

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 8 класса

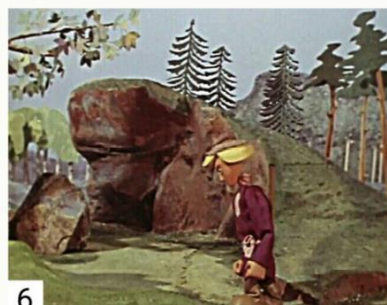
2022/23 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

### Задание № 1

#### Условие:

Соотнесите кадры из мультфильмов и иллюстрации к литературным произведениям с химическими элементами, которые присутствуют в их названии в виде существительных или образованных от них прилагательных (например, «Медный всадник»).



#### Варианты ответов:

##### Первый столбец:

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6

##### Второй столбец:

- ☐ Cl
- ☐ Fe
- ☐ Cu
- ☐ Au
- ☐ Ag
- ☐ Sn

**Правильные ответы:**

- 1 — Ag
- 2 — Au
- 3 — Cl
- 4 — Sn
- 5 — Fe
- 6 — Cu

**По 0.5 баллов за каждую верную пару**

**Итого — 3 балла**

*Решение.*

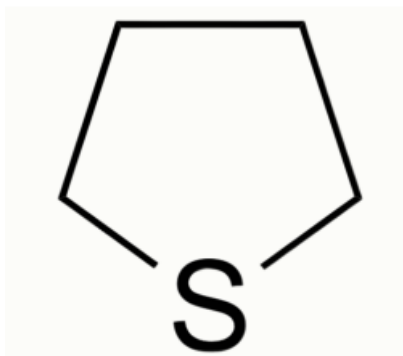
- 1) 1 — Ag («Серебряное копытце» по сказке П. Бажова, <https://mults.info/mults/?id=357>)
- 2) 2 — Au («Приключения Буратино» по сказке «Золотой ключик» А. Толстого, <https://mults.info/mults/?id=646>)
- 3) 3 — Cl («Сказка о царевиче Хлоре» Екатерины II, <https://kkos.ru/blog/all/ekaterina-skazka-o-careviche-hlore/>)
- 4) 4 — Sn («Стойкий оловянный солдатик» по сказке Андерсена, <https://mults.info/mults/?id=372>)
- 5) 5 — Fe («Железные друзья», <https://mults.info/mults/?id=2440>)
- 6) 6 — Cu («Медной горы хозяйка» по сказке П. Бажова, <https://mults.info/mults/?id=669>)

## Задание № 2

---

### Общее условие:

Органическое соединение тетрагидротиофен (ТГТ, брутто-формула  $C_4H_8S$ ) используется в качестве одоранта — специальной добавки к природному газу, придающей ему запах и позволяющей обнаружить утечку.



Согласно нормам, каждая тысяча кубометров газа (при н.у.) в качестве примеси должна содержать 8 г ТГТ.

### Условие:

Сколько молекул природного газа должно приходиться на 1 молекулу ТГТ согласно нормам?

**Ответ:** [490000;500000]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Чувствительность человеческого носа позволяет почувствовать наличие ТГТ при его концентрации в 1 молекулу на 1.5 миллиарда молекул воздуха. При утечке какого объёма природного газа в кухню объёмом  $35 \text{ м}^3$  может начать ощущаться запах? Ответ выразите в литрах, округлите до целых.

**Ответ:** [11;12]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

1) Рассчитаем количество вещества ТГТ:  $n(C_4H_8S) = 8 / (12 \cdot 4 + 8 + 32) = 0.091$  моль.

Рассчитаем количество вещества природного газа:  $n(\text{газа}) = 1\,000\,000/22.4 = 44600$  моль.

Это количество в  $44600/0.091 = 490\,000$  раз превышает количество ТГТ. Соотношение числа молекул природного газа и ТГТ будет таким же.

- 2) Объём ТГТ должен быть в 1.5 миллиарда раз меньше объёма комнаты, а объём природного газа, содержащего такое количество ТГТ, должен быть в 490 000 раз больше объёма.

Тогда  $V(\text{ТГТ}) = 35 \cdot 490000 / (1.5 \cdot 10^9) = 0.011 \text{ м}^3$  или 11 л.

### Задание № 3.1

#### Общее условие:

Одно из соединений, образующихся при поджигании спички, состоит из двух элементов, причём массовые доли этих элементов равны.



#### Условие:

Сколько всего электронов содержит молекула этого соединения?

**Ответ: 32**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

#### Решение.

При горении из бинарных соединений образуются в первую очередь оксиды некоторых элементов. Их возможный состав –  $\text{Э}2\text{O}$ ,  $\text{ЭO}$ ,  $\text{Э}2\text{O}_3$ ,  $\text{ЭO}_2$ ,  $\text{Э}2\text{O}_5$ ,  $\text{Э}3\text{O}_4$ . Рассмотрим для каждого случая, какой должна быть атомная масса неизвестного элемента, чтобы массы данного элемента Э и кислорода в составе соединения были равны.

Соединение	Ar (Э)	Заключение
$\text{Э}2\text{O}$	8	Не существует
$\text{ЭO}$	16	Не существует
$\text{Э}2\text{O}_3$	24	Магний, но он образует оксид $\text{ЭO}$
$\text{ЭO}_2$	32	Сера!
$\text{Э}2\text{O}_5$	40	Кальций, но он образует оксид $\text{ЭO}$
$\text{Э}3\text{O}_4$	21,33	Не существует

Таким образом, искомый оксид – диоксид серы (элемент № 16, молярная масса 32 г/моль), молярная масса этого оксида 64 г/моль.

## Задание № 4

---

### Общее условие:

При взрыве ядерной бомбы происходит спонтанное деление ядер урана, в результате которого они распадаются с образованием двух ядер других элементов. При этом общее число протонов в этих двух ядрах остаётся тем же, что и у урана.



### Условие:

Соедините пары элементов, которые могут образоваться в результате такого деления.

### Варианты ответов:

#### Первый столбец:

- ☐ Kr
- ☐ Sr
- ☐ Cs
- ☐ Pd
- ☐ I
- ☐ In

#### Второй столбец:

- ☐ Rb
- ☐ Tc
- ☐ Y
- ☐ Ba
- ☐ Xe
- ☐ Pd

**Правильные ответы:**

- Kr — Ba
- Sr — Xe
- Cs — Rb
- Pd — Pd
- I — Y
- In — Tc

**По 0.5 балла за каждую верную пару**

**Итого — 3 балла**

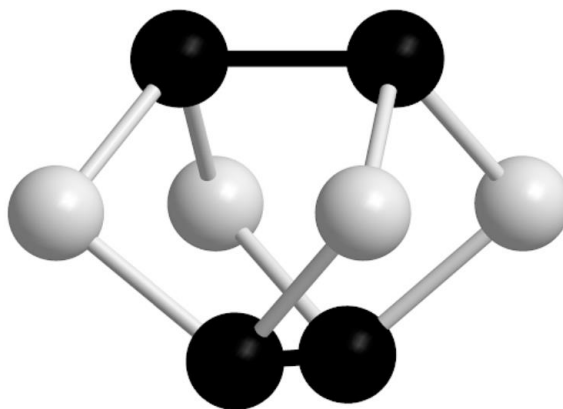
*Решение.*

Число протонов соответствует порядковому номеру элемента. Поэтому для нахождения ответов нужно вычитать из номера урана (92) номера соответствующих элементов. Тогда Kr — номер 36 соответствует номеру  $92 - 36 = 56$  — Ba, остальные пары Sr — 38 — 54 — Xe, Cs — 55 — 37 — Rb, Pd — 46 — 46 — Pd, I — 53 — 39 — Y, In — 49 — 43 — Tc.

## Задание № 5

### Общее условие:

Молекула одного из соединений, образованных элементами, идущими друг за другом в периодической системе, имеет следующее строение:



(Белыми шариками обозначены атомы одного элемента, а чёрными — другого). Масса молекулы составляет  $4.19 \cdot 10^{-25}$  кг.

### Условие:

Найдите молярную массу этого соединения. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

**Ответ:** [252;252.2]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Запишите меньший из порядковых номеров элементов, образующих это соединение

**Ответ:** 15

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

### Решение.

Масса одной молекулы равна отношению молярной массы соединения к числу Авогадро:

$m$  (молекулы) =  $M/N_A$ , откуда  $M = m(\text{молекулы}) \cdot N_A = 4.19 \cdot 10^{-25} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 0.252$  кг/моль или 252 г/моль.

Согласно рисунку, молекула имеет формулу  $X_4Y_4$  или  $(XY)_4$ . Атомные масса элементов, идущих друг за другом в периодической системе, должны быть близки, поэтому  $M(X) \approx M(Y)$

$\approx 252/8 = 31.5$  г/моль. Один из элементов должен иметь атомную массу немного ниже этого числа, а другой – немного выше. Подходят фосфор (31 г/моль) и сера (32 г/моль). Проверка показывает, что молекула  $P_4S_4$  действительно имеет молекулярную массу 252 г/моль. Среди фосфора и серы меньший порядковый номер – 15 – имеет фосфор.

## Задание № 6.1

---

### Общее условие:

Желая насолить Кощей Бессмертному, Иван-дурак схватил его золотую корону, сделанную Левшой, и кинул в чан с серной кислотой. Кошей, знавший химию, не переживал, так как знал, что золото в кислотах не растворяется. Однако, к его удивлению, спустя некоторое время нахождения в кислоте корона явно стала легче и лишилась зубцов. Побежав к весам, Кошей обнаружил, что корона весит 780 г.



### Условие:

Какое количество золота утаил кузнец Левша при изготовлении короны весом 1.10 кг? Ответ выразите в молях, округлите до десятых.

**Ответ:** [1.6;1.63]

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

### Условие:

Каким количеством цинка он заменил это золото? Ответ выразите в молях, округлите до десятых.

**Ответ:** [4.89;4.92]

**Точное совпадение ответа — 1.5 балла**

### Условие:

Золото какой пробы получилось бы, если бы Кошей переплавил корону в слиток до прихода Ивана-дурака?

*Проба золота — трёхзначное число, отражающее количество граммов золота в 1000 г изделия из золота этой пробы.*

**Ответ:** [709;709.1]

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

Как видно из условия задачи, утаённая Левшой масса золота составила:

$$m = 1100 - 780 = 320 \text{ г}$$

Количество вещества золота  $n(\text{Au}) = m/M = 320/197 = 1.6$  моль

Количество вещества цинка составляет  $n(\text{Zn}) = m/M = 320/65.4 = 4.9$  моль

Пробу золота легко определить по пропорции:

1100 г сплава – 780 г золота

1000 г сплава –  $x$  г золота

$$x = 1000 \cdot 780 / 1100 = 709 \text{ (проба золота 709).}$$

### Задание № 7.1

---

#### Общее условие:

Узнав о неприятности, приключившейся с Кощеем Бессмертным, известная колдунья и травница Баба-Яга решила приготовить ему успокоительное зелье, дабы в гневе своём не умертвил он Левшу и Ивана-Дурака в придачу. Поскольку Баба-Яга ответственна за медицину в лесу, она знает, что на 1 кг веса сказочного существа нужно 0.001 моля активного компонента сон-травы. По прикидкам Яги вес Кощея составляет 70 кг. На полке у Яги стоит экстракт сон-травы, в литре которого содержится 0.4 моля активного компонента.



Помогите сказочной колдунье успокоить разъярённого Кощея, рассчитав, какие объёмы экстракта сон-травы и ключевой воды нужно смешать, чтобы получить 200 мл успокоительного зелья с нужной концентрацией.

#### Условие:

Найдите необходимый объём экстракта. Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

**Ответ:** 175

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

#### Условие:

Найдите необходимый объём ключевой воды. Ответ выразите в миллилитрах, округлите до целых.

**Ответ:** 25

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

#### Решение.

Для успокоения Кощея необходимо  $70 \times 0.001 = 0,07$  моль активного компонента сон-травы.

В 200 мл зелья должно быть 0.07 моль этого компонента, следовательно, взять нужно

$V_1 = 1000 \cdot 0.07 / 0.4 = 175$  мл экстракта.

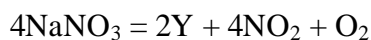
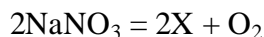
Соответственно, объём ключевой воды составит  $V_2 = 200 - 175 = 25$  мл

## Задание № 8

---

### Общее условие:

При нагревании нитрат натрия разлагается в соответствии с уравнениями реакций:



### Условие:

Запишите формулы соединений X и Y.

### Ответы:



Точное совпадение ответа — по 1.5 балла

Всего 3 балла

### Условие:

При разложении образца нитрата натрия была получена смесь, содержащая равные массы X и Y. Какая доля нитрата натрия превратилась в X? Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: [30.6;31.4]

Точное совпадение ответа — 3 балла

### Решение.

Проанализируем первое уравнение. В левой части 2 атома натрия, 2 атома азота и 6 атомов кислорода, в правой – 2 атома кислорода. Тогда две формульные единицы X должны содержать 2 атома натрия, 2 атома азота и 4 атома кислорода, а одна формульная единица X – 1 атом натрия, 1 атом азота и 2 атома кислорода, что соответствует формуле  $\text{NaNO}_2$ .

Путём аналогичных рассуждений приходим к выводу, что Y имеет формулу  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Предположим, что при разложении образовалось по 50 г нитрита и оксида натрия. Количество вещества нитрита равно  $n(\text{NaNO}_2) = 50 / (23 + 14 + 16 \cdot 2) = 0.725$  моль, а количество вещества оксида равно  $n(\text{Na}_2\text{O}) = 50 / (23 \cdot 2 + 16) = 0.806$  моль.










Согласно уравнению реакции, из 2 моль нитрата образуется 2 моль нитрита. Тогда на получение 0.725 моль нитрита необходимо затратить 0.725 моль нитрата.

Во второй реакции количество нитрата вдвое превышает количество образовавшегося оксида. Тогда на получение 0.806 моль оксида необходимо затратить 1.612 моль нитрата. Общее количество разложившегося нитрата равно  $(0.725 + 1.612) = 2.337$  моль. Доля нитрата, превратившегося в нитрит, составляет  $0.725/2.337 = 0.31$  или 31 %.

## Задание № 9

### Общее условие:

Выберите ёмкости, содержимое которых является индивидуальным химическим веществом, содержащим лишь незначительную (не более 1 %) долю примесей других веществ:

 <input type="radio"/>	 <input checked="" type="radio"/>	 <input type="radio"/>
 <input checked="" type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 <input type="radio"/>
 <input checked="" type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 <input checked="" type="radio"/>

### Правильные ответы:

- ☐ Азот из баллона
- ☐ дистиллированная (собранная после перегонки) вода
- ☐ ртуть в колбе термометра
- ☐ пищевой рафинированный сахар (сахароза)

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Штраф 1 балл за неверный пункт**

*Решение.*

Азот из баллона, дистиллированная (собранная после перегонки) вода, ртуть в колбе термометра и пищевой рафинированный сахар (сахароза) являются чистыми индивидуальными веществами. Остальные образцы индивидуальными веществами не являются. Аптечный «йод» представляет собой разбавленный раствор иода в этиловом спирте с добавлением иодида калия, воздух (в том числе и сжатый) состоит из кислорода и азота, концентрат морской воды содержит высокую концентрацию неорганических солей, перекись водорода всегда продается в виде водного раствора, поскольку неустойчива и взрывоопасна в чистом виде, а карьерный песок помимо частиц кварца  $\text{SiO}_2$  содержит множество различных примесей, в т.ч. глину, почву, прочие минералы.

## Задание № 10

---

### Общее условие:

Изотопы атомы одного и того же элемента с одинаковым числом протонов, но разным числом нейтронов в ядре, вследствие чего они различаются массовым числом (суммарным количеством протонов и нейтронов).

Природный водород состоит из двух стабильных изотопов — протия  $^1\text{H}$  и дейтерия  $^2\text{H}$ , а природный кислород из трёх стабильных изотопов:  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ .

### Условие:

Сколько различающихся по изотопному составу молекул воды можно составить из этих изотопов?

**Ответ: 9**

**Точное совпадение ответа — 2.5 балла**

### Условие:

В ядерных реакторах можно получить радиоактивный изотоп  $^3\text{H}$  — тритий, который также содержится в ничтожно малом количестве в природном водороде.

Сколько различающихся по изотопному составу молекул воды можно составить из стабильных изотопов кислорода и трёх изотопов водорода — протия, дейтерия и трития?

**Ответ: 18**

**Точное совпадение ответа — 2.5 балла**

### Решение.

Из природных изотопов водорода и кислорода можно получить следующие изотопологи (отличающиеся изотопным составом молекулы) воды:

$^1\text{H}_2\text{O}$  — 3 вида (поскольку в природе встречаются 3 изотопа кислорода)

$^2\text{H}_2\text{O}$  — 3 вида

$^1\text{H}^2\text{HO}$  — 3 вида

Итого 9 изотопных разновидностей воды

Если принять во внимание тритий (а он в небольшом количестве присутствует и в природе), то добавляются следующие варианты:

$^3\text{H}_2\text{O}$  — 3 вида

$^1\text{H}^3\text{HO}$  — 3 вида

$^2\text{H}^3\text{HO}$  — 3 вида

Общее количество изотопных разновидностей воды теперь равно 18.

### Задание № 11.1

---

**Условие:**

В водном растворе нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  количество атомов кислорода в 3 раза больше количества атомов азота. Определите массовую долю воды в данном растворе. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

**Ответ:** [40;41]

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*

Пусть в растворе присутствует 1 моль нитрата аммония и  $x$  моль воды.

Тогда количество вещества атомов кислорода составит

$$n(\text{O}) = 3 + x \text{ моль},$$

количество вещества атомов азота составит

$$n(\text{N}) = 2 \text{ моль}.$$

$$(3 + x)/2 = 3$$

Отсюда  $x = 3$ .

На 1 моль нитрата аммония приходится 3 моль воды. Соответственно, на 80 г соли приходится 54 г воды, массовая доля соли в растворе составляет

$$w = 80/(80 + 54) \cdot 100\% = 60\%, \text{ соответственно, доля воды} - 40\%.$$

### Задание № 11.2

---

**Условие:**

В водном растворе нитрата серебра  $\text{AgNO}_3$  количество атомов кислорода в 10 раз больше количества атомов азота. Определите массовую долю воды в данном растворе. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

**Ответ:** [42;43]

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*

Пусть в растворе присутствует 1 моль нитрата серебра и  $x$  моль воды.

Тогда количество вещества атомов кислорода составит

$$n(\text{O}) = 3 + x \text{ моль,}$$

количество вещества атомов азота составит

$$n(\text{N}) = 1 \text{ моль.}$$

$$(3 + x)/1 = 10$$

Отсюда  $x = 7$ .

На 1 моль нитрата серебра приходится 7 моль воды. Соответственно, на 168 г соли приходится 126 г воды, массовая доля воды в растворе составляет

$$w = 126/(168 + 126) \cdot 100\% = 42\%.$$

### Задание № 11.3

---

**Условие:**

В водном растворе нитрата натрия  $\text{NaNO}_3$  количество атомов кислорода в 15 раз больше количества атомов азота. Определите массовую долю воды в данном растворе. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

**Ответ:** [71;72]

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*

Пусть в растворе присутствует 1 моль нитрата натрия и  $x$  моль воды.

Тогда количество вещества атомов кислорода составит

$$n(\text{O}) = 3 + x \text{ моль},$$

количество вещества атомов азота составит

$$n(\text{N}) = 1 \text{ моль}.$$

$$(3 + x)/1 = 15$$

Отсюда  $x = 12$ .

На 1 моль нитрата натрия приходится 12 моль воды. Соответственно, на 83 г соли приходится 216 г воды, массовая доля воды в растворе составляет

$$w = 216/(83 + 216) \cdot 100\% = 71\%.$$

## Задание № 12

---

### Общее условие:

На каникулы учитель дал школьникам задание написать небольшое эссе о своём любимом металле. Один из учеников выбрал в качестве такового золото. Прочитайте фрагмент его эссе и отметьте знаком все предложения, которые содержат **ошибки**. Прочие поля оставьте пустыми.

### Варианты ответов:

- 1) Золото — металл, известный людям с древности
- 2) Причина этого — широкая распространённость золота в природе
- 3) Высокая твёрдость этого металла определила области его применения
- 4) Сейчас более востребованными оказываются другие свойства золота — высокая электропроводность, химическая стойкость
- 5) Так, в аккумуляторных батареях для источников бесперебойного питания электродные пластины, погруженные в серную кислоту, сделаны из сплава золота со свинцом
- 6) В ювелирном деле обычно используют золото чистотой свыше 99.9%, из него изготавливают кольца, серьги, цепочки

### Правильные ответы:

- 1, 4 — верно  
2, 3, 5, 6 — неверно

**По 1 баллу за верный ответ, со штрафом 1 балл за лишние пункты**

**Всего — 4 балла**

### *Решение.*

- 1) верно, золото входит в число семи металлов древности
- 2) неверно, высокая стоимость золота во многом объясняется именно его редкостью в природе
- 3) неверно, хорошо известно, что золото — очень мягкий и легко деформируемый металл,
- 4) верно, для золота характерны высокая электропроводность и химическая стойкость
- 5) неверно, в аккумуляторах золото не нужно — там протекает химическая реакция (растворение свинца), которой золото будет только препятствовать
- 6) неверно, высокая мягкость не позволяет использовать в ювелирном деле абсолютно чистое золото