

$$n(\text{C}):n(\text{H})=0,4:0,9=4:9=8:18$$

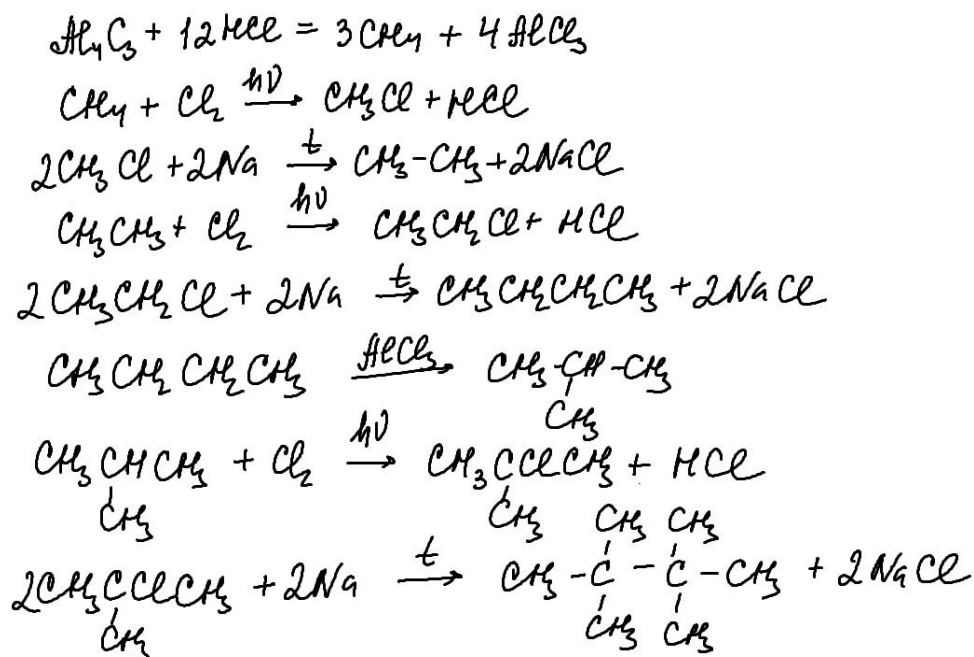
$$M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114 \text{ г/моль}$$

Из условия  $\Rightarrow$ , что  $M(\text{в-ва}) = 2,85 \cdot 40 = 114 \text{ г / моль}, \Rightarrow$  молекулярная формула вещества  $\text{C}_8\text{H}_{18}$

2) Из всех изомеров состава  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  только 2,2,3,3-тетраметилбутан в реакции бромирования даст один продукт – 1-бром-2,2,3,3-тетраметилбутан:



3)



Элемент содержания	Баллы
Вывод молекулярной формулы вещества, с доказательством, что данное вещество - углеводород	2
Структурная формула вещества	1
Уравнение реакции бромирования	1
Названия углеводорода и продукта бромирования	2
Каждое уравнение (записаны все структурные формулы веществ) 8х0,5 баллов	4

Всего 10 баллов.

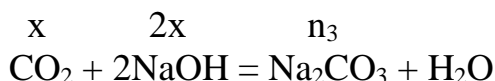
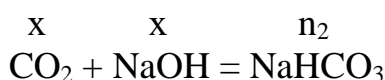
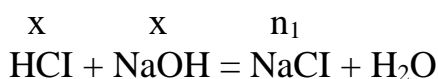
**Задание 10.3 (100 баллов по химии. Полный курс для поступающих в вузы : учебное пособие / И.Ю. Белафин [и др.] ; под редакцией В.В. Негребецкого. – М.: Лаборатория знаний, 2018. – 480 с.)**

Смесь хлороводорода и углекислого газа пропустили через 69,76 г раствора гидроксид натрия с молярной концентрацией 2,5 моль/л и плотностью 1,09 г/мл. В результате был получен раствор с равными молярными концентрациями трёх солей. Определите объём исходной смеси газов и массовые доли солей в полученном растворе.

**Решение (Е.А. Попова)**

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = m/\rho = 64 \text{ мл} = 0,064 \text{ л}$$

$$n(\text{NaOH}) = CV = 0,16 \text{ моль}$$



$$C1 = C2 = C3 \Rightarrow n1 = n2 = n3 = x \text{ моль}$$

$$4x = 0,16$$

$$x = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}) = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,08 \text{ моль}$$

$$n_{\text{см}} = 0,12 \text{ моль}$$

$$V_{\text{см}} = 2,688 \text{ л}$$

$$m_{\text{р-ра кон}} = m_{\text{HCl}} + m_{\text{CO}_2} + m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 1,46 \text{ г} + 3,52 \text{ г} + 69,76 \text{ г} = 74,74 \text{ г}$$

$$m_{\text{NaCl}} = 2,34 \text{ г} \quad \omega = 0,0313 \text{ или } 3,13\%$$

$$m_{\text{NaHCO}_3} = 3,36 \text{ г} \quad \omega = 0,045 \text{ или } 4,5\%$$

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 4,24 \text{ г} \quad \omega = 0,0567 \text{ или } 5,67\%$$

**Возможны другие варианты решения, не искажающие смысла**

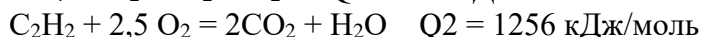
#### Система оценивания

Расчет кол-ва в-ва NaOH	1,5
Расчет объема смеси исх. газов	1,5
Расчет массы р-ра	1
Расчет массовых долей солей в полученном р-ре – 3х16	3
Уравнения реакций 16 х 3	3

Всего – 10 баллов.

**Задача 10.4 (Конькова Т.В.)**

Теплота сгорания метана и ацетилена соответственно равны 802 кДж/моль и 1256 кДж/моль. Рассчитайте объемные и массовые доли этих газов в смеси, при сгорании 89,6 л которой (н.у.) выделилось 3752,8 кДж теплоты.

**Решение:**

$n_{\text{смеси}} = 89,6/22,4 = 4 \text{ моль}$

Пусть  $n_{\text{CH}_4} = x \text{ моль}$ , тогда  $n_{\text{C}_2\text{H}_2} = 4 - x \text{ моль}$ ,  $Q_1 = 802 \cdot x \text{ кДж}$ ,  $Q_2 = 1256 \cdot (4 - x) \text{ моль}$

$$802x + 1256(4 - x) = 3752,8$$

$$x = 2,8 - n_{\text{CH}_4}$$

$$n_{\text{C}_2\text{H}_2} = 4 - 2,8 = 1,2 \text{ моль}$$

$$\phi_{\text{CH}_4} = 2,8/4 = 0,7 = 70 \%$$

$$\phi_{\text{C}_2\text{H}_2} = 100\% - 70 = 30\%$$

$$m_{\text{CH}_4} = 2,8 \cdot 16 = 44,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{C}_2\text{H}_2} = 1,2 \cdot 26 = 31,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{смеси}} = 44,8 + 31,2 = 76 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{CH}_4} = 44,8/76 = 58,9 \%$$

$$\omega_{\text{C}_2\text{H}_2} = 100 - 58,9 = 41,1\%$$

**Возможны другие варианты решения, не искажающие смысла**

**Система оценивания**

Уравнения термохимических реакций

4 балла

Определение количества вещества метана и ацетилена

3 балла

Нахождение состава смеси в соответствии с условием задачи

3 балла

**Всего 10 баллов.**

**Задача 10.5 (Всероссийская олимпиада школьников по химии 2019–2020 уч. г. Муниципальный этап. 9 класс. Липецкая область)**

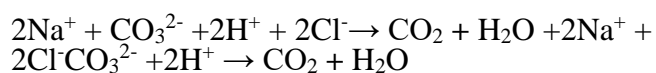
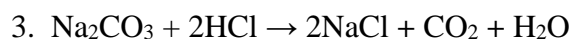
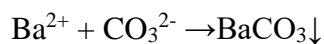
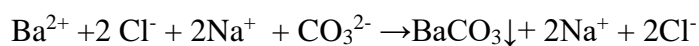
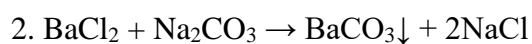
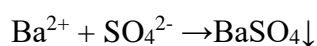
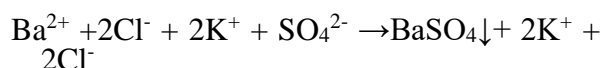
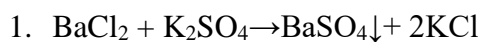
В четырех пронумерованных пробирках находятся растворы хлорида бария, карбоната натрия, сульфата калия и хлороводородная кислота. В Вашем распоряжении имеется необходимое число пустых пробирок. Не пользуясь никакими другими реактивами, определите содержимое каждой из пробирок. Составьте таблицу возможных попарных взаимодействий веществ. Напишите уравнения реакций в молекулярном, ионном (полном и сокращенном) видах. Укажите признаки реакций.

**Решение:**

	$\text{BaCl}_2$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{HCl}$
$\text{BaCl}_2$	-	выпадает осадок белого цвета	выпадает осадок белого цвета	без изменений
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	выпадает осадок белого цвета	-	без изменений	выделяется газ без цвета и запаха
$\text{K}_2\text{SO}_4$	выпадает осадок белого	без изменений	-	без изменений

	цвета			
HCl	без изменений	выделяется газ без цвета и запаха	без изменений	-

Уравнения проводимых реакций



**Система оценивания:**

Таблица наблюдений 4 балла

Уравнения реакций 3 балла

Ионные уравнения 3 балла

**Всего 10 баллов.**

**Общее количество баллов – 50.**

**Допускаются другие варианты решения задач, не искажающие смысл.**

При отправке детей на региональный этап олимпиады не забудьте про экспериментальный тур, где требуется защищающий одежду ХАЛАТ!