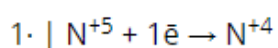
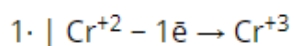
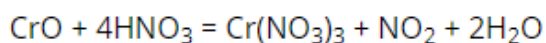


## Ответы к первой части варианта №27

№ задания, ответ	№ задания, ответ
1) 25	15) 4535
2) 235	16) 46
3) 23	17) 25
4) 12	18) 23
5) 268	19) 342
6) 43	20) 543
7) 3621	21) 3412
8) 2125	22) 2313
9) 34	23) 15
10) 687	24) 3412
11) 34	25) 241
12) 235	26) 1,6
13) 35	27) 30,2
14) 3443	28) 27,6

## Ответы ко второй части варианта №27

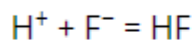
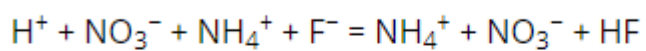
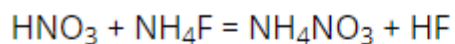
### Задание №29



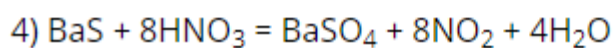
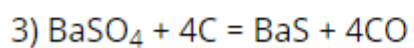
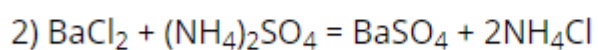
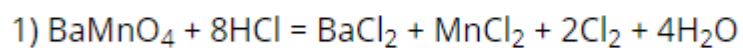
хром в степени окисления +2 (или оксид хрома(II)) является восстановителем;

азот в степени окисления +5 (или азотная кислота) – окислителем.

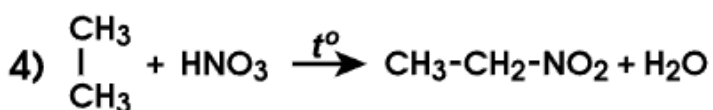
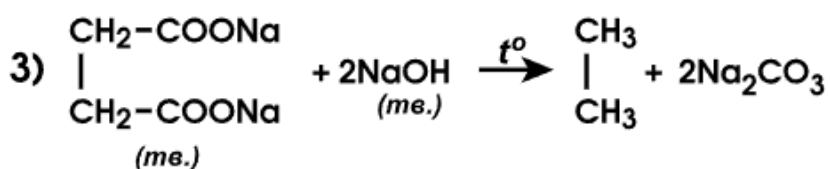
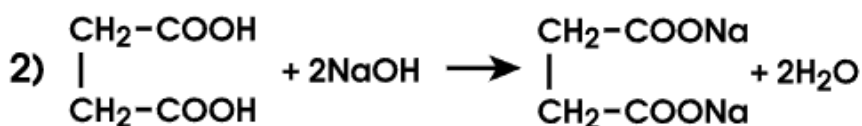
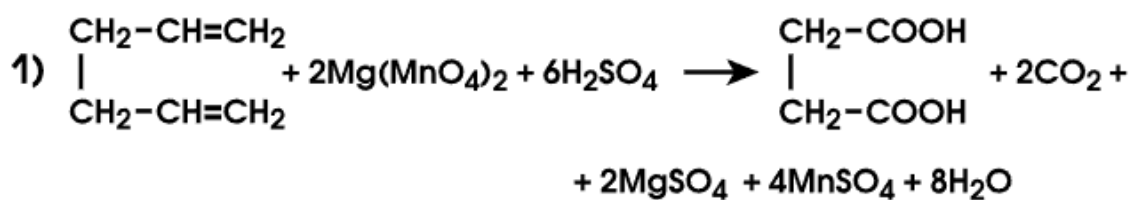
### Задание 30



### Задание 31



### Задание 32



## Задание 33

Смесь оксида железа(II) и оксида железа(III) массой 8,28 г растворили в 100 г концентрированной азотной кислоты, взятой в избытке. Полученный раствор упаривали до тех пор, пока твердый остаток не стал представлять собой одно единственное вещество. Данное вещество растворили в воде, а к образовавшемуся раствору добавили избыток раствора сульфида калия. При этом наблюдали образование осадка без выделения газа. Полученный в результате этого осадок отфильтровали и взвесили. Его масса оказалась равна 10,92 г. Определите массовую долю соли в растворе после растворения смеси оксидов.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

### **Решение:**

Пусть,

$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = x$  моль, а  $n(\text{FeO}) = y$  моль. Тогда:

$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = M \cdot n = 160x$  г, а  $m(\text{FeO}) = M \cdot n = 72y$  г;

Очевидно, что:

$m(\text{смеси } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ и } \text{FeO}) = m(\text{Fe}_2\text{O}_3) + m(\text{FeO}) = (160x + 72y)$  г

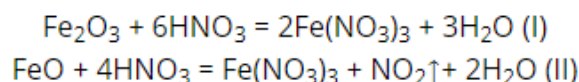
Также из условия мы знаем, что:

$m(\text{смеси } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ и } \text{FeO}) = 8,28$  г,

Получаем первое уравнение системы:

$160x + 72y = 8,28$

Оба оксида железа при взаимодействии с азотной кислотой образуют нитрат железа (III):



Выразим через  $x$  и  $y$  общее количество вещества нитрата железа (III) образовавшегося в результате реакций (I) и (II).

В начале решения мы приняли, что  $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = x$  моль, следовательно, в соответствии с уравнением реакции (I):

$$n_{\text{I}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2x \text{ моль},$$

Аналогично, учитывая, что  $n(\text{FeO})$  мы приняли равным  $y$  моль, в соответствии с уравнением реакции (II) мы можем сказать, что количество вещества нитрата железа(III), образовавшегося по реакции (II), будет равно:

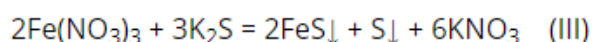
$$n_{\text{I}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = n(\text{FeO}) = y \text{ моль},$$

Таким образом:

$$n_{\text{общ.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = n_{\text{I}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) + n_{\text{II}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = (2x + y) \text{ моль},$$

В условии задачи сказано, что азотную кислоту к смеси оксидов железа добавили в избытке. Таким образом, до упаривания образовавшийся раствор состоял из нитрата железа(III), азотной кислоты и воды. Также известно, что в результате упаривания в твердом остатке остается одно единственное вещество. Исходя из того, что вода и азотная кислота имеют молекулярное строение, а нитрат железа(III) – ионное, логичным будет вывод о том, что твердый остаток представляет собой ни что иное, как нитрат железа(III) – наиболее высококипящий компонент данного раствора.

Таким образом, фактически избыток раствора сульфида калия добавляется к раствору нитрата железа(III). При этом протекает реакция, которая описывается уравнением:



Осадок, образовавшийся при добавлении раствора сульфида калия к раствору нитрата железа(III), представляет собой смесь двух веществ – сульфида железа(II) и серы.

Зная, как общее количество вещества нитрата железа выражается через  $x$  и  $y$ , мы аналогичным образом через  $x$  и  $y$  можем выразить количество вещества сульфида железа (II) и количество вещества серы.

Учитывая, что  $n_{\text{общее}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = (2x + y)$  моль, то в соответствии с уравнением реакции (III) мы можем записать, что:

$$n(\text{FeS}) = n_{\text{общее}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = (2x + y) \text{ моль}, \text{ и, аналогично, что:}$$

$$n(\text{S}) = 0,5 \cdot n_{\text{общее}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 0,5 \cdot (2x + y) = (x + 0,5y) \text{ моль},$$

В свою очередь:

$$m(\text{FeS}) = M \cdot n = 88(2x + y) = (176x + 88y) \text{ г,}$$

$$m(\text{S}) = M \cdot n = 32(x + 0,5y) = (32x + 16y) \text{ г}$$

Поскольку, как уже было сказано, осадок, образовавшийся в реакции (III), представляет собой смесь двух веществ – сульфида железа(II) и серы, мы можем сказать, что:

$$m_{\text{III}}(\text{осадка}) = m(\text{FeS}) + m(\text{S}) = (176x + 88y) \text{ г} + (32x + 16y) \text{ г} = (208x + 104y) \text{ г,}$$

В то же время, из условия задачи мы знаем, что:

$$m_{\text{III}}(\text{осадка}) = 10,92 \text{ г}$$

Отсюда имеем еще одно уравнение с двумя переменными:

$$208x + 104y = 10,92$$

Далее требуется решить систему двух уравнений в двумя неизвестными. Решаем:

$$\begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} 208x + 104y = 10,92 \\ 160x + 72y = 8,28 \end{array} \right. \cdot 1,3 \quad - \quad \left\{ \begin{array}{l} 208x + 104y = 10,92 \\ 208x + 93,6y = 10,764 \end{array} \right. \\ \hline 104y - 93,6y = 10,92 - 10,764 \\ 10,4y = 0,156 \\ y = 0,156 / 10,4 = 0,015 \end{array}$$

Подставим в любое уравнение системы значение  $y$ , чтобы найти значение  $x$ :

$$208x + 104 \cdot 0,015 = 10,92$$

$$208x + 1,56 = 10,92$$

$$208x = 9,36$$

$$x = 9,36 / 208 = 0,045$$

Таким образом,

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = x \text{ моль} = 0,045 \text{ моль},$$

$$n(\text{FeO}) = y \text{ моль} = 0,015 \text{ моль},$$

В задаче требуется рассчитать массовую долю соли в растворе, полученном при растворении оксидов железа в концентрированном растворе азотной кислоты. То есть, рассчитать массовую долю нитрата железа(III). Для расчета массовой доли нитрата железа(III) нам необходимо знать суммарную массу нитрата железа(III), образовавшегося из обоих оксидов в соответствии с уравнениями реакций (I) и (II).

Ранее мы уже записывали, что:

$$n_{\text{общ.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = n_{\text{I}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) + n_{\text{II}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = (2x + y) \text{ моль},$$

подставляя найденные значения  $x$  и  $y$  получаем:

$$n_{\text{общ.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 2 \cdot 0,045 + 0,015 = 0,105 \text{ моль, тогда,}$$

$$m_{\text{общ.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = n_{\text{общ.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) \cdot M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 0,105 \cdot 242 = 25,41 \text{ г},$$

Масса раствора, образовавшегося при растворении оксидов железа в концентрированной азотной кислоте будет равна:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{после р-ций I и II}) = m(\text{смеси Fe}_2\text{O}_3 \text{ и FeO}) + m(\text{HNO}_3(\text{конц.})) - m(\text{NO}_2)$$

Для расчета массы раствора, образовавшегося при растворении оксидов в концентрированной азотной кислоте, нам не хватает только значения массы диоксида азота. Найдем его. В соответствии с уравнением реакции (II):

$$n(\text{NO}_2) = n(\text{FeO}) = y \text{ моль} = 0,015 \text{ моль, следовательно,}$$

$$m(\text{NO}_2) = n \cdot M = 0,015 \cdot 46 = 0,69 \text{ г},$$

Тогда:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{после р-ций I и II}) = 8,28 \text{ г} + 100 \text{ г} - 0,69 \text{ г} = 107,59 \text{ г},$$

В свою очередь:

$$\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{m_{\text{общ.}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3)}{m_{\text{р-ра}}(\text{после р-ций I и II})} \cdot 100\% = \frac{25,41}{107,59} \cdot 100\% = 23,62\%$$

## Задание 34

При сжигании 2,28 г неизвестного органического вещества А в качестве единственных продуктов сгорания были получены 1,8 г воды и 2,688 л углекислого газа (н.у.). Известно, что вещество А может быть синтезировано в одну стадию из углеводорода Б, который может реагировать с гидроксидом диамина серебра в мольном соотношении 1:2 соответственно.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества А;
- 2) составьте структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения вещества А из вещества Б. (используйте структурные формулы органических веществ).

### Решение:

Поскольку в результате сгорания вещества **А** в качестве продуктов сгорания образовались только вода и углекислый газ, это означает, что вещество **А** представляет собой либо углеводород, либо органическое соединение, образованное тремя элементами - углеродом, водородом и кислородом. В любом случае, молекулярную формулу искомого соединения мы можем представить как  $C_xH_yO_z$ . В случае, если вдруг искомое соединение, все же окажется углеводородом, мы просто получим значение  $z = 0$ .

Определим количество вещества углекислого газа:

$$n(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2)/V_m = 2,688/22,4 = 0,12 \text{ моль,}$$

и воды:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O})/M(\text{H}_2\text{O}) = 1,8/18 = 0,1 \text{ моль.}$$

Далее определим количество вещества атомов углерода и их массу в составе органического вещества:

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,12 \text{ моль,}$$

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,12 \cdot 12 = 1,44 \text{ г,}$$



аналогичные расчеты проведем для водорода:

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ моль,}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ г}$$

Рассчитаем массу кислорода, которая содержалась в сожженной порции вещества **A** массой 2,28 г:

$$m(\text{O}) = m(\text{в-ва}) - m(\text{C}) - m(\text{H}) = 2,28 \text{ г} - 1,44 \text{ г} - 0,2 \text{ г} = 0,64 \text{ г,}$$

Мы получили значение массы кислорода отличное от нуля, следовательно соединение **A** – это не углеводород. Рассчитаем количество вещества атомов кислорода в порции вещества **A** массой 2,28 г:

$$n(\text{O}) = m(\text{O})/M(\text{O}) = 0,64/16 = 0,04 \text{ моль,}$$

Далее найдем простейшую формулу вещества **A**:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,12 : 0,2 : 0,04 = 3 : 5 : 1$$

То есть, простейшая (эмпирическая) формула вещества **A** -  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}$ .

Следует отметить, что полученная простейшая формула  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}$  не может оказаться истинной молекулярной формулой вещества **A**. Связано это с тем, что кислородсодержащие соединения с формулой вида  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$  не могут содержать в составе своих молекул нечетное число атомов водорода. Поэтому, для получения истинной молекулярной формулы вещества **A** найденную нами простейшую формулу нужно "увеличить" в четное число раз.

Для того, чтобы задача на установление формулы вещества была засчитана, достаточно найти хотя бы одно ее решение, при этом не так уж и редко задача имеет несколько или даже множество решений.

По этой причине, наша задача сейчас увеличивать последовательно простейшую формулу  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}$  в четное число раз, начиная с наименьшего четного числа - 2 (в 2, 4, 6 и т.д.) раз. И искать решения пока мы не наткнемся на первое подходящее. В случае успешного нахождения подходящего решения дальнейшие поиски дополнительных решений можно прекратить.

Увеличив простейшую формулу вещества **A** в два раза мы получаем формулу  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ .

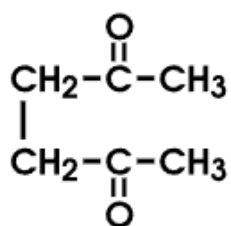
В условии задачи сказано, что исходный углеводород **B** может реагировать с  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ . Из углеводов с аммиачным раствором оксида серебра реагируют только те, молекулы которых имеют минимум одну тройную углерод-

углеродную связь на конце молекулы. Поскольку в условии сказано, что углеводород **Б** реагирует с гидроксидом диамминсеребра в соотношении 1:2, это значит, что молекула углеводорода **Б** имеет 2 подвижных атома водорода возле тройной  $CC$  связи. В такой же пропорции с аммиачным раствором оксида серебра из алкинов способен реагировать только ацетилен. Любой другой его гомолог с концевой тройной связью  $CC$  способен реагировать с аммиачным комплексом только в соотношении 1:1. Отсюда, логично предположить, что искомым углеводородом является ацетилен. В свою очередь соединение **А** может представлять собой продукт полной гидратации алкадиина **Б**.

В таком случае искомым углеводородом **Б** может являться гексадиин-1,5, а продуктом получаемым из него в одну стадию гександион-2,4. Таким образом, :

1) молекулярная формула вещества **А** -  $C_6H_{10}O_2$

2) структурная формула вещества **А**:



3) уравнение реакции получения вещества **А** из вещества **Б**:

