

**LXXIV Московская олимпиада школьников по химии**  
**Отборочный этап**  
**2017-2018 уч.год**  
**10 класс**

**Каждое задание – 10 баллов**  
**Всего за 10 заданий – 100 баллов**

**10-1-1**

Определите количество кристаллизационной воды (n) в кристаллогидрате сульфата меди ( $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), если при его растворении в воде масса раствора увеличивается на 7,5 г, а полученный раствор способен осадить 2,94 г осадка из избытка раствора гидроксида натрия.

Ответ: 5.

Рекомендации к решению: Масса кристаллогидрата 7,5 г, при этом осаждается 0,03 моль гидроксида меди, то есть изначально было 0,03 моль кристаллогидрата. Таким образом, молярная масса кристаллогидрата =  $7,5/0,03 = 250$  г/моль. То есть на воду приходится 90 г/моль, а значит  $n=5$ .

**10-1-2**

Определите количество кристаллизационной воды (n) в кристаллогидрате сульфата меди ( $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), если при его растворении в воде масса раствора увеличивается на 4,28 г, а полученный раствор способен осадить 4,66 г осадка из избытка раствора хлорида бария.

Ответ: 3.

Рекомендации к решению: Масса кристаллогидрата 4,28 г, при этом осаждается 0,02 моль сульфата бария, то есть изначально было 0,02 моль кристаллогидрата. Таким образом, молярная масса кристаллогидрата =  $4,28/0,02 = 214$  г/моль. То есть на воду приходится 54 г/моль, а значит  $n=3$ .

**10-1-3**

Определите количество кристаллизационной воды (n) в кристаллогидрате сульфата меди ( $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), если при его растворении в воде масса раствора увеличивается на 5,72 г, а полученный раствор способен осадить 1,96 г осадка из избытка раствора гидроксида калия.

Ответ: 7.

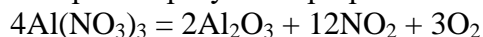
Рекомендации к решению: Масса кристаллогидрата 5,72 г, при этом осаждается 0,02 моль гидроксида меди, то есть изначально было 0,02 моль кристаллогидрата. Таким образом, молярная масса кристаллогидрата =  $5,72/0,02 = 286$  г/моль. То есть на воду приходится 126 г/моль, а значит  $n=7$ .

**10-2-1**

Сколько граммов вещества X необходимо взять, чтобы при его разложении выделилось 6,72 л газов (при н.у.)? При разложении X образуются оксид металла с  $w(\text{O}) = 47,1\%$  и смесь газов со средней молярной массой 43,2 г/моль. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: 17 г.

Рекомендации к решению: Вероятнее всего, разложению подвергается нитрат какого-то металла, поскольку средняя молярная масса 43,2 г/моль соответствует смеси газов NO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в соотношении 4:1. Подбором получаем, что оксид металла – это оксид алюминия, который образуется при разложении нитрата алюминия по реакции



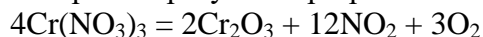
Газов выделилось 0,3 моль, то есть кислорода выделилось 0,06 моль, а нитрата алюминия понадобилось 0,08 моль, или 17,04 г. Округляем до целых – 17 г.

### 10-2-2

Сколько граммов вещества Y необходимо взять, чтобы при его разложении выделилось 13,44 л газов (при н.у.)? При разложении Y образуются оксид металла с w(O) = 31,6% и смесь газов со средней молярной массой 43,2 г/моль. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: 38 г.

Рекомендации к решению: Вероятнее всего, разложению подвергается нитрат какого-то металла, поскольку средняя молярная масса 43,2 г/моль соответствует смеси газов NO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в соотношении 4:1. Подбором получаем, что оксид металла – это оксид хрома (III), который образуется при разложении нитрата хрома (III) по реакции



Газов выделилось 0,6 моль, то есть кислорода выделилось 0,12 моль, а нитрата хрома (III) понадобилось 0,16 моль, или 38,08 г. Округляем до целых – 38 г.

### 10-2-3

Сколько граммов вещества Z необходимо взять, чтобы при его разложении выделилось 16,8 л газов (при н.у.)? При разложении Z образуются оксид металла с w(O) = 30% и смесь газов со средней молярной массой 43,2 г/моль. Ответ округляйте до целого числа.

Ответ: 48 г.

Рекомендации к решению: Вероятнее всего, разложению подвергается нитрат какого-то металла, поскольку средняя молярная масса 43,2 г/моль соответствует смеси газов NO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в соотношении 4:1. Подбором получаем, что оксид металла – это оксид железа (III), который образуется при разложении нитрата железа (III) по реакции



Газов выделилось 0,75 моль, то есть кислорода выделилось 0,15 моль, а нитрата железа (III) понадобилось 0,2 моль, или 48,4 г. Округляем до целых – 48 г.

### 10-3-1

Калиевая оксосоль элемента X содержит 30,585% калия по массе. Трёхвалентный анион соли содержит только один атом X. Рассчитайте формулу соли. Учтите, что желательно брать массы элементов с точностью до третьего знака после запятой, так как неизвестный элемент должен идеально совпадать с массой, указанной в таблице Д.И.Менделеева (расхождение меньше 0,02).

Ответ: K<sub>3</sub>ReO<sub>5</sub>

Рекомендации к решению: Общая формула соединения K<sub>3</sub>XO<sub>n</sub>. Таким образом, молярная масса соли  $39,098 \cdot 3 / 0,30585 = 383,464$  г/моль. Молярная масса аниона составляет 266,17 г/моль. Разумный перебор показывает, что n = 5, а молярная масса X = 186,17, что соответствует рению.

### 10-3-2

Калиевая оксосоль элемента X содержит 28,928% калия по массе. Двухвалентный анион соли содержит два атома X. Рассчитайте формулу соли. Учтите, что желательно брать массы элементов с точностью до третьего знака после запятой, так как неизвестный элемент должен идеально совпадать с массой, указанной в таблице Д.И.Менделеева (расхождение меньше 0,02).

Ответ:  $K_2S_2O_8$

Рекомендации к решению: Общая формула соединения  $K_2X_2O_n$ . Таким образом, молярная масса соли  $39,098 \cdot 2 / 0,28928 = 270,313$  г/моль. Молярная масса аниона составляет 192,117 г/моль. Разумный перебор показывает, что  $n = 8$ , а молярная масса X = 32,058, что соответствует сере.

### 10-3-3

Натриевая оксосоль элемента X содержит 46,926% натрия по массе. Трёхвалентный анион соли содержит только один атом X. Рассчитайте формулу соли. Учтите, что желательно брать массы элементов с точностью до третьего знака после запятой, так как неизвестный элемент должен идеально совпадать с массой, указанной в таблице Д.И.Менделеева (расхождение меньше 0,02).

Ответ:  $Na_3NO_4$

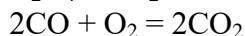
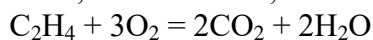
Рекомендации к решению: Общая формула соединения  $Na_3XO_n$ . Таким образом, молярная масса соли  $22,99 \cdot 3 / 0,46926 = 146,976$  г/моль. Молярная масса аниона составляет 78,006 г/моль. Разумный перебор показывает, что  $n = 4$ , а молярная масса X = 14,006, что соответствует азоту.

### 10-4-1

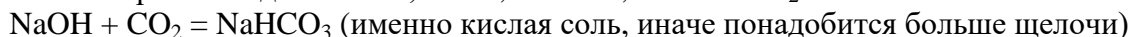
Имеется смесь объёмом 51,52 л, содержащая этилен и оксид углерода(II). Объёмная доля угарного газа в смеси равна 0,7. Данную смесь сожгли в стехиометрическом количестве кислорода. Рассчитайте МИНИМАЛЬНУЮ массу 10 % раствора гидроксида натрия, через который нужно пропустить получившуюся смесь, чтобы она полностью поглотилась. В ответ запишите массу (в килограммах) 10 % раствора гидроксида натрия, округленную до первого знака после запятой.

Ответ: 1,2.

Рекомендации к решению: Количество смеси – 2,3 моль. При этом угарного газа – 1,61 моль, а этилена – 0,69 моль. Уравнения реакций горения:



Таким образом выделилось  $1,61 + 0,69 \cdot 2 = 2,99$  моль  $CO_2$ .



Таким образом, потребовалось 2,99 моль NaOH, то есть 119,6 г. Масса раствора в этом случае – 1,196 кг. Округляем до первого знака после запятой – 1,2 кг.

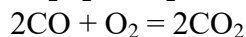
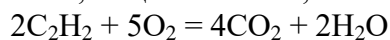
### 10-4-2

Имеется смесь объёмом 33,6 л, содержащая ацетилен и оксид углерода(II). Объёмная доля угарного газа в смеси равна 0,4. Данную смесь сожгли в стехиометрическом количестве кислорода. Рассчитайте МИНИМАЛЬНУЮ массу 20 % раствора гидроксида натрия, через который нужно пропустить получившуюся смесь, чтобы она полностью

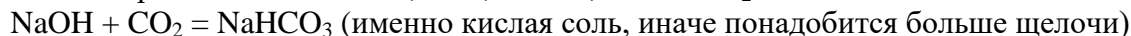
поглотилась. В ответ запишите массу (в килограммах) 20 % раствора гидроксида натрия, округленную до первого знака после запятой.

Ответ: 0,5.

Рекомендации к решению: Количество смеси – 1,5 моль. При этом угарного газа – 0,6 моль, а ацетилен – 0,9 моль. Уравнения реакций горения:



Таким образом выделилось  $0,6 + 0,9 \cdot 2 = 2,4$  моль  $\text{CO}_2$ .



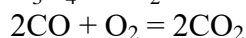
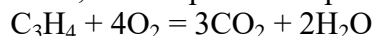
Таким образом, потребовалось 2,4 моль  $\text{NaOH}$ , то есть 48 г. Масса раствора в этом случае – 0,48 кг. Округляем до первого знака после запятой – 0,5 кг.

### 10-4-3

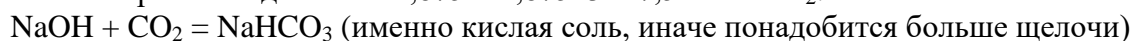
Имеется смесь объемом 84 л, содержащая пропин и оксид углерода(II). Объемная доля угарного газа в смеси равна 0,5. Данную смесь сожгли в стехиометрическом количестве кислорода. Рассчитайте МИНИМАЛЬНУЮ массу 15 % раствора гидроксида натрия, через который нужно пропустить получившуюся смесь, чтобы она полностью поглотилась. В ответ запишите массу (в килограммах) 15 % раствора гидроксида натрия, округленную до целых.

Ответ: 2.

Рекомендации к решению: Количество смеси – 3,75 моль. При этом угарного газа – 1,875 моль, как и пропина. Уравнения реакций горения:



Таким образом выделилось  $1,875 + 1,875 \cdot 3 = 7,5$  моль  $\text{CO}_2$ .



Таким образом, потребовалось 7,5 моль  $\text{NaOH}$ , то есть 300 г. Масса раствора в этом случае – 2 кг. Округляем до первого знака после запятой – 2 кг.

### 10-5-1

Рассчитайте тепловой эффект (в кДж) реакции горения  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 = \text{A} + \text{B}$ , если в реакцию вступило 0,2 моль  $\text{FeS}_2$ , при этом теплоты образования составляют:

$$Q_{\text{обр}}(\text{FeS}_2) = 163,3 \text{ кДж/моль};$$

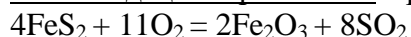
$$Q_{\text{обр}}(\text{A}) \text{ (содержит Fe)} = 822,2 \text{ кДж/моль};$$

$$Q_{\text{обр}}(\text{B}) \text{ (содержит S)} = 297,0 \text{ кДж/моль}.$$

Ответ округлите до целых!

Ответ: 168.

Рекомендации к решению: Уравнение реакции:



На 4 моль  $\text{FeS}_2$  тепловой эффект получается равным  $822,2 \cdot 2 + 297 \cdot 8 - 163,3 \cdot 4 = 3367,2$  кДж. На 0,2 моль – в 20 раз меньше, то есть 168,36 кДж. Округляем до целых – 168 кДж.

### 10-5-2

Рассчитайте тепловой эффект (в кДж) реакции горения  $\text{CS}_2 + \text{O}_2 = \text{A} + \text{B}$ , если в реакцию вступило 0,2 моль  $\text{CS}_2$ , при этом теплоты образования  $Q_{\text{обр}}$  (в кДж/моль) составляют:

$$Q_{\text{обр}}(\text{CS}_2) = -87,8 \text{ кДж/моль};$$

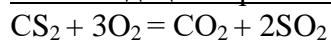
$Q_{\text{обр}}(\text{A})$  (содержит С) = 393,5 кДж/моль;

$Q_{\text{обр}}(\text{B})$  (содержит S) = 297,0 кДж/моль.

Ответ округлите до целых!

Ответ: 215.

Рекомендации к решению: Уравнение реакции:



На 1 моль  $\text{CS}_2$  тепловой эффект получается равным  $393,5 + 297 \cdot 2 + 87,8 = 1075,3$  кДж.

На 0,2 моль – в 5 раз меньше, то есть 215,06 кДж. Округляем до целых – 215 кДж.

### 10-5-3

Рассчитайте тепловой эффект (в кДж) реакции горения  $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{O}_2 = \text{A} + \text{B}$ , если в реакцию вступило 0,2 моль  $\text{Al}_2\text{S}_3$ , при этом теплоты образования  $Q_{\text{обр}}$  (в кДж/моль) составляют:

$Q_{\text{обр}}(\text{Al}_2\text{S}_3) = 723,4$  кДж/моль;

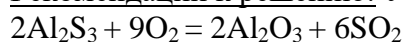
$Q_{\text{обр}}(\text{A})$  (содержит Al) = 1675,7 кДж/моль;

$Q_{\text{обр}}(\text{B})$  (содержит S) = 297,0 кДж/моль.

Ответ округлите до целых!

Ответ: 369.

Рекомендации к решению: Уравнение реакции:



На 2 моль  $\text{Al}_2\text{S}_3$  тепловой эффект получается равным  $1675,7 \cdot 2 + 297 \cdot 6 - 723,4 \cdot 2 = 3686,6$  кДж. На 0,2 моль – в 10 раз меньше, то есть 368,66 кДж. Округляем до целых – 369 кДж.

### 10-6-1

Назовите простейшее органическое соединение, реагирующее с амидом натрия, но после нагревания в присутствии активированного угля или комплекса никеля теряющее эту способность. Простейшим считается соединение, имеющее наименьшую молекулярную массу.

Ответ: ацетилен ИЛИ этин

Рекомендации к решению: Очевидно, что в присутствии активированного угля теряют способность к своим типичным реакциям алкины, первым членом гомологического ряда которых является ацетилен.

### 10-6-2

Назовите простейшее органическое соединение, окрашивающее лакмусовую бумажку в красный цвет и вступающее в реакцию серебряного зеркала. Простейшим считается соединение, имеющее наименьшую молекулярную массу.

Ответ: муравьиная кислота ИЛИ метановая кислота

Рекомендации к решению: Соединение, окрашивающее лакмус в красный цвет – это соединение, обладающее кислотными свойствами. Кроме того, данное соединение обладает свойствами альдегидов. Самым простым из такого ряда является муравьиная кислота.

### 10-6-3

Назовите простейшее органическое соединение, реагирующее с щелочным раствором перманганата калия с образованием вещества, которое способно растворить осадок гидроксида меди (II). Простейшим считается соединение, имеющее наименьшую молекулярную массу.

Ответ: этилен ИЛИ этен

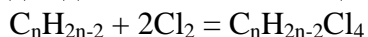
Рекомендации к решению: Вещество, растворяющее осадок гидроксида меди – это многоатомный спирт, образующийся при окислении перманганатом калия алкенов, самым простым из которых является этилен.

### 10-7-1

A – непредельный углеводород без циклов, обладающий, кроме одинарных, только двойной(ыми) связью(ями). При реакции углеводорода A с хлором его масса увеличилась в 2,73 раза. При реакции 0,1 моль углеводорода A с водой расходуется 3,6 г воды. Определите формулу углеводорода A. В ответ запишите последовательность индексов. Например, для вещества C<sub>8</sub>H<sub>10</sub> – ответ 810.

Ответ: 610.

Рекомендации к решению: 0,1 моль A присоединяет 0,2 моль воды, то есть в его составе две двойные связи. Общая формула A – C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>.



То есть  $M(C_nH_{2n-2}Cl_4) = 2,73 * M(C_nH_{2n-2})$

$$14n-2+142 = 2,73*(14n-2)$$

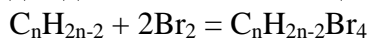
Откуда n=6.

### 10-7-2

B – непредельный углеводород без циклов, обладающий, кроме одинарных, только двойной(ыми) связью(ями). При реакции углеводорода B с бромом его масса увеличилась в 6,93 раза. При реакции 0,2 моль углеводорода B с хлором расходуется 8,96 л (н.у.) хлора. Определите формулу углеводорода B. В ответ запишите последовательность индексов. Например, для вещества C<sub>8</sub>H<sub>10</sub> – ответ 810.

Ответ: 46.

Рекомендации к решению: 0,2 моль B присоединяет 0,4 моль хлора, то есть в его составе две двойные связи. Общая формула A – C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>.



То есть  $M(C_nH_{2n-2}Br_4) = 6,93 * M(C_nH_{2n-2})$

$$14n-2+320 = 6,93*(14n-2)$$

Откуда n=4.

### 10-7-3

C – непредельный углеводород без циклов, обладающий, кроме одинарных, только двойной(ыми) связью(ями). При реакции углеводорода C с иодоводородом его масса увеличилась в 4,765 раза. При реакции 0,3 моль углеводорода C с водой расходуется 10,8 г воды. Определите формулу углеводорода C. В ответ запишите последовательность индексов. Например, для вещества C<sub>8</sub>H<sub>10</sub> – ответ 810.

Ответ: 58.

Рекомендации к решению: 0,3 моль C присоединяет 0,6 моль воды, то есть в его составе две двойные связи. Общая формула А –  $C_nH_{2n-2}$ .



То есть  $M(C_nH_{2n}I_2) = 4,765 * M(C_nH_{2n-2})$

$$14n + 254 = 4,765 * (14n - 2)$$

Откуда  $n=5$ .

### 10-8-1

Из предложенных соединений выберите соединения, обладающие оптической изомерией.

В ответ запишите последовательность номеров без пробелов.

1 – 3,3-диметилбутановая кислота;

2 – 3-бром-3-хлорпентандиовая (1,5) кислота;

3 – 2,3,4-тригидроксибутаналь;

4 – 1-бром-1-хлорэтан.

ответ: 34.

### 10-8-2

Из предложенных соединений выберите соединения, обладающие оптической изомерией.

В ответ запишите последовательность номеров без пробелов.

1 – 1-фенил-2-этилбутан;

2 – 3-фенилгексан;

3 – 1-фенил-2-метилбутан;

4 – 1-фенил-3-метилбутан.

Ответ: 23.

### 10-8-3

Из предложенных соединений выберите соединения, обладающие оптической изомерией.

В ответ запишите последовательность номеров без пробелов.

1 – 2,3,4,5-тетрагидроксипентаналь;

2 – дифенилметан;

3 – дифенилхлорметан;

4 – 2-метилпиперидин.

Ответ: 14.

### 10-9-1

Смесь метана, 2,2-диметилпропана и пропана подвергли радикальному хлорированию. Напишите суммарное количество моноклорпроизводных.

Ответ: 4.

Рекомендации к решению: Метан – одно моноклорпроизводное, 2,2-диметилпропан – одно и пропан – два.

### 10-9-2

Смесь толуола, 1,3,5-триметилбензола и 1-метил-3-этил,5-бутилбензола подвергли радикальному хлорированию. Напишите суммарное количество моноклорпроизводных.

Ответ: 9.

Рекомендации к решению: Толуол – одно монохлорпроизводное, 1,3,5-триметилбензол – одно и 1-метил,3-этил,5-бутилбензол – семь.

### 10-9-3

Смесь 1,1-диэтилциклогексана, 2,3-диметилбутана и 1,3,5-триметилциклогексана подвергли радикальному хлорированию. Напишите суммарное количество монохлорпроизводных.

Ответ: 10.

Рекомендации к решению: 1,1-диэтилциклогексан – четыре монохлорпроизводных, 2,3-диметилбутан – два, 1,3,5-триметилциклогексан – три.

### 10-10-1

Определите количество электронов в самом тяжёлом ионе, образующемся при реакции растворов хлорида алюминия и гидроксида натрия в мольном соотношении 1:4. Взаимодействием ионов с водой пренебречь.

Ответ: 50.

Рекомендации к решению: искомый ион –  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ .

### 10-10-2

Определите количество электронов в самом тяжёлом ионе, образующемся при реакции растворов хлорида цинка и гидроксида натрия в мольном соотношении 1:4. Взаимодействием ионов с водой пренебречь.

Ответ: 68.

Рекомендации к решению: искомый ион –  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ .

### 10-10-3

Определите количество электронов в самом тяжёлом ионе, образующемся при реакции растворов хлорида хрома(III) и гидроксида натрия в мольном соотношении 1:6. Взаимодействием ионов с водой пренебречь.

Ответ: 81.

Рекомендации к решению: искомый ион –  $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$ .