

**LXXV Московская олимпиада школьников по химии**

**Отборочный этап**

8 класс

**Каждое задание – 10 баллов**

**Всего за 10 заданий – 100 баллов**

1-1. Элементы А и В принадлежат одному периоду Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Известно, что число электронов в нейтральном атоме А втрое больше, чем в атоме В. Определите молярную массу (в г/моль) бинарного соединения, образованного этими элементами. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 15).

Ответ: 26

*Решение. Такое большое различие в количестве электронов (в три раза) в пределах одного периода наблюдается только в начале таблицы, где элементы содержат малое количество электронов. В 1 периоде всего 2 элемента, поэтому начинаем поиск со 2 периода. Там такие элементы есть - Li (3e) и F (9e).  $M(\text{LiF}) = 7 + 19 = 26$  г/моль*

1-2. Элементы А и В принадлежат одной группе Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева и образуют несколько бинарных соединений друг с другом. Известно, что относительная атомная масса А вдвое больше, чем у В. Определите заряд ядра атома элемента В. В ответе запишите число, без символа «+» (например, 15).

Ответ: 8

*Судя по описанию, хотя бы один из элементов - неметалл, причем водород, очевидно, не подходит (слишком легкий), поэтому начинаем поиск с правого верхнего угла таблицы. Такая разница масс в пределах группы есть у кислорода и серы, причем известно, что сера - элемент с переменной валентностью, поэтому образует несколько бинарных соединений с кислородом. Таким образом, В - кислород, его заряд ядра +8 или 8.*

1-3. Элементы А и В принадлежат одной группе Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева и не образуют соединений друг с другом. Известно, что относительная атомная масса А вдвое меньше, чем у В. Определите молярную массу (в г/моль) газообразного простого вещества, образованного элементом А. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 15).

Ответ: 20

*Решение: Из описания следует, что простое вещество, образованное одним из элементов, малоактивный газ, поэтому начинаем поиск с инертных газов. Там есть два элемента, имеющих требуемую разницу - неон и аргон. Поэтому элемент А - неон, его молярная масса - 20 г/моль*

2-1. Колбу объемом 5 л наполнили при нормальных условиях до краев хлороводородом, а потом полностью залили водой. Определите массовую долю (в %) растворенного вещества в полученном растворе, считая, что в процессе заполнения водой колбы содержащееся в ней

до этого вещество не улетучивалось. В ответе запишите число с точностью до сотых (например, 0,15).

Ответ: 0.16 (или 0,16)

Решение: 1) Рассчитаем массу хлороводорода в колбе:  $m(\text{HCl}) = 5/22.4 * 35.5 = 7.92 \text{ г}$ . Такое количество газа легко растворится в добавляемом объеме воды. Ее масса - 5000 г (5 л содержит 5 кг воды). 2)  $\omega(\text{HCl}) = 7.92/(5000+7.92) = 0.16\%$

2-2. Колбу объемом 10 л наполнили при нормальных условиях до краев фтороводородом, а потом полностью залили водой. Определите массовую долю (в %) растворенного вещества в полученном растворе, считая, что в процессе заполнения водой колбы содержащееся в ней до этого вещество не улетучивалось. В ответе запишите число с точностью до сотых (например, 0,15).

Ответ: 0.09 (или 0,09)

Решение: 1) Рассчитаем массу фтороводорода в колбе:  $m(\text{HF}) = 10/22.4 * 20 = 8.93 \text{ г}$ . Такое количество газа легко растворится в добавляемом объеме воды. Ее масса - 10000 г (10 л содержит 10 кг воды). 2)  $\omega(\text{HF}) = 8.93/(10000+8.93) = 0.09\%$

2-3. Колбу объемом 8 л наполнили при нормальных условиях до краев аммиаком, а потом полностью залили водой. Определите массовую долю (в %) растворенного вещества в полученном растворе, считая, что в процессе заполнения водой колбы содержащееся в ней до этого вещество не улетучивалось. В ответе запишите число с точностью до сотых (например, 0,15).

Ответ: 0.08 (или 0,08)

Решение: 1) Рассчитаем массу аммиака в колбе:  $m(\text{NH}_3) = 8/22.4 * 17 = 6.07 \text{ г}$ . Такое количество газа легко растворится в добавляемом объеме воды. Ее масса - 8000 г (8 л содержит 8 кг воды). 2)  $\omega(\text{NH}_3) = 6.07/(8000+6.07) = 0.0756\% \approx 0.08\%$

3-1. В 5,6 л (при н.у.) простого газообразного вещества содержится  $1,505 * 10^{24}$  электронов. Определите молярную массу данного простого вещества. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 15).

Ответ: 20

При нормальных условиях 5.6 л газа составляет количество вещества газа  $5.6/22.4 = 0.25$  моль. Количество электронов в этом же объеме -  $1,505 * 10^{24} / (6.02 * 10^{23}) = 2.5$  моль. Таким образом, на 1 моль газа приходится 10 электронов, что соответствует неону (Ne), его молярная масса - 20 г/моль.

3-2. В 5,6 л (при н.у.) простого газообразного вещества содержится  $3,612 * 10^{24}$  электронов. Определите молярную массу данного простого вещества. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 15).

Ответ: 48

При нормальных условиях 5.6 л газа составляет количество вещества газа  $5.6/22.4 = 0.25$  моль. Количество электронов в этом же объеме -  $3,612 \cdot 10^{24} / (6.02 \cdot 10^{23}) = 6$  моль. Таким образом, на 1 моль газа приходится 24 электрона, что соответствует озону ( $O_3$ ), его молярная масса - 48 г/моль.

3-3. В 5,6 л (при н.у.) простого газообразного вещества содержится  $2,408 \cdot 10^{24}$  электронов. Определите молярную массу данного простого вещества. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 15).

Ответ: 32

При нормальных условиях 5.6 л газа составляет количество вещества газа  $5.6/22.4 = 0.25$  моль. Количество электронов в этом же объеме -  $2,408 \cdot 10^{24} / (6.02 \cdot 10^{23}) = 4$  моль. Таким образом, на 1 моль газа приходится 16 электронов, что соответствует кислороду ( $O_2$ ), его молярная масса - 32 г/моль.

4-1. Определите массовую долю (в %) калия в смеси, полученной при смешивании 0,2 моль сульфата калия и 0,7 моль сульфата меди. В ответе запишите число с точностью до **целых** (например, 15).

Ответ: 11

Рассчитаем общую массу такой смеси:

$$M(K_2SO_4) = 39 \cdot 2 + 32 + 64 = 174 \text{ г/моль}$$

$$M(CuSO_4) = 64 + 32 + 64 = 160 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{смеси}) = 174 \cdot 0.2 + 160 \cdot 0.7 = 146.8 \text{ г}$$

Калий содержится только в одном соединении, его количество составляет  $\nu(K) = 0.2 \cdot 2 = 0.4$  моль, масса  $m(S) = 0.4 \cdot 39 = 15.6 \text{ г}$

$$\text{Массовая доля калия } \omega(K) = 15.6 / 146.8 = 11\%$$

4-2. Определите массовую долю (в %) серы в смеси, полученной при смешивании 0,2 моль сульфата калия и 0,7 моль сульфата меди. В ответе запишите число с точностью до **целых** (например, 15).

Ответ: 20

Рассчитаем общую массу такой смеси:

$$M(K_2SO_4) = 39 \cdot 2 + 32 + 64 = 174 \text{ г/моль}$$

$$M(CuSO_4) = 64 + 32 + 64 = 160 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{смеси}) = 174 \cdot 0.2 + 160 \cdot 0.7 = 146.8 \text{ г}$$

Сера содержится в обоих соединениях, его суммарное количество составляет  $\nu(S) = 0.2 + 0.7 = 0.9$  моль, масса  $m(S) = 0.9 \cdot 32 = 28.8 \text{ г}$

$$\text{Массовая доля серы } \omega(S) = 28.8 / 146.8 = 20\%$$

4-3. Определите массовую долю (в %) кислорода в смеси, полученной при смешивании 0,2 моль сульфата калия и 0,7 моль сульфата меди. В ответе запишите число с точностью до **целых** (например, 15).

Ответ: 39

*Рассчитаем общую массу такой смеси:*

$$M(K_2SO_4) = 39 \cdot 2 + 32 + 64 = 174 \text{ г/моль}$$

$$M(CuSO_4) = 64 + 32 + 64 = 160 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{смеси}) = 174 \cdot 0,2 + 160 \cdot 0,7 = 146,8 \text{ г.}$$

*Кислород содержится в обоих соединениях, его суммарное количество составляет  $\nu(O) = 0,2 \cdot 4 + 0,7 \cdot 4 = 3,6$  моль, масса  $m(O) = 3,6 \cdot 16 = 57,6$  г*

$$\text{Массовая доля серы } \omega(O) = 57,6 / 146,8 = 39\%$$

5-1. В каких суждениях идет речь о сере как о химическом элементе?

1. Ромбическая сера представляет собой желтый порошок, практически не растворимый в воде.
  2. Заряд ядра атома серы равен +16.
  3. Сера входит в состав сульфатов.
  4. Сера реагирует со многими металлами при комнатной температуре.
- В ответе приведите комбинацию номеров без пропусков и знаков препинания (например, 134).

Ответ: 23

5-2. В каких суждениях идет речь о фосфоре как о простом веществе?

1. Относительная атомная масса фосфора равна 31.
  2. Белый фосфор светится в темноте.
  3. Фосфор образует несколько кислородсодержащих кислот.
  4. При нагревании фосфор активно реагирует с кислородом воздуха.
- В ответе приведите комбинацию номеров без пропусков и знаков препинания (например, 134).

Ответ: 24

5-3. В каких суждениях идет речь о фторе как о химическом элементе?

1. Фтор входит в состав зубной эмали.
  2. Фтор представляет собой светло-желтый газ.
  3. Вода горит во фторе.
  4. Число нейтронов в атоме основного изотопа фтора равно 10.
- В ответе приведите комбинацию номеров без пропусков и знаков препинания (например, 134).

Ответ: 14

6-1. При окислении 24 г простого вещества А образовалось 48 г оксида. Определите, какой объем кислорода (в литрах, н.у.) был затрачен. В ответе запишите число с точностью до десятых (например, 0,5).

Ответ: 16.8 или 16,8

*Окисление простого вещества - реакция соединения, поэтому массу кислорода, затраченную на процесс, можно рассчитать как разницу между массой продукта и массой самого простого вещества:  $m(O_2) = 48 - 24 = 24$  г, отсюда  $\nu(O_2) = 24/32 = 0.75$  моль, занимающие при н.у. объем  $V(O_2) = 0.75 \cdot 22.4 = 16.8$  л*

6-2. При окислении 24 г простого вещества А образовалось 88 г оксида. Определите, какой объем кислорода (в литрах, н.у.) был затрачен. В ответе запишите число с точностью до десятых (например, 0,5).

Ответ: 44.8 или 44,8

*Окисление простого вещества - реакция соединения, поэтому массу кислорода, затраченную на процесс, можно рассчитать как разницу между массой продукта и массой самого простого вещества:  $m(O_2) = 88 - 24 = 64$  г, отсюда  $\nu(O_2) = 64/32 = 2$  моль, занимающие при н.у. объем  $V(O_2) = 2 \cdot 22.4 = 44.8$  л*

6-3. При окислении 24 г простого вещества А образовалось 40 г оксида. Определите, какой объем кислорода (в литрах, н.у.) был затрачен. В ответе запишите число с точностью до десятых (например, 0,5).

Ответ: 11.2 или 11,2

*Окисление простого вещества - реакция соединения, поэтому массу кислорода, затраченную на процесс, можно рассчитать как разницу между массой продукта и массой самого простого вещества:  $m(O_2) = 40 - 24 = 16$  г, отсюда  $\nu(O_2) = 16/32 = 0.5$  моль, занимающие при н.у. объем  $V(O_2) = 0.5 \cdot 22.4 = 11.2$  л*

7-1. Известно, что удельная теплота парообразования воды равна 2260 кДж/кг, а при сгорании 1 моль угля выделяется 393 кДж теплоты. Определите, какую массу (в граммах) угля нужно сжечь, чтобы перевести в пар 3 л воды. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 1555).

Ответ: 207

*3 л чистой воды содержат в себе 3 кг воды, поэтому на их полное испарение необходимо затратить  $Q = 2260 \cdot 3 = 6780$  кДж теплоты. Для того, чтобы получить такое же количество теплоты, необходимо сжечь  $\nu(C) = 6780/393 = 17.25$  моль угля, масса которого составляет  $m(C) = 12 \cdot 17.25 = 207$  г.*

7-2. Известно, что удельная теплота парообразования воды равна 2260 кДж/кг, а при сгорании 1 моль угля выделяется 393 кДж теплоты. Определите, какую массу (в граммах) угля нужно сжечь, чтобы перевести в пар 10 л воды. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 1555).

Ответ: 690

*10 л чистой воды содержат в себе 10 кг воды, поэтому на их полное испарение необходимо затратить  $Q = 2260 \cdot 10 = 22600$  кДж теплоты. Для того, чтобы получить такое же количество теплоты, необходимо сжечь  $\nu(C) = 22600/393 = 57.5$  моль угля, масса которого составляет  $m(C) = 12 \cdot 57.5 = 690$  г*

7-3. Известно, что удельная теплота парообразования воды равна 2260 кДж/кг, а при сгорании 1 моль угля выделяется 393 кДж теплоты. Определите, какую массу (в граммах) воды можно перевести в пар при сгорании 500 г угля. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 1555).

Ответ:

*1 моль угля соответствует 12 г угля, поэтому чтобы определить, сколько теплоты выделится при сгорании 500 г угля, составим пропорцию:  $12/393 = 500/x$ , откуда  $x = 16375$  кДж. С помощью такого количества теплоты можно перевести в пар  $m = 16375/2260 = 7.246$  кг = 7246 г воды*

8-1. Имеется смесь поваренной соли, речного песка, снега и машинного масла. Расположите операции, необходимые для разделения этой смеси на индивидуальные компоненты, в нужной последовательности. В ответе напишите их номера без пробелов и знаков препинания (например, 1423)

- 1) Выпаривание
- 2) Отстаивание
- 3) Фильтрование
- 4) Выдерживание при комнатной температуре

Ответ: 4321 или 4231

*Фильтрование и отстаивание допустимо проводить в любом порядке.*

8-2. Имеется смесь поваренной соли, речного песка, снега и машинного масла. Расположите операции, необходимые для разделения этой смеси на индивидуальные компоненты, в нужной последовательности. В ответе напишите их номера без пробелов и знаков препинания (например, 1423)

- 1) Отстаивание
- 2) Выдерживание при комнатной температуре
- 3) Фильтрование
- 4) Выпаривание

Ответ: 2314 или 2134

*Фильтрование и отстаивание допустимо проводить в любом порядке.*

8-3. Имеется смесь поваренной соли, речного песка, снега и машинного масла. Расположите операции, необходимые для разделения этой смеси на индивидуальные компоненты, в нужной последовательности. В ответе напишите их номера без пробелов и знаков препинания (например, 1423)

1) Выдерживание при комнатной температуре

2) Отстаивание

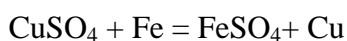
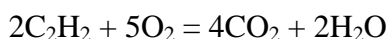
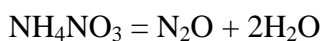
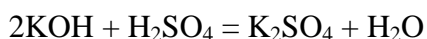
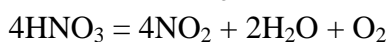
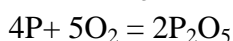
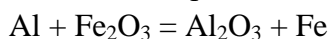
3) Выпаривание

4) Фильтрование

Ответ: 1423 или 1243

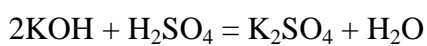
*Фильтрование и отстаивание допустимо проводить в любом порядке.*

9-1. Сколько реакций обмена находится в данном списке?

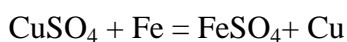
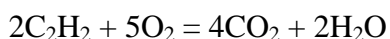
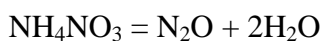
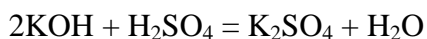
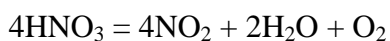
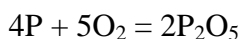
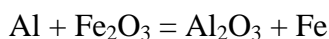


В ответе запишите целое число

Ответ: 1

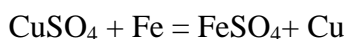
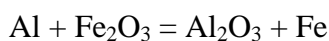


9-2. Сколько реакций замещения находится в данном списке?

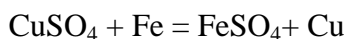
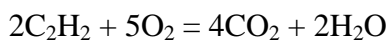
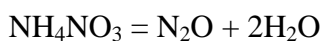
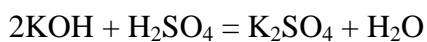
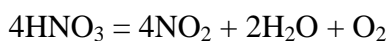
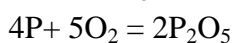
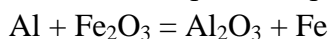


В ответе запишите целое число

Ответ: 2

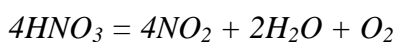


9-3. Сколько реакций разложения находится в данном списке?



В ответе запишите целое число

Ответ: 2



10-1. Имеется 300 г 25 % раствора некоторой соли. Раствор устойчив при 60 °С. Какая масса соли (в граммах) выпадет в осадок при охлаждении этого раствора до 15 °С, если массовая доля соли в насыщенном при 15 °С растворе составляет 7 %. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 15).

Ответ: 58

*При 60 °С раствор содержит  $m_1 = 300 \cdot 0.25 = 75$  г соли. Пусть  $x$  г соли выпало в осадок при охлаждении. Тогда масса растворенного вещества в полученном насыщенном растворе составляет  $(75 - x)$  г, а масса раствора -  $(300 - x)$  г. Составим уравнение:  $(75 - x) = 0.07 \cdot (300 - x)$ , откуда  $x = 58$  г*

10-2. Имеется 400 г 30 % раствора некоторой соли. Раствор устойчив при 70 °С. Какая масса соли (в граммах) в осадок при охлаждении этого раствора до 25 °С, если массовая доля соли в насыщенном при 25 °С растворе составляет 16 %. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 15).

Ответ: 67

*При 70 °С раствор содержит  $m_1 = 400 \cdot 0.3 = 120$  г соли. Пусть  $x$  г соли выпало в осадок при охлаждении. Тогда масса растворенного вещества в полученном насыщенном растворе составляет  $(120 - x)$  г, а масса раствора -  $(400 - x)$  г. Составим уравнение:  $(120 - x) = 0.16 \cdot (400 - x)$ , откуда  $x = 67$  г*

10-3. Имеется 100 г 45 % раствора некоторой соли. Раствор устойчив при 80 °С. Какая масса соли (в граммах) выпадет в осадок при охлаждении этого раствора до 10 °С, если массовая доля соли в насыщенном при 10 °С растворе составляет 20 %. В ответе запишите число с точностью до целых (например, 15).

Ответ: 31

*При 80 °С раствор содержит  $m_1 = 100 \cdot 0.45 = 45$  г соли. Пусть  $x$  г соли выпало в осадок при охлаждении. Тогда масса растворенного вещества в полученном насыщенном растворе составляет  $(45 - x)$  г, а масса раствора -  $(100 - x)$  г. Составим уравнение:  $(45 - x) = 0.2 \cdot (100 - x)$ , откуда  $x = 31$  г*