

**Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 9 класс**

(группа № 1)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

**Задание № 1**

---

**Общее условие:**

Белый порошок X, жадно поглощающий воду и используемый в качестве осушителя, при растворении в воде образует кислоту. Вещество X получают сжиганием в сухом кислороде простого вещества Y, имеющего красно-фиолетовый цвет и используемого при производстве спичек. Определите вещества X и Y, если известно, что массовая доля элемента, образующего простое вещество Y, в X равна 43,7%. Запишите простейшие формулы веществ X и Y.

**Условие:**

Вещество X

**Правильный ответ:** P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

**Условие:**

Вещество Y

**Правильный ответ:** P (принимается также P<sub>4</sub>)

Каждый правильный ответ — 2 балл

**Максимальный балл за задание — 4**

*Решение.*

Простое вещество, используемое в производстве спичек, – красный фосфор, P. При его сжигании в кислороде образуется оксид фосфора (V) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ( $\omega(\text{P}) = 2 \cdot 31 / 142 \cdot 100\% = 43,7\%$ ).

## Задание № 2

---

### Общее условие:

Долгое время для обеззараживания воды использовали жидкий хлор, однако в последние годы в крупных городах его заменили на соль X, которая безопасна для человека, но эффективно убивает большинство микроорганизмов. Соль X содержит 47,65% хлора по массе и образуется при электролизе раствора поваренной соли в определенных условиях.

Определите X и составьте уравнение электролиза. В ответ запишите формулу X (пример: H<sub>2</sub>O) и сумму всех коэффициентов в уравнении (считая их минимально возможными натуральными числами).

### Условие:

Формула X

**Правильный ответ:** NaClO (NaOCl)

### Условие:

Сумма коэффициентов в уравнении электролиза

**Правильный ответ:** 4

Каждый правильный ответ — 2 балл

**Максимальный балл за задание — 4**

### Решение.

Пусть в формульной единице X – один атом хлора, тогда молярная масса X:

$M(X) = 35,5 / 0,4765 = 74,5$  г/моль, что соответствует гипохлориту натрия NaClO.

Уравнение электролиза:  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaClO} + \text{H}_2\uparrow$ .

### Задание № 3

---

#### Общее условие:

Взято по 1 моль следующих веществ при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении:

- 1) Кислород
- 2) Уксусная кислота (плотность 1,05 г/см<sup>3</sup>)
- 3) Золото (плотность 19,3 г/см<sup>3</sup>)
- 4) Хлороводород
- 5) Гелий
- 6) Полиэтилен низкой плотности (средняя молярная масса 40 тысяч г/моль, плотность 0,92 г/см<sup>3</sup>)

Какое из этих веществ занимает наибольший, а какое – наименьший объем? В ответ запишите соответствующие цифры.

#### Условие:

Наибольший объем:

**Правильный ответ: 6**

#### Условие:

Наименьший объем:

**Правильный ответ: 3**

Каждый правильный ответ — 2 балл

**Максимальный балл за задание — 4**

*Решение.*

У всех трех газов – кислорода, гелия и хлороводорода – одинаковый молярный объем (при 25 °С и 1 атм он равен 24,45 л/моль). Для остальных веществ молярный объем можно рассчитать через молярную массу и плотность по формуле  $V_m = M / \rho$ .

$$V_m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 / 1,05 = 57,1 \text{ см}^3/\text{моль}.$$

$$V_m(\text{Au}) = 197 / 19,3 = 10,2 \text{ см}^3/\text{моль} \text{ – наименьший молярный объем.}$$

$$V_m(\text{полиэтилен}) = 40000 / 0,92 = 43500 \text{ см}^3/\text{моль} = 43,5 \text{ л/моль} \text{ – наибольший молярный объем.}$$

## Задание № 4

---

### Общее условие:

Карбид вольфрама WC – серый тугоплавкий порошок, обладающий высокой твердостью. При сжигании этого вещества в избытке кислорода получен твердый оксид, содержащий 20.7 % кислорода по массе.

Запишите формулу этого оксида. Составьте уравнение реакции. В ответ запишите сумму коэффициентов **в левой части уравнения** (все коэффициенты – минимально возможные натуральные числа).



### Условие:

Формула оксида:

**Правильный ответ:** WO<sub>3</sub>

### Условие:

Сумма коэффициентов в левой части уравнения:

**Правильный ответ:** 7

Каждый правильный ответ — 2 балл

**Максимальный балл за задание — 4**

*Решение.* Вольфрам находится в VI группе, поэтому его высшая валентность – VI, формула соответствующего оксида – WO<sub>3</sub> ( $\omega(\text{O}) = 3 \cdot 16 / (184 + 3 \cdot 16) \cdot 100\% = 20,7\%$ ). Уравнение реакции:  
 $2\text{WC} + 5\text{O}_2 = 2\text{WO}_3 + 2\text{CO}_2$ , сумма коэффициентов в левой части = 7.

## Задание № 5

---

### Условие:

Приготовили равные объёмы растворов 6 веществ с концентрацией 0,1 моль/л. В каком из растворов больше всего ионов?

### Варианты ответа:

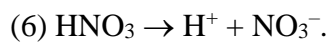
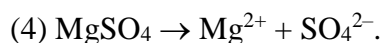
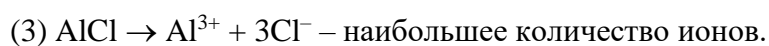
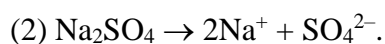
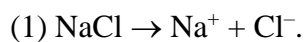
- NaCl
- Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- AlCl<sub>3</sub>
- MgSO<sub>4</sub>
- NH<sub>3</sub>
- HNO<sub>3</sub>

**Правильный ответ:** AlCl<sub>3</sub>

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

### Решение.

Во всех растворах – одинаковое количество растворенного вещества. Запишем уравнения диссоциации сильных электролитов:



## Задание № 6

---

### Условие:

К 100 г 8%-го раствора гидроксида натрия добавили 73 г соляной кислоты. Образовавшийся раствор содержит равные количества хлорид- и гидроксид-ионов.

Найдите процентную концентрацию (массовую долю в процентах) соляной кислоты. Ответ запишите в виде целого числа.

**Правильный ответ: 5**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

$\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ . Соляная кислота – в недостатке.

$\nu(\text{NaOH}) = 100 \cdot 0,08 / 40 = 0,2$  моль. Пусть  $\nu(\text{HCl}) = x$  моль, тогда, по условию,

$\nu(\text{NaOH})_{\text{оставш}} = 0,2 - x = \nu(\text{NaCl}) = x$ .

$x = 0,1$ .

Процентная концентрация соляной кислоты:  $\omega(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 36,5 / 73 \cdot 100\% = 5\%$ .

## Задание № 7

---

### Условие:

Относительная плотность газа X по водороду равна относительной плотности иодоводорода по газу X. Установите формулу X и запишите ее в ответ латинскими буквами.

*Пример ввода: CO2.*

**Правильный ответ: CH4**

**Точное совпадение ответа — 4**

*Решение.*

$$D_{\text{H}_2}(\text{X}) = M(\text{X}) / 2,$$

$$D_{\text{X}}(\text{HI}) = 128 / M(\text{X}),$$

$$M(\text{X}) / 2 = 128 / M(\text{X}),$$

$$M(\text{X})^2 = 256,$$

$$M(\text{X}) = 16 \text{ г/моль} - \text{это метан, CH}_4.$$

## Задание № 8

---

### Общее условие:

Красную окраску некоторым стеклам придают наночастицы благородного металла X. Для их получения в твердую смесь компонентов при варке стекла добавляют соединение Y (содержит 35,1% хлора по массе), полученное при растворении простого вещества X в смеси соляной и азотной кислот.

Определите металл неизвестные вещества. В ответе запишите формулы X и Y.



### Условие:

Формула вещества X:

**Правильный ответ:** Au

### Условие:

Формула вещества Y:

**Правильный ответ:** AuCl<sub>3</sub>

Каждый правильный ответ — 2 балла

**Максимальный балл за задание — 4**

### Решение.

Пусть формула хлорида Y – XCl<sub>n</sub>. Массовая доля хлора в нем:

$\omega(\text{Cl}) = 35,5n / (M(\text{X}) + 35,5n) = 0,351$ , откуда  $M(\text{X}) = 65,6n$ . При  $n = 3$  находим  $M(\text{X}) = 197$

г/моль – это золото. X – Au, Y – AuCl<sub>3</sub>.



## Задание № 9

---

### Общее условие:

Азот и фтор образуют между собой несколько соединений, в которых азот имеет валентность III. Одно из таких соединений – очень реакционноспособный газ X, который в свое время считался потенциальным ракетным топливом. X реагирует со многими простыми веществами, превращая их во фториды. Молекула X содержит 6 атомов и 5 химических связей.

Установите молекулярную формулу X и составьте уравнение его реакции с кремнием (в этой реакции образуется одно простое вещество). В ответ запишите формулу X и сумму всех коэффициентов в уравнении (считая их минимально возможными натуральными числами).

### Условие:

Формула X

**Правильный ответ:** N<sub>2</sub>F<sub>4</sub> (F<sub>4</sub>N<sub>2</sub>)

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Условие:

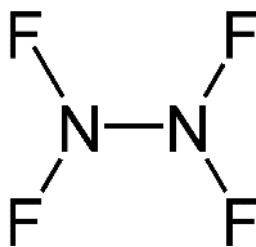
Сумма коэффициентов в уравнении

**Правильный ответ:** 4

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Если бы в молекуле был 1 атом N, то формула была бы NF<sub>5</sub>, что противоречит валентности III. При двух атомах N формула вещества X – N<sub>2</sub>F<sub>4</sub>. Эта формула соответствует условию, так как в молекуле



– 5 химических связей.

Уравнение реакции с кремнием: N<sub>2</sub>F<sub>4</sub> + Si = SiF<sub>4</sub> + N<sub>2</sub>, сумма коэффициентов = 4.

## Задание № 10

---

### Общее условие:

Среди всех элементов олово имеет наибольшее число природных изотопов – 10. Самый тяжелый из них содержит столько же нейтронов, сколько изотоп иода-127. Определите состав ядра самого тяжелого изотопа олова: число протонов, число нейтронов и массовое число.

### Условие:

Число протонов

**Правильный ответ:** 50

### Условие:

Число нейтронов

**Правильный ответ:** 74

### Условие:

Массовое число

**Правильный ответ:** 124

Каждый правильный ответ — 1 балл

**Максимальный балл за задание — 3**

*Решение.*

Иод имеет порядковый номер 53, поэтому изотоп иода-127 содержит  $N = 127 - 53 = 74$  нейтрона. Порядковый номер олова  $Z = 50$ , число протонов в ядре – 50, массовое число  $A = 50 + 74 = 124$ .

## Задание № 11

---

### Условие:

Ниже перечислены 5 веществ, которые реагируют с соляной кислотой с выделением газа. Каждому веществу поставьте в соответствие количество газа, который выделяется при взаимодействии стехиометрического количества данного вещества с раствором, содержащим 1 моль HCl.

### Варианты для соотнесения:

Al	0,25 моль
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,5 моль
NaHCO <sub>3</sub>	0,75 моль
(CuOH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1 моль
MnO <sub>2</sub>	2 моль

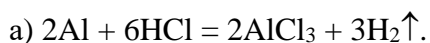
### Правильный ответ:

Al – 0,5 моль; K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – 0,5 моль; NaHCO<sub>3</sub> – 1 моль; (CuOH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – 0,25 моль; MnO<sub>2</sub> – 0,25 моль.

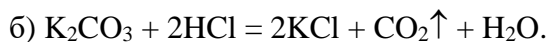
Каждое правильное соответствие — 1 балл

**Максимальный балл за задание — 5**

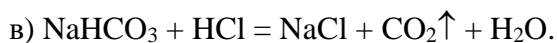
*Решение.*



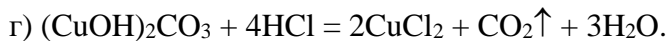
$$v(\text{H}_2) = v(\text{HCl}) / 6 * 3 = 0,5 \text{ моль.}$$



$$v(\text{CO}_2) = v(\text{HCl}) / 2 = 0,5 \text{ моль.}$$



$$v(\text{CO}_2) = v(\text{HCl}) = 1 \text{ моль.}$$



$$v(\text{CO}_2) = v(\text{HCl}) / 4 = 0,25 \text{ моль.}$$



$$v(\text{Cl}_2) = v(\text{HCl}) / 4 = 0,25 \text{ моль.}$$

## Задание № 12

---

### Общее условие:

Химический элемент образует отрицательный ион с электронной конфигурацией неона. Для этого элемента известно несколько оксидов, высший из которых при комнатной температуре представляет собой твердое вещество ионного строения.

Определите элемент (в ответе укажите его порядковый номер) и запишите формулу его высшего оксида. Определите, из каких ионов состоит твердый оксид, если известно, что в положительном ионе на один атом кислорода меньше, чем в отрицательном. В ответ запишите их относительные молекулярные массы с точностью до целых.

### Условие:

Порядковый номер элемента

**Правильный ответ:** 7

### Условие:

Формула высшего оксида

**Правильный ответ:** N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

### Условие:

Относительная молекулярная масса положительного иона

**Правильный ответ:** 46

### Условие:

Относительная молекулярная масса отрицательного иона

**Правильный ответ:** 62

Точное совпадение ответа — по 1 баллу за первые два вопроса и по 2 балла за молекулярные массы

**Максимальный балл за задание — 6 баллов**

### Решение.

Отрицательные ионы с электронной конфигурацией неона (10 электронов): F<sup>-</sup>, O<sup>2-</sup>, N<sup>3-</sup>, C<sup>4-</sup>. Фтор не имеет оксидов, кислород отпадает, высший оксид углерода – газ, остается азот N – элемент с порядковым номером 7. Высший оксид азота – N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. В положительном ионе – 2 атома кислорода из 5, в отрицательном – три атома O. Формулы ионов – NO<sub>2</sub><sup>+</sup> (M<sub>r</sub> = 46), NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (M<sub>r</sub> = 62).