

**Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 7-8 класса**

(группа № 3)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 52

**Задание № 1.1**

---

**Условие:**

Двигаясь по горизонтали (влево или вправо) или по вертикали (вверх или вниз), найдите, сколько в таблице спрятано названий элементов-неметаллов.

к	р	о	д	и
и	о	д	х	й
с	л	о	л	о
н	и	й	о	в
г	а	м	р	о

**Правильный ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

В таблице зашифровано 3 элемента-неметалла: кислород, хлор и йод. Здесь также можно найти элементы: родий, магний, олово, но это элементы-металлы.

## Задание № 1.2

---

**Условие:**

Двигаясь по горизонтали (влево или вправо) или по вертикали (вверх или вниз), найдите, сколько в таблице спрятано названий элементов-неметаллов.

к	и	с	л	о
в	о	л	х	р
о	д	о	й	о
р	и	н	г	д
г	й	м	а	м

**Правильный ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

В таблице зашифровано 3 элемента-неметалла: кислород, хлор и йод. Здесь также можно найти элементы: родий, магний, олово, но это элементы-металлы.

### Задание № 1.3

---

**Условие:**

Двигаясь по горизонтали (влево или вправо) или по вертикали (вверх или вниз), найдите, сколько в таблице спрятано названий элементов-неметаллов.

к	и	г	а	м
и	о	н	и	х
с	д	о	й	л
л	о	в	и	о
о	р	о	д	р

**Правильный ответ: 4**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

В таблице зашифровано 4 элемента-неметалла: водород, кислород, хлор и йод. Здесь также можно найти элементы: родий, магний, олово, но это элементы-металлы.

### Задание № 1.4

---

**Условие:**

Двигаясь по горизонтали (влево или вправо) или по вертикали (вверх или вниз), найдите, сколько в таблице спрятано названий элементов-неметаллов.

к	и	с	л	о
а	м	д	о	р
г	н	и	в	о
л	о	й	и	и
х	р	о	д	о

**Правильный ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

В таблице зашифровано 3 элемента-неметалла: кислород, хлор и йод. Здесь также можно найти элементы: родий, магний, олово, но это элементы-металлы.

## Задание № 2.1

---

### Общее условие:

В современной Периодической системе 118 элементов. Некоторые из них имеют однобуквенное обозначение (например, кислород O или азот N), другие – двухбуквенное (например, натрий Na или магний Mg).

Найдите самый тяжелый однобуквенный элемент, укажите его порядковый номер, количество протонов и количество нейтронов в атоме этого элемента (массу элемента брать из таблицы Менделеева).

### Условие:

Порядковый номер элемента:

**Правильный ответ:** 92

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Количество протонов:

**Правильный ответ:** 92

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Количество нейтронов:

**Правильный ответ:** 146

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### *Решение.*

Самый тяжелый однобуквенный элемент – уран U. Его порядковый номер – 92, что также равно количеству протонов. Количество нейтронов считается как разница атомной массы и порядкового номера:  $238 - 92 = 146$ .

## Задание № 2.2

---

### Общее условие:

В современной Периодической системе 118 элементов. Некоторые из них имеют однобуквенное обозначение (например, кислород O или азот N), другие – двухбуквенное (например, натрий Na или магний Mg).

Найдите самый тяжелый однобуквенный элемент, укажите его порядковый номер, количество протонов и количество нейтронов в атоме этого элемента (массу элемента брать из таблицы Менделеева).

### Условие:

Порядковый номер элемента:

**Правильный ответ:** 92

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Количество электронов:

**Правильный ответ:** 92

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Количество нейтронов:

**Правильный ответ:** 146

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### *Решение.*

Самый тяжелый однобуквенный элемент – уран U. Его порядковый номер – 92, что также равно количеству электронов. Количество нейтронов считается как разница атомной массы и порядкового номера:  $238 - 92 = 146$ .

### Задание № 2.3

---

**Общее условие:**

В современной Периодической системе 118 элементов. Некоторые из них имеют однобуквенное обозначение (например, кислород O или азот N), другие – двухбуквенное (например, натрий Na или магний Mg).

Найдите самый тяжелый однобуквенный элемент, укажите его порядковый номер, количество протонов и количество нейтронов в атоме этого элемента (массу элемента брать из таблицы Менделеева).

**Условие:**

Порядковый номер элемента:

**Правильный ответ:** 92

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Заряд ядра:

**Правильный ответ:** 92

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Количество нейтронов:

**Правильный ответ:** 146

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

Самый тяжелый однобуквенный элемент – уран U. Его порядковый номер – 92, что также равно заряду ядра. Количество нейтронов считается как разница атомной массы и порядкового номера:  $238 - 92 = 146$ .

## Задание № 2.4

---

### Общее условие:

В современной Периодической системе 118 элементов. Некоторые из них имеют однобуквенное обозначение (например, кислород O или азот N), другие – двухбуквенное (например, натрий Na или магний Mg).

Найдите самый тяжелый однобуквенный элемент, укажите его порядковый номер, количество протонов и количество нейтронов в атоме этого элемента (массу элемента брать из таблицы Менделеева).

### Условие:

Порядковый номер элемента:

**Правильный ответ:** 92

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Относительная атомная масса:

**Правильный ответ:** 238

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Количество нейтронов:

**Правильный ответ:** 146

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Решение.

Самый тяжелый однобуквенный элемент – уран U. Его порядковый номер – 92, а относительная атомная масса - 238. Количество нейтронов считается как разница атомной массы и порядкового номера:  $238 - 92 = 146$ .



### Задание № 3

---

#### Условие:

Химические элементы таблицы Менделеева имеют разнообразные названия. Одни из них носят имена ученых, которые их открыли, другие названы в честь стран или городов, есть и такие, которые связаны с мифологией. Попробуйте соотнести названия элементов с тем, благодаря чему или кому они обязаны своим именем.

#### Варианты для соотнесения:

- |            |   |
|------------|---|
| А. Селен   | 1. В честь ученых-супругов, известных своими исследованиями радиоактивности |
| Б. Рутений | 2. В честь небесного тела – спутника Земли                                  |
| В. Тантал  | 3. В честь самой большой страны   |
| Г. Кюрий   | 4. В честь мифического героя, обреченного на вечные муки                    |

**Правильный ответ:** А — 2; Б — 3; В — 4; Г — 1.

Каждое правильное соответствие — 1 балл

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

#### *Решение.*

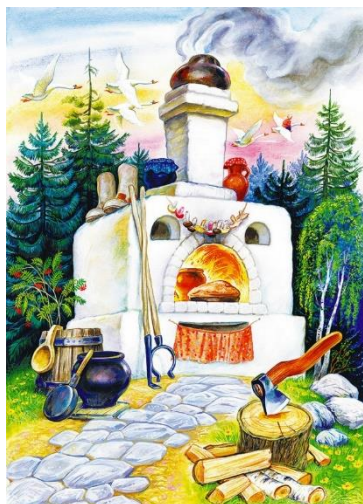
Селен назван в честь Луны – естественного спутника Земли. Рутений назван в честь России – самой большой страны. Тантал носит имя мифического героя, обреченного на вечные муки. Кюрий назван в честь Мари и Пьера Кюри – одних из первых ученых, исследовавших радиоактивность.

## Задание № 4

---

### Условие:

Учитель дал Пете задание найти на картинке химические явления, но так как Петя весь урок считал мух, то он начал перечислять все подряд: и химические, и физические явления. Найдите, среди перечисленных вариантов только химические явления.



### Варианты ответов:

- Колка бревен топором
- Выпекание хлеба
- Полет лебедей
- Горение дров
- Созревание ягод на кустах
- Сушка валенок на печи

### Правильный ответ:

- Выпекание хлеба
- Горение дров
- Созревание ягод на кустах

Каждый правильный ответ — 1 балл, штраф за неправильный ответ — 2 балла

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### *Решение.*

Колка бревен топором не подходит, так как это физическое явление, связанное с изменением формы тела, а не состава.

Выпекание хлеба подходит, так как этот процесс включает в себя дрожжевое брожение, происходит реакция между аминокислотами и сахарами, что, несомненно, меняет изначальный состав теста.

Полет лебедей не подходит, так как это физическое явление, происходящее за счет подъемной силы.

Горение дров подходит, так как любое горение — это химическая реакция.

Созревание ягод на кустах подходит, так как созревание плодов проходит в результате реакций внутри растения, в том числе фотосинтеза.

Сушка валенок на печи не подходит, так как сушка валенок представляет собой нагрев и испарение влаги, то есть представляет собой физическое явление.

## Задание № 5

---

### Условие:

Все, что нас с вами окружает, из чего-то состоит. Например, кубик льда состоит из воды, вода состоит из молекул  $H_2O$ , а молекула  $H_2O$  из атомов Н и О.

Выстройте элементы правого столбца по порядку уменьшения размера частиц (от большей к меньшей).

### Варианты для соотнесения:

Вещество иод	1
Молекула $I_2$	2
Кристаллик иода	3
Атом I	4

### Правильный ответ:

1 — Кристаллик иода  $I_2$

2 — Вещество иод

3 — Молекула  $I_2$

4 — Атом I

Каждое верное соответствие — 1 балл

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

### *Решение.*

Кристаллик иода представляет собой тело, состоящее из вещества иод. Иод состоит из молекул иода  $I_2$ , которые состоят из атомов иода I.

### Задание № 6.1

---

**Условие:**

Дофамин  $C_8H_{11}NO_2$  известен, как правило, под названием гормона радости. Он отвечает за чувства удовольствия и наслаждения, улучшает работу мозга, вызывает повышенный интерес к жизни.

Вычислите в процентах массовую долю кислорода в дофамине. В ответ запишите число с точностью до десятых.

**Правильный ответ:** 20,9

**Точное совпадение ответа — 3 балл**

*Решение.*

Это стандартная задача на расчет массовой доли.

$$\omega(O) = \frac{32}{153} \cdot 100\% = 20,9\%$$

## Задание № 6.2

---

### Условие:

Дофамин  $C_8H_{11}NO_2$  известен, как правило, под названием гормона радости. Он отвечает за чувства удовольствия и наслаждения, улучшает работу мозга, вызывает повышенный интерес к жизни.

Вычислите в процентах массовую долю азота в дофамине. В ответ запишите число с точностью до десятых.

**Правильный ответ:** 9,2

**Точное совпадение ответа — 3 балл**

*Решение.*

Это стандартная задача на расчет массовой доли.

$$\omega(O) = \frac{14}{153} \cdot 100\% = 9,2\%$$

### Задание № 6.3

---

**Условие:**

Дофамин  $C_8H_{11}NO_2$  известен, как правило, под названием гормона радости. Он отвечает за чувства удовольствия и наслаждения, улучшает работу мозга, вызывает повышенный интерес к жизни.

Вычислите в процентах массовую долю водорода в дофамине. В ответ запишите число с точностью до десятых.

**Правильный ответ:** 7,2

**Точное совпадение ответа — 3 балл**

*Решение.*

Это стандартная задача на расчет массовой доли.

$$\omega(O) = \frac{11}{153} \cdot 100\% = 7,2\%$$

### Задание № 6.4

---

**Условие:**

Дофамин  $C_8H_{11}NO_2$  известен, как правило, под названием гормона радости. Он отвечает за чувства удовольствия и наслаждения, улучшает работу мозга, вызывает повышенный интерес к жизни.

Вычислите в процентах массовую долю углерода в дофамине. В ответ запишите число с точностью до десятых.

**Правильный ответ:** 62,7

**Точное совпадение ответа — 3 балл**

*Решение.*

Это стандартная задача на расчет массовой доли.

$$\omega(O) = \frac{8 \cdot 12}{153} \cdot 100\% = 62,7\%$$



## Задание № 7

---

### Условие:

Смесь сахара, мела, железных опилок и деревянных стружек необходимо разделить на индивидуальные вещества. Ниже представлен перечень отдельных операций.

Расположите операции в правильном порядке.

### Варианты для соотнесения:

- 1 А. Снять с поверхности воды плавающие кусочки вещества и высушить их на фильтровальной бумаге
- 2 Б. Дождаться, когда одно из веществ всплывёт
- 3 В. Собрать стеклянной палочкой с фарфоровой чашки выпавшие кристаллы и перенести в чашку Петри
- 4 Г. Перетереть смесь и выделить из неё одно из веществ магнитом
- 5 Д. Отделить не растворившееся вещество фильтрованием
- 6 Е. Размешать взвесь стеклянной палочкой и подготовить воронку с фильтром
- 7 Ж. Перенести раствор после фильтрования в фарфоровую чашку и выпарить воду
- 8 З. Поместить смесь в воду, перемешать палочкой или взболтать

**Правильный ответ:** 1 — Г, 2 — З, 3 — Б, 4 — А, 5 — Е, 6 — Д, 7 — Ж, 8 — В

Каждое верное соотнесение — 0,5 баллов

**Максимальный балл за задание — 4**

### *Решение.*

Сначала смесь стоит перетереть и отделить магнитом железные опилки. Добавив воды к оставшейся смеси, дождаться всплытия деревянных опилок и отделить их с поверхности раствора. Деревянные опилки высушить на фильтровальной бумаге. Остаточный раствор перенести на фильтр, отделяя методом фильтрования мел, представлявший из себя осадок. Фильтрат, в котором находится сахар, налить в фарфоровую чашку и испарить лишнюю влагу. Выпавшие кристаллы сахара с фарфоровой чашки перенести стеклянной палочкой в чашку Петри.

## Задание № 8

---

### Условие:

Шерлок загадал Джону Ватсону вещество. Сыщик не сказал формулу этого вещества, но дал доктору несколько подсказок:

- Это вещество используется как отбеливатель ткани и бумаги, а также применяется для обесцвечивания волос.
- Это вещество – бинарное соединение, состоящее из тех же элементов, что и вода;
- Раствор этого вещества находится в большинстве аптек.
- Это вещество – бесцветная жидкость с «металлическим» вкусом, но пить ее не стоит.

Помогите Ватсону понять, что за вещество загадал Холмс.

### Варианты ответов:

- Раствор йода
- Поваренная соль
- Азот
- Физраствор
- Столовый уксус
- Сухой лед
- Перекись водорода

**Правильный ответ:** Перекись водорода

**Точное совпадение ответа — 4 балл**

### *Решение.*

Под данное Менделеем описание подходит только перекись водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Остальные варианты не подходят, как правило, по нескольким критериям. Но точно не соблюдается элементный состав из атомов Н и О. Сухой лед – это  $\text{CO}_2$ , физраствор – это 0,9% раствор соли  $\text{NaCl}$ , поваренная соль – это  $\text{NaCl}$ , столовый уксус – это раствор уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , раствор йода содержит  $\text{I}_2$ , а азот – это  $\text{N}_2$ .

## Задание № 9

---

### Условие:

На день рождения Маше подарили воздушные шарики, надутые гелием. Маше понравился подарок, и она решила надуть еще шаров. Но, в отличие от гелиевых, эти шарики не взлетали. Маше стало интересно, чем же еще тогда можно надуть шары, чтобы они полетели.



Какие газы из перечисленные ниже подойдут для этого?

### Варианты ответов:

- Кислород
- Неон
- Сероводород
- Угарный газ
- Аргон
- Водород
- Озон
- Сернистый газ

### Правильный ответ:

- Неон
- Угарный газ
- Водород

Каждый правильный ответ — 2 балла, штраф за каждый неправильный ответ — 1 балл

**Максимальный балл за задание — 6 баллов**

*Решение.*

Для решения задачи достаточно сравнить молярную массу перечисленных газов с молярной массой воздуха 29 г/моль.

$M(\text{CO}) = 28$  г/моль;  $M(\text{O}_2) = 32$  г/моль;  $M(\text{Ne}) = 21$  г/моль;  $M(\text{SO}_2) = 64$  г/моль;  $M(\text{H}_2\text{S}) = 34$  г/моль;  $M(\text{H}_2) = 2$  г/моль;  $M(\text{Ar}) = 40$  г/моль;  $M(\text{O}_3) = 48$  г/моль.

Легче воздуха угарный газ, водород и неон. Ими можно надувать шары (хотя делать этого не стоит, один ядовитый газ, другой взрывоопасный).

## Задание № 10.1

---

### Общее условие:

Кристаллогидраты – это вещества, в состав которых входят молекулы воды. Так в медицине для наложения гипсовых повязок используют кристаллогидрат - алебастр  $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , который при намачивании превращается в другой кристаллогидрат - гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ . При этом воды в гипсе в 4 раза больше, чем в алебастре.

Определите формулу алебастра и гипса, если для наложения повязки на руку врач потратил 1,45 кг алебастра, а через месяц снял гипс весом 1,72 кг. В ответ запишите числа  $x$  и  $y$ .



### Условие:

$x = \dots$

**Правильный ответ:** 0,5

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Условие:

$y = \dots$

**Правильный ответ:** 2

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.* Самый очевидный способ, составить систему из двух уравнений и решить ее.

Так как, в гипсе воды в 4 раза больше, чем в алебастре, значит  $y = 4x$ .

Количество сульфата кальция в алебастре и гипсе одинаковое, значит:

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O})$$

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{1450}{136+18x} \text{ моль}$$

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}) = \frac{1720}{136+18y} \text{ моль}$$

$$\frac{1450}{136 + 18x} = \frac{1720}{136 + 18y}$$

Составим систему:

$$\begin{cases} y = 4x \\ \frac{1450}{136 + 18x} = \frac{1720}{136 + 18y} \end{cases}$$
$$\begin{cases} x = 0,5 \\ y = 2 \end{cases}$$

Формула алебастра -  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , формула гипса -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

## Задание № 10.2

---

### Общее условие:

Кристаллогидраты – это вещества, в состав которых входят молекулы воды. Так в медицине для наложения гипсовых повязок используют кристаллогидрат - алебастр  $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , который при намачивании превращается в другой кристаллогидрат - гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ . При этом воды в гипсе в 4 раза больше, чем в алебастре.

Определите формулу алебастра и гипса, если для наложения повязки на руку врач потратил 1,74 кг алебастра, а через месяц снял гипс весом 2,064 кг. В ответ запишите числа  $x$  и  $y$ .



### Условие:

$x = \dots$

**Правильный ответ:** 0,5

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Условие:

$y = \dots$

**Правильный ответ:** 2

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Решение.

Самый очевидный способ, составить систему из двух уравнений и решить ее.

Так как, в гипсе воды в 4 раза больше, чем в алебастре, значит  $y = 4x$ .

Количество сульфата кальция в алебастре и гипсе одинаковое, значит:

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O})$$

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{1740}{136+18x} \text{ моль}$$

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}) = \frac{2064}{136+18y} \text{ моль}$$

$$\frac{1740}{136 + 18x} = \frac{2064}{136 + 18y}$$

Составим систему:

$$\begin{cases} y = 4x \\ \frac{1740}{136 + 18x} = \frac{2064}{136 + 18y} \end{cases}$$
$$\begin{cases} x = 0,5 \\ y = 2 \end{cases}$$

Формула алебастра -  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , формула гипса -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .



### Задание № 10.3

---

#### Общее условие:

Кристаллогидраты – это вещества, в состав которых входят молекулы воды. Так в медицине для наложения гипсовых повязок используют кристаллогидрат - алебастр  $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , который при намачивании превращается в другой кристаллогидрат - гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ . При этом воды в гипсе в 4 раза больше, чем в алебастре.

Определите формулу алебастра и гипса, если для наложения повязки на руку врач потратил 2,175 кг алебастра, а через месяц снял гипс весом 2,58 кг. В ответ запишите числа  $x$  и  $y$ .



#### Условие:

$x = \dots$

**Правильный ответ:** 0,5

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

#### Условие:

$y = \dots$

**Правильный ответ:** 2

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

#### Решение.

Самый очевидный способ, составить систему из двух уравнений и решить ее.

Так как, в гипсе воды в 4 раза больше, чем в алебастре, значит  $y = 4x$ .

Количество сульфата кальция в алебастре и гипсе одинаковое, значит:

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O})$$

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{2175}{136+18x} \text{ моль}$$

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}) = \frac{2580}{136+18y} \text{ МОЛЬ}$$

$$\frac{2175}{136 + 18x} = \frac{2580}{136 + 18y}$$

Составим систему:

$$\begin{cases} y = 4x \\ \frac{2175}{136 + 18x} = \frac{2580}{136 + 18y} \end{cases}$$
$$\begin{cases} x = 0,5 \\ y = 2 \end{cases}$$

Формула алебастра -  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , формула гипса -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

## Задание № 10.4

---

### Общее условие:

Кристаллогидраты – это вещества, в состав которых входят молекулы воды. Так в медицине для наложения гипсовых повязок используют кристаллогидрат - алебастр  $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , который при намачивании превращается в другой кристаллогидрат - гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ . При этом воды в гипсе в 4 раза больше, чем в алебастре.

Определите формулу алебастра и гипса, если для наложения повязки на руку врач потратил 2,9 кг алебастра, а через месяц снял гипс весом 3,44 кг. В ответ запишите числа  $x$  и  $y$ .



### Условие:

$x = \dots$

**Правильный ответ:** 0,5

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Условие:

$y = \dots$

**Правильный ответ:** 2

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

### Решение.

Самый очевидный способ, составить систему из двух уравнений и решить ее.

Так как, в гипсе воды в 4 раза больше, чем в алебастре, значит  $y = 4x$ .

Количество сульфата кальция в алебастре и гипсе одинаковое, значит:

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O})$$

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{2175}{136+18x} \text{ МОЛЬ}$$

$$n(\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}) = \frac{2580}{136+18y} \text{ МОЛЬ}$$

$$\frac{2175}{136 + 18x} = \frac{2580}{136 + 18y}$$

Составим систему:

$$\begin{cases} y = 4x \\ \frac{2175}{136 + 18x} = \frac{2580}{136 + 18y} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,5 \\ y = 2 \end{cases}$$

Формула алебаstra -  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , формула гипса -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

## Задание № 11.1

---

### Условие:

Большинство элементов периодической системы способно проявлять разную валентность в различных соединениях. Так элемент  $X$  при взаимодействии с кислородом образует два газообразных оксида, причем степень окисления в одном из них в два раза больше, чем в другом. Также известно, что молярная масса более тяжелого оксида в 1,57 раз больше молярной массы более легкого. Молекулы обоих оксидов содержат одинаковое количество атомов неизвестного элемента. Определите элемент  $X$ . В ответ запишите символ элемента (используйте английскую раскладку).

### Правильный ответ: C

Точное совпадение ответа — 6 баллов

### Решение.

Обозначим степень окисления элемента  $X$  в более легком оксиде за  $n$ , тогда во втором оксиде она составит  $2n$ . Запишем формулы оксидов в виде  $X_2O_n$  и  $X_2O_{2n}$ . Положив атомную массу элемента  $X$  за  $x$  выразим отношение молярных масс в виде:

$$\frac{2x + 32n}{2x + 16n} = 1,57$$

Откуда получим

$$2x + 32n = 3,14x + 25,12n$$

или

$$x = 6n$$

Так как максимально возможная степень окисления не может превышать 8, то соответственно  $n$  может принимать значения от 1 до 4, рассмотрим все варианты

- 1)  $n=1, x=6$
- 2)  $n=2, x=12$  подходит углерод C
- 3)  $n=3, x=18$
- 4)  $n=4, x=24$  подходит магний Mg

Из рассмотренных вариантов единственный подходящий – второй, таким образом ответ  $X = C$ .

## Задание № 11.2

---

### Условие:

Большинство элементов периодической системы способно проявлять разную валентность в различных соединениях. Так элемент  $X$  при взаимодействии с кислородом образует два газообразных оксида, причем степень окисления в одном из них в два раза больше, чем в другом. Также известно, что молярная масса более тяжелого оксида в 1,57 раз больше молярной массы более легкого. Молекулы обоих оксидов содержат одинаковое количество атомов неизвестного элемента. Определите элемент  $X$ . В ответ запишите порядковый номер элемента.

**Правильный ответ: 6**

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

*Решение.*

Обозначим степень окисления элемента  $X$  в более легком оксиде за  $n$ , тогда во втором оксиде она составит  $2n$ . Запишем формулы оксидов в виде  $X_2O_n$  и  $X_2O_{2n}$ . Положив атомную массу элемента  $X$  за  $x$  выразим отношение молярных масс в виде:

$$\frac{2x + 32n}{2x + 16n} = 1,57$$

Откуда получим

$$2x + 32n = 3,14x + 25,12n$$

или

$$x = 6n$$

Так как максимально возможная степень окисления не может превышать 8, то соответственно  $n$  может принимать значения от 1 до 4, рассмотрим все варианты

- 1)  $n=1$ ,  $x=6$
- 2)  $n=2$ ,  $x=12$  подходит углерод  $C$
- 3)  $n=3$ ,  $x=18$
- 4)  $n=4$ ,  $x=24$  подходит магний  $Mg$

Из рассмотренных вариантов единственный подходящий – второй, таким образом ответ  $X = 6$ .

### Задание № 11.3

---

#### Условие:

Большинство элементов периодической системы способно проявлять разную валентность в различных соединениях. Так элемент  $X$  при взаимодействии с кислородом образует два газообразных оксида, причем степень окисления в одном из них в два раза больше, чем в другом. Также известно, что молярная масса более тяжелого оксида в 1,57 раз больше молярной массы более легкого. Молекулы обоих оксидов содержат одинаковое количество атомов неизвестного элемента. Определите элемент  $X$ . В ответ запишите атомную массу элемента.

**Правильный ответ:** 12

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

*Решение.*

Обозначим степень окисления элемента  $X$  в более легком оксиде за  $n$ , тогда во втором оксиде она составит  $2n$ . Запишем формулы оксидов в виде  $X_2O_n$  и  $X_2O_{2n}$ . Положив атомную массу элемента  $X$  за  $x$  выразим отношение молярных масс в виде:

$$\frac{2x + 32n}{2x + 16n} = 1,57$$

Откуда получим

$$2x + 32n = 3,14x + 25,12n$$

или

$$x = 6n$$

Так как максимально возможная степень окисления не может превышать 8, то соответственно  $n$  может принимать значения от 1 до 4, рассмотрим все варианты

- 1)  $n=1$ ,  $x=6$
- 2)  $n=2$ ,  $x=12$  подходит углерод  $C$
- 3)  $n=3$ ,  $x=18$
- 4)  $n=4$ ,  $x=24$  подходит магний  $Mg$

Из рассмотренных вариантов единственный подходящий – второй, таким образом ответ  $X = 12$ .

### Задание № 11.4

---

**Условие:**

Большинство элементов периодической системы способно проявлять разную валентность в различных соединениях. Так элемент  $X$  при взаимодействии с кислородом образует два газообразных оксида, причем степень окисления в одном из них в два раза больше, чем в другом. Также известно, что молярная масса более тяжелого оксида в 1,57 раз больше молярной массы более легкого. Молекулы обоих оксидов содержат одинаковое количество атомов неизвестного элемента. Определите элемент  $X$ . В ответ запишите заряд ядра элемента.

**Правильный ответ:** 6

**Точное совпадение ответа — 6 баллов**

*Решение.*

Обозначим степень окисления элемента  $X$  в более легком оксиде за  $n$ , тогда во втором оксиде она составит  $2n$ . Запишем формулы оксидов в виде  $X_2O_n$  и  $X_2O_{2n}$ . Положив атомную массу элемента  $X$  за  $x$  выразим отношение молярных масс в виде:

$$\frac{2x + 32n}{2x + 16n} = 1,57$$

Откуда получим

$$2x + 32n = 3,14x + 25,12n$$

или

$$x = 6n$$

Так как максимально возможная степень окисления не может превышать 8, то соответственно  $n$  может принимать значения от 1 до 4, рассмотрим все варианты

- 1)  $n=1$ ,  $x=6$
- 2)  $n=2$ ,  $x=12$  подходит углерод  $C$
- 3)  $n=3$ ,  $x=18$
- 4)  $n=4$ ,  $x=24$  подходит магний  $Mg$

Из рассмотренных вариантов единственный подходящий – второй, таким образом ответ  $X = 6$ .



## Задание № 12.1

---

### Общее условие:

В повседневной жизни нас окружают множество предметов, состоящих из волокон. Наша одежда, обувь, все ткани, стебли растений и стволы деревьев все это и многое другое построено из органических нитей. Но встречаются волокна не только в органической, но и в неорганической химии. Так, волокнистые структуры образуют один из минералов асбеста, который служит сырьем для изготовления жаропрочных тканей.

Этот минерал представляет собой водный силикат магния, и его химическая формула может быть представлен в виде комбинации оксидов:



где  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – наименьшие натуральные числа. Массовые доли магния, кремния и кислорода равны 26,1%, 20,3% и 52,2% соответственно.

Определите химическую формулу описанного минерала. В ответ запишите числа  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .



### Условие:

$x = \dots$

**Правильный ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

$y = \dots$

**Правильный ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

$z = \dots$

**Правильный ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Используя массовые доли, можно составить систему трех уравнений для трех неизвестных и решить её, но можно поступить проще. Судя по массовым долям, в минерале кремния меньше магния, поэтому примем  $y = 1$ . Тогда в одной формульной единице минерала — один атом кремния массой 28 а. е. м.

Составим пропорцию:

$$m(\text{Si}) = 28 \text{ а. е. м} \text{ — } 20,3\%$$

$$M(\text{минерала}) \text{ — } 100\%$$

$M(\text{минерала}) = 28 \cdot 100\% / 20,3\% = 138 \text{ а. е. м.}$  — масса одной формульной единицы.

Найдем массу магния в ней:  $m(\text{Mg}) = 138 \cdot 26,1\% / 100\% = 36 \text{ а. е. м.}$ , что соответствует 1,5 атомам магния.

То есть  $y$  не менее двух, тогда  $x = 3$ , и  $M(\text{минерала}) = 276$ .

Найдем массу кислорода в одной формульной единицы:  $m(\text{O}) = 276 \cdot 52,2\% / 100\% = 144 \text{ а.е.м.}$ , что соответствует 9 атомам кислорода.

То есть  $x + 2y + z = 9$ , откуда находим, что  $z = 2$ .

Формула хризотила —  $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

## Задание № 12.2

---

### Общее условие:

В повседневной жизни нас окружают множество предметов, состоящих из волокон. Наша одежда, обувь, все ткани, стебли растений и стволы деревьев все это и многое другое построено из органических нитей. Но встречаются волокна не только в органической, но и в неорганической химии. Так, волокнистые структуры образует один из минералов асбеста, который служит сырьем для изготовления жаропрочных тканей.

Этот минерал представляет собой водный силикат магния, и его химическая формула может быть представлен в виде комбинации оксидов:



где  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – наименьшие натуральные числа. Массовые доли магния, кремния и водорода равны 26,1%, 20,3% и 1,4% соответственно. Определите химическую формулу описанного минерала.

В ответ запишите числа  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .



### Условие:

$x = \dots$

**Правильный ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

$y = \dots$

**Правильный ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

$z = \dots$

**Правильный ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Используя массовые доли, можно составить систему трех уравнений для трех неизвестных и решить её, но можно поступить проще.

Судя по массовым долям, в минерале кремния меньше магния, поэтому примем  $y = 1$ . Тогда в одной формульной единице минерала — один атом кремния массой 28 а. е. м.

Составим пропорцию:

$$m(\text{Si}) = 28 \text{ а. е. м} \text{ — } 20,3\%$$

$$M(\text{минерала}) \text{ — } 100\%$$

$M(\text{минерала}) = 28 \cdot 100\% / 20,3\% = 138 \text{ а. е. м.}$  — масса одной формульной единицы.

Найдем массу магния в ней:  $m(\text{Mg}) = 138 \cdot 26,1\% / 100\% = 36 \text{ а. е. м.}$ , что соответствует 1,5 атомам магния.

То есть  $y$  не менее двух, тогда  $x = 3$ , и  $M(\text{минерала}) = 276$ .

Найдем массу водорода в одной формульной единицы:  $m(\text{H}) = 276 \cdot 1,4\% / 100\% = 4 \text{ а. е. м.}$ , что соответствует 4 атомам водорода.

То есть  $z = 2$ .

Формула хризотила —  $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

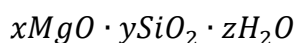
### Задание № 12.3

---

#### Общее условие:

В повседневной жизни нас окружают множество предметов, состоящих из волокон. Наша одежда, обувь, все ткани, стебли растений и стволы деревьев все это и многое другое построено из органических нитей. Но встречаются волокна не только в органической, но и в неорганической химии. Так, волокнистые структуры образует один из минералов асбеста, который служит сырьем для изготовления жаропрочных тканей.

Этот минерал представляет собой водный силикат магния, и его химическая формула может быть представлен в виде комбинации оксидов:



где  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – наименьшие натуральные числа. Массовые доли магния, водорода и кислорода равны 26,1%, 1,4% и 52,2% соответственно. Определите химическую формулу описанного минерала. В ответ запишите числа  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .



#### Условие:

$x = \dots$

**Правильный ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

#### Условие:

$y = \dots$

**Правильный ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

$z = \dots$

**Правильный ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Используя массовые доли, можно составить систему трех уравнений для трех неизвестных и решить её, но можно поступить проще.

Массовая доля кремния в минерале равна:  $100\% - 26,1\% - 1,4\% - 52,2\% = 20,3\%$ .

Судя по массовым долям, в минерале кремния меньше магния, поэтому примем  $y = 1$ . Тогда в одной формульной единице минерала — один атом кремния массой 28 а. е. м.

Составим пропорцию:

$$m(\text{Si}) = 28 \text{ а. е. м} \text{ — } 20,3\%$$

$$M(\text{минерала}) \text{ — } 100\%$$

$M(\text{минерала}) = 28 \cdot 100\% / 20,3\% = 138 \text{ а. е. м.}$  — масса одной формульной единицы.

Найдем массу магния в ней:  $m(\text{Mg}) = 138 \cdot 26,1\% / 100\% = 36 \text{ а. е. м.}$ , что соответствует 1,5 атомам магния.

То есть  $y$  не менее двух, тогда  $x = 3$ , и  $M(\text{минерала}) = 276$ .

Найдем массу кислорода в одной формульной единицы:  $m(\text{O}) = 276 \cdot 52,2\% / 100\% = 144 \text{ а. е. м.}$ , что соответствует 9 атомам кислорода. То есть  $x + 2y + z = 9$ , откуда находим, что  $z = 2$ .

Формула хризотила —  $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

## Задание № 12.4

---

### Общее условие:

В повседневной жизни нас окружают множество предметов, состоящих из волокон. Наша одежда, обувь, все ткани, стебли растений и стволы деревьев все это и многое другое построено из органических нитей. Но встречаются волокна не только в органической, но и в неорганической химии. Так, волокнистые структуры образует один из минералов асбеста, который служит сырьем для изготовления жаропрочных тканей.

Этот минерал представляет собой водный силикат магния, и его химическая формула может быть представлен в виде комбинации оксидов:



где  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – наименьшие натуральные числа. Массовые доли водорода, кремния и кислорода равны 1,4%, 20,3% и 52,2% соответственно. Определите химическую формулу описанного минерала. В ответ запишите числа  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .



### Условие:

$x = \dots$

**Правильный ответ: 3**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

$y = \dots$

**Правильный ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

$z = \dots$

**Правильный ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Используя массовые доли, можно составить систему трех уравнений для трех неизвестных и решить её, но можно поступить проще.

Массовая доля магния в минерале равна:  $100\% - 1,4\% - 20,3\% - 52,2\% = 26,1\%$ .

Судя по массовым долям, в минерале кремния меньше магния, поэтому примем  $y = 1$ . Тогда в одной формульной единице минерала — один атом кремния массой 28 а. е. м.

Составим пропорцию:

$$m(\text{Si}) = 28 \text{ а. е. м} \text{ — } 20,3\%$$

$$M(\text{минерала}) \text{ — } 100\%$$

$M(\text{минерала}) = 28 \cdot 100\% / 20,3\% = 138 \text{ а. е. м.}$  — масса одной формульной единицы.

Найдем массу магния в ней:  $m(\text{Mg}) = 138 \cdot 26,1\% / 100\% = 36 \text{ а. е. м.}$ , что соответствует 1,5 атомам магния.

То есть у не менее двух, тогда  $x = 3$ , и  $M(\text{минерала}) = 276$ .

Найдем массу кислорода в одной формульной единицы:  $m(\text{O}) = 276 \cdot 52,2\% / 100\% = 144 \text{ а. е. м.}$ , что соответствует 9 атомам кислорода. То есть  $x + 2y + z = 9$ , откуда находим, что  $z = 2$ .

Формула хризотила —  $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .



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

(группа № 3)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 18

**Задание № 1**

---

**Условие:**

Дан список веществ:

$\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{I}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CsO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{OFCl}$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CsO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{OF}_2$ ,  $\text{HBrO}$ .

Сколько веществ из списка является оксидами?

**Правильный ответ: 6**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

$\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{I}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_2$ .

## Задание № 2

---

### Общее условие:

В молекуле фосфористой кислоты ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ) не все атомы водорода связаны с атомами кислорода. Определите валентность фосфора, общее число ковалентных связей в молекуле этой кислоты, а также чему сумму коэффициентов в уравнении реакции полной нейтрализации этой кислоты по схеме (уравнение закончите сами):



### Условие:

Запишите с помощью арабских цифр валентность фосфора.

**Правильный ответ: 5**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

Найдите число ковалентных связей.

**Правильный ответ: 7**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

### Условие:

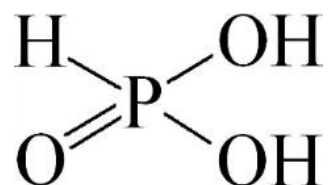
Чему равна сумма коэффициентов уравнения реакции?

**Правильный ответ: 6**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

Структурная формула:



Валентность P – V.

Общее количество ковалентных связей – VII.

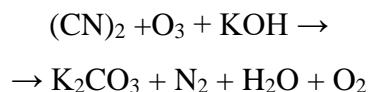
$2\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_3 = \text{K}_2\text{PO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Сумма коэффициентов – 6.

### Задание № 3

---

**Условие:**

Дициан, ядовитое вещество вызывающее удушье, может быть обезврежено в процессе окисления озоном по схеме (по схеме):



Расставьте коэффициенты в уравнении реакции.

Какая масса воды (в граммах) образуется в ходе реакции 2,5 моль дициана с необходимым количеством озона и щелочи? Считать молярную массу воды равной 18 г/ моль.

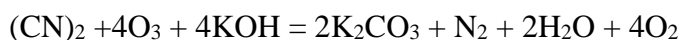
**Правильный ответ: 90**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*



Второй возможный вариант реакции:



По уравнению: Из 1 моль  $(\text{CN})_2$  образуется 2 моль воды

По решению: Из 2,5 моль  $(\text{CN})_2$  образуется **5 моль** воды

$$m = M \cdot \nu = 5 \cdot 18 = 90\text{г}$$

Масса воды: 90г.

#### Задание № 4

---

##### Общее условие:

В состав таблетки парацетамола входят:

*Активное вещество:* парацетамол  $C_8H_9NO_2$  — 90,9%.

*Вспомогательные вещества:* все остальные — желатин, крахмал картофельный, кислота стеариновая, сахар молочный (лактоза).

Масса таблетки 500 мг. Согласно инструкции по применению максимальная суточная доза парацетамола для взрослого человека не более 0,0241 моль в сутки.

##### Условие:

Какова максимальная суточная масса парацетамола (в граммах) для взрослого человека? Ответ округлите до десятых.

**Правильный ответ:** 3,6

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

##### Условие:

Какое количество таблеток может выпить взрослый человек за сутки, **НЕ** нарушая инструкцию? Ответ округлите до целых.

**Правильный ответ:** 7 (также засчитывается ответ 8)

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

$$M(C_8H_9NO_2) = 12 \times 8 + 1 \times 9 + 14 + 32 = 151 \text{ г/моль}$$

Вычисляем максимальную суточную массу парацетамола для взрослого человека.

$$m = \nu \cdot M; m(C_8H_9NO_2) = 0,0241 \cdot 151 = 3,6391 \text{ г} = 3,6 \text{ г}$$

Вычисляем массу парацетамола в 1 таблетке

$$w = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{смеси}} \rightarrow m_{\text{в-ва}} = m_{\text{смеси}} \cdot w;$$

$$m(C_8H_9NO_2) = 0,5 \cdot 0,909 = 0,455 \text{ г}$$

Вычисляем количество таблеток, которое может выпить взрослый человек за сутки

$$N = m_{\text{суточной дозы}} / m_{\text{парацетамола в 1 таблетке}}; N = 3,6 / 0,455 = 7,92, \text{ следовательно } 7 \text{ штук.}$$

## Задание № 5

---

### Условие:

Укажите ряд, в котором валентность азота **НЕ** изменяется.

### Варианты ответов:

- NOF, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- NO, NH<sub>4</sub>Cl, Ca(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>
- N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>
- NH<sub>2</sub>OH, NO, N<sub>2</sub>

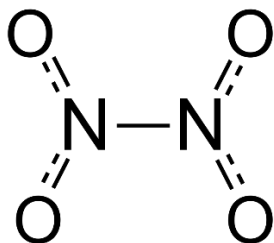
### Правильный ответ:

- N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>
- HNO<sub>3</sub>
- NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

Точное совпадение ответа — 1 балл

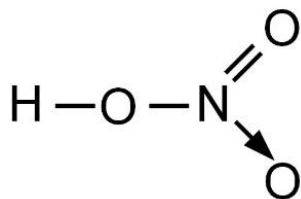
*Решение.*

Структурная формула NO<sub>2</sub>



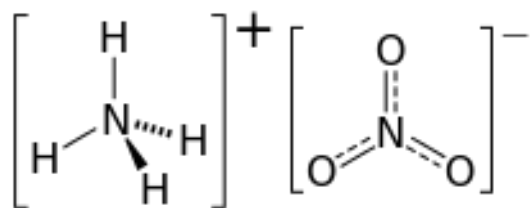
Валентность IV

Структурная формула HNO<sub>3</sub>



Валентность IV

**Структурная формула  $\text{NH}_4\text{NO}_3$**



Валентность IV

## Задание № 6

---

### Условие:

В стандартной батарейке содержатся 0.75 грамм лития. Данный металл получают из карбоната лития переводя его в хлорид лития соляной кислотой. Далее проводят электролиз расплава хлорида лития, получая чистый металл, который в завершении очищают методом вакуумной дистилляции.

Составьте уравнения реакций всех химических процессов получения лития и рассчитайте, сколько необходимо взять карбоната лития для получения 1 батарейки, если выход продукта в каждой реакции 80%, а при вакуумной дистилляции 93.75%.

Выберите значение, наиболее близкое к рассчитанному вами:

### Варианты ответа:

- 3.64
- 6.5
- 31.53
- 2.70
- 165.67
- 98.02

**Правильный ответ:** 6.5

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

$\eta = m \text{ чистого} / m \text{ с примесями}$

**1 этап:** Вакуумная дистилляция

$m \text{ с примесями} = 0,75 / 0,9375 = 0,8$

**2 этап:**  $2\text{LiCl (эл.ток)} \rightarrow 2\text{Li} + \text{Cl}_2$

$m \text{ с примесями} = 0,8 / 0,8 = 1 \text{ г}$

$\nu = m / M = 1 / 7 = 0,14 \text{ моль}$

$\nu (\text{Li}) = \nu (\text{LiCl})$

**3 этап:**  $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{LiCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

$\nu (\text{LiCl с примесями}) = 0,14 / 0,8 = 0,175 \text{ моль}$

$\nu (\text{LiCl}) = 0,5 \nu (\text{Li}_2\text{CO}_3) = 0,0875 \text{ моль}$

$m (\text{Li}_2\text{CO}_3) = 0,0875 * 74 = 6,475 \text{ г} = \mathbf{6,5 \text{ г}}$

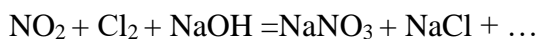
## Задание № 7

---

### Условие:

Хлор (вещество I класса опасности) не всегда вреден: он применяется в системах очистки для обезвреживания опасных загрязнителей воздуха и воды. С помощью хлора можно обезвредить один из опаснейших загрязнителей воздуха — оксид азота (IV).

Схема процесса:

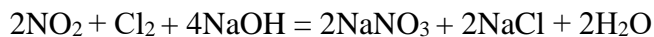


Составьте полное уравнение этой реакции и определите сумму коэффициентов в нем, если коэффициент перед хлором равен 1.

**Правильный ответ:** 13

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*





## Задание № 8

---

**Условие:**

Фторид хлора (III)  $\text{ClF}_3$  — при комнатных температурах бесцветный, чрезвычайно ядовитый тяжёлый газ с сильным раздражающим запахом.

Простой способ, который позволяет обезвредить фторид хлора (III) основан на применении водного раствора сульфата железа (II). Запишите уравнение реакции взаимодействия фторида хлора (III) с сульфатом железа (II), если известно, что в ходе реакции образуются два галогенида железа (III) и ещё одна средняя соль железа (III).

Каким будет коэффициент перед формулой восстановителя в этом уравнении?

**Правильный ответ:** 12

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*



Восстановитель – Fe - 12

### Задание № 9

---

**Условие:**

Наличие хлора в хлориде кальция можно доказать, действуя на него оксидом марганца (IV) и крепкой серной кислотой. Уравнение реакции (без коэффициентов):



Расставьте коэффициенты в этом уравнении реакции. Какой объём (в литрах) хлора (при н.у.) образуется при взаимодействии 22.4 грамм хлорида кальция с достаточным количеством оксида марганца (IV) и серной кислоты?

При расчётах считать молярную массу хлорида кальция равной 111 г/моль. Запишите число с точностью до десятых без единиц измерения.

**Правильный ответ:** 4,5

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*



$$\nu = m/M = 22,4/111 = 0,2 \text{ моль}$$

По уравнению: из 1 моль  $\text{CaCl}_2$  образуется 1 моль  $\text{Cl}_2$

По решению: из 0,2 моль  $\text{CaCl}_2$  образуется 0,2 моль  $\text{Cl}_2$

$$V = \nu * V_m = 0,2 * 22,4 = 4,5 \text{ л}$$

## Задание № 10

---

### Условие:

1.8 кг водного раствора хлорида калия (массовая доля хлорида калия в этом растворе в 9 раз меньше массовой доли воды) кипятили до тех пор, пока массовая доля соли в этом растворе не достигла значения 30%. Сколько грамм воды осталось в растворе? Ответ запишите с точностью до целых.

**Правильный ответ:** 420

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

$$\omega_{\text{KCl}} + \omega_{\text{H}_2\text{O}} = 1$$

$$\frac{\omega(\text{KCl})}{\omega(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1}{9} \Rightarrow 9\omega_{\text{KCl}} = \omega_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$\omega_{\text{KCl}} + 9\omega_{\text{KCl}} = 1$$

$$\omega_{\text{KCl}} = 0,1$$

$$m_{\text{KCl}}^{\text{H}} = 1800 \cdot 0,1 = 180 \text{ г.}$$

$$m_{\text{KCl}}^{\text{K}} = m_{\text{KCl}}^{\text{H}} = 180 \text{ г.}$$

$$m_{\text{p-pa}}^{\text{K}} = \frac{180}{0,3} = 600 \text{ г.}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{K}} = 600 - 180 = 420 \text{ г.}$$

## Задание № 11

---

### Общее условие:

В состав облаков атмосферы планеты Венеры входят капельки вещества *A*, название которого — **дигидрогенсульфат**, устаревшее название — **купоросное масло**.

Также ученые обнаружили в атмосфере Венеры следы газа *B* — фосфида водорода (по номенклатуре ИЮПАК — фосфан), бесцветного ядовитого газа (при нормальных условиях) со специфическим запахом чеснока.

### Условие:

Определите вещество *A* и рассчитайте его относительную молекулярную массу. В ответе запишите только массу вещества.

**Правильный ответ:** 98

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

Формула вещества, входящего в состав облаков –  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .  $M_r = 98$

### Условие:

Определите вещество *B* и рассчитайте его относительную молекулярную массу. В ответе запишите только массу вещества с точностью до целых.

**Правильный ответ:** 34

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

Формула фосфина  $\text{PH}_3$ .  $M = 34$  г/моль

### Условие:

Напишите уравнение реакции, которая может протекать в облаках Венеры между этими веществами, если в ней помимо воды и сернистого газа образуется кислота, молярная масса которой равна молярной массе вещества *A*. Рассчитайте сумму коэффициентов в правой части уравнения, если минимальный коэффициент равен 1. В ответе запишите сумму.

**Правильный ответ: 9**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*



Продукты реакции:  $4\text{SO}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

Сумма коэффициентов — 9

## Задание № 12

---

### Общее условие:

Как известно, самые большие и прекрасные кристаллы часто содержат кристаллизационную воду. Например, голубые кристаллы медного купороса (кристаллогидрата сульфата меди (II)) содержат до 36% воды, а так называемая кристаллическая сода только 37 % карбоната натрия, остальное — вода.

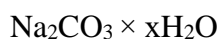
### Условие:

Определите формулу кристаллической соды. В ответе укажите количество молекул воды в одной формульной единице кристаллогидрата.

**Правильный ответ:** 10

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

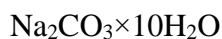
*Решение.*



$\omega = m \text{ в-ва} / m \text{ кристаллогидрата}$

$$106 / 106 + x \times 18 = 0,37$$

$$x = 10$$



### Условие:

Кристаллическая сода обрела широкую популярность в быту, ее применение в домашних условиях достаточно широко. Благодаря высоким очищающим свойствам она легко справляется даже с самыми сильными загрязнениями, прочищает трубы, устраняет накипь, используется при стирке.

Рассчитайте, сколько воды можно приобрести, купив 1 кг кристаллической соды. Ответ округлите до целых.

**Правильный ответ:** 630 (также принимается ответ 629)

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

В кристаллогидрате кристаллической соды 37%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , следовательно, 63% воды

$m = m \text{ кристаллогидрата} \times \omega \text{ воды}$

$$m \text{ воды} = 1000 \times 0,63 = 630 \text{ г}$$

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 10 класса

(группа № 3)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

### Задание № 1

---

#### Общее условие:

Газообразный углеводород объемом 3 мл смешали с 25 мл кислорода и подожгли в закрытом сосуде. После окончания реакции сосуд охладили до начальной температуры, объем газовой смеси стал равен 19 мл, а после обработки избытком щелочи осталось еще 7 мл газа.

#### Условие:

Установите молекулярную формулу углеводорода, учитывая, что измерения объемов проводились при одинаковых условиях. При вводе ответа используйте латинские буквы (например, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>).

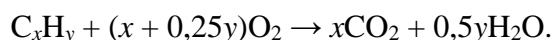
**Ответ:** C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

#### Решение.

При охлаждении смеси после реакции водяные пары, образовавшиеся при горении углеводорода, сконденсировались. Оставшиеся 7 мл газа – это избыток кислорода. Следовательно, в реакцию вступило 18 мл кислорода и получилось 12 мл углекислого газа.

Уравнение реакции горения углеводорода можно представить в следующем виде:



При сгорании 3 мл углеводорода получено 12 мл углекислого газа, значит,  $x = 4$ , так как мольные отношения для газов равны объёмным (закон Авогадро).

Согласно уравнению реакции,  $(x + 0,25y) / x = 18 / 12$ , отсюда  $y = 8$ , а молекулярная формула углеводорода – C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>

#### Условие:

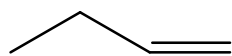
Сколько всего изомеров отвечают этой формуле? Не забудьте учесть геометрические изомеры.

**Ответ:** 6

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

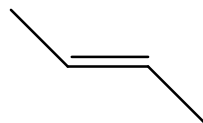
Соединение состава  $C_4H_8$  имеет шесть изомеров:



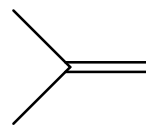
бутен-1



*цис*-бутен-2



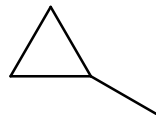
*транс*-бутен-2



2-метилпропен



циклобутан



1-метилциклопропан



## Задание № 2

---

### Общее условие:

Пробой сплава, содержащего благородные металлы, называют массу основного благородного металла (в граммах) в одном килограмме сплава. Для серебряных изделий основной является 875-я проба.

### Условие:

Серебряный сплав содержит атомов серебра в 2 раза больше, чем атомов меди, других металлов в сплаве нет. Какова проба такого сплава? Относительную атомную массу меди примите равной 64. Ответ округлите до целых.

**Ответ:** принимается значение в диапазоне [771; 772]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Массовая доля серебра в сплаве:

$$\omega(\text{Ag}) = 2A_r(\text{Ag}) / (2A_r(\text{Ag}) + A_r(\text{Cu})) = 2 \cdot 108 / (2 \cdot 108 + 64) = 0,771.$$

Масса серебра в килограмме сплава:

$$m(\text{Ag}) = 0,771 \cdot 1000 = 771 \text{ г.}$$

Серебро – 771-й пробы.

### Условие:

Кольцо «Молодёжное» выполнено из серебра 875-й пробы и имеет массу 9,14 г. Считая, что стоимость изделия определяется только стоимостью благородного металла, определите, какую массу (в граммах) должно иметь серебряное изделие, выполненное из серебра 960-й пробы, чтобы его стоимость была равной стоимости кольца «Молодёжное»? Ответ запишите с точностью до сотых.

**Ответ:** принимается значение в диапазоне [8,3; 8,4]

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

$$m(\text{кольца}) = 9,14 \cdot \frac{875}{960} = 8,33$$

### Задание № 3

---

#### Общее условие:

Даны правые части уравнений реакций с участием пероксида водорода. Определите, какие вещества прореагировали с  $\text{H}_2\text{O}_2$  (для каждой реакции — одно вещество).

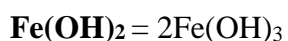
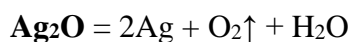
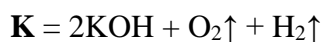
#### Условие:

Выберите их из следующего перечня:

#### Варианты ответов:

<b>K</b>	$= 2\text{KOH} + \text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow$
<b>K<sub>2</sub>O</b>	$= \text{KIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
<b>I<sub>2</sub></b>	$= 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{KOH} + 8\text{H}_2\text{O}$
<b>KI</b>	$= 2\text{Ag} + \text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
<b>KIO<sub>4</sub></b>	$= 2\text{Fe}(\text{OH})_3$
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
<b>K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	
<b>K<sub>3</sub> [Cr(OH)<sub>6</sub>]</b>	
<b>Ag<sub>2</sub>O</b>	
<b>AgNO<sub>3</sub></b>	
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	
<b>FeO</b>	
<b>Fe(OH)<sub>2</sub></b>	

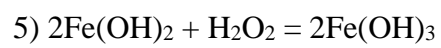
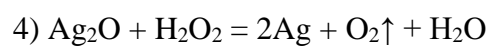
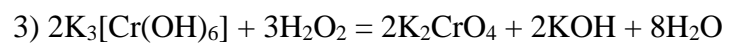
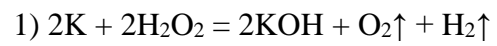
#### Ответ:



Каждое правильное соотнесение — 1 балл

**Максимальный балл за задание — 5, не меньше 0 баллов за задание**

*Решение.*



#### Задание № 4

---

**Общее условие:**

Определите формулу частицы, которая состоит из двух элементов и 4 атомов и содержит 30 протонов и 32 электрона. В ответе укажите относительную молекулярную массу с точностью до целых и заряд частицы. При вводе заряда сначала укажите знак (пример: +3).

**Условие:**

Относительная молекулярная масса:

**Ответ:** 60

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Заряд:

**Ответ:** -2

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

Электронов – на 2 больше, чем протонов, поэтому частица – отрицательный ион с зарядом (-2).

По таблице растворимости находим двухзарядные отрицательные ионы и считаем число протонов в них. 30 протонов содержит карбонат-ион  $\text{CO}_3^{2-}$ :

$$6 + 3 \cdot 8 = 30. M_r(\text{CO}_3^{2-}) = 60.$$

## Задание № 5

### Общее условие:

Первые в истории данные о составе марсианского грунта были получены в 1976 г. американской межпланетной станцией «Викинг-1». Состав одного из образцов марсианского грунта приведён в таблице (указаны только оксиды, содержание которых в грунте больше 1 %). Изучив данные таблицы, ответьте на вопросы:

Оксид	Массовая доля, %
SiO <sub>2</sub>	43.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.3
SO <sub>3</sub>	6.6
MgO	6.0
CaO	5.9

### Условие:

Какого неметалла больше всего по массе в марсианском грунте? В ответ введите химический символ элемента.

Ответ: O

Точное совпадение ответа — 1 балл

### Условие:

Какого металла больше всего по массе в данном образце? В ответ введите химический символ элемента.

Ответ: Fe

Точное совпадение ответа — 1 балл

### Условие:

Чему равна массовая доля (в %) этого металла в образце? Ответ округлите до ближайшего целого числа.

Ответ: 13

Точное совпадение ответа — 2 балла

*Решение.*

а) Кислород O.

б) Железо Fe.

$$\text{в) } \omega(\text{Fe}) = \omega(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot \frac{2Ar(\text{Fe})}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = 18,5 \cdot 2 \cdot \frac{56}{160} = 13,0 \%$$

## Задание № 6

---

### Общее условие:

Продукт **Б**, полученный при растворении 1,3 г металла **А** в 20%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , обработали раствором сульфида натрия до полного осаждения белого вещества **В**. Вещество **В** прокалили на воздухе, при этом образовалось белое вещество **Г** массой 1,62 г. Определите неизвестные вещества и запишите в ответ их формулы.

### Условие:

Формула **А**:

Ответ: Zn

Точное совпадение ответа — 1 балл

### Условие:

Формула **Б**:

Ответ:  $\text{ZnSO}_4$

Точное совпадение ответа — 1 балл

### Условие:

Формула **В**:

Ответ: ZnS

Точное совпадение ответа — 1 балл

### Условие:

Формула **Г**:

Ответ: ZnO

Точное совпадение ответа — 1 балл

*Решение.*

Вещество **Б** – сульфат, образующийся при растворении металла **А** в серной кислоте. При обработке сульфидом натрия из сульфата получается сульфид. При прокаливании сульфида металла на воздухе образуется оксид металла.

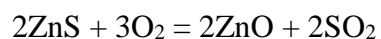
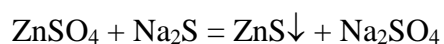
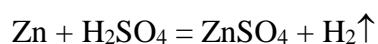
Металл **А** может быть двух- или трёхвалентным. Предположим сначала, что металл – двухвалентный, тогда формула оксида **Г** –  $\text{AO}$  и значит,  $\nu(\text{A}) = \nu(\text{AO})$ , то есть

$$1,3 \div M(\text{A}) = 1,62 \div (M(\text{A}) + 16),$$

откуда  $M(\text{A}) = 65$  г/моль – это цинк **Zn**.

**А** – **Zn**, **Б** –  $\text{ZnSO}_4$ , **В** –  $\text{ZnS}$ , **Г** –  $\text{ZnO}$

Уравнения реакций:



## Задание № 7

---

### Общее условие:

Неметалл X образует газообразное водородное соединение Y, которое обладает высокой химической активностью и воспламеняется на воздухе. При нагревании 10 л Y в инертной среде образуется 20 л водорода и 12,5 г X. При взаимодействии 10 л Y с горячей водой выделяется 40 л водорода. Объемы газов измерены при нормальных условиях. Установите формулы X и Y и напишите уравнение реакции Y с водой

В ответ запишите сумму всех коэффициентов в уравнении, считая их минимально возможными натуральными числами.

### Условие:

Формула X:

Ответ: Si

Точное совпадение ответа — 1 балл

### Условие:

Формула Y:

Ответ: SiH<sub>4</sub>

Точное совпадение ответа — 1 балл

### Условие:

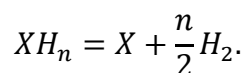
Сумма коэффициентов в уравнении:

Ответ: 8 (также принимаются ответы 9 и 10)

Точное совпадение ответа — 2 балла

### Решение.

Пусть формула Y – XH<sub>n</sub>. При нагревании Y разлагается на простые вещества:



По закону Авогадро  $\frac{n}{2} = \frac{V(H_2)}{V(Y)} = \frac{20}{10} = 2, n = 4$ .

Найдём X.

$v(Y) = 10 \div 22,4 = 0,446 \text{ моль} = v(X)$ .



$M(X) = 12,5 \div 0,446 = 28$  г/моль – это кремний, Si.

**X** – Si, **Y** – SiH<sub>4</sub>

Уравнение реакции с водой:  $\text{SiH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_2 + 4\text{H}_2$

( $V(\text{H}_2) \div V(\text{SiH}_4) = 4$ ). Сумма коэффициентов в уравнении = **8**.

*Другие возможные способы записи реакции с водой:*

$\text{SiH}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2 + \text{H}_2\text{SiO}_3$

Сумма коэффициентов в уравнении = **9**.

$\text{SiH}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2 + \text{H}_4\text{SiO}_4$

Сумма коэффициентов в уравнении = **10**.

## Задание № 8

---

### Общее условие:

«...для ускорения процесса созревания овощей их рекомендуют класть рядом с бананами или яблоками, так как последние выделяют большое количество газообразного углеводорода А, способствующего созреванию...».

Смесь газа А с избытком кислорода подожгли в закрытом сосуде. Образовавшуюся газовую смесь сначала пропустили через склянку с оксидом фосфора (V) (при этом масса склянки увеличилась на 3,6 г) затем — через склянку с избытком известковой воды (выпало 20 г осадка), и в конце — над раскалённой медной пластинкой (масса пластинки увеличилась на 3,2 г).

### Условие:

Определите формулу газа А, если дополнительно известно, что этот газ легче аргона.

**Ответ:** C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Определите объёмную долю газа А (в %) в исходной смеси с кислородом.

**Ответ:** 20

**Точное совпадение ответа — 2 баллов**

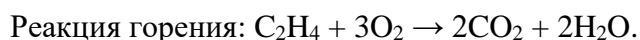
*Решение.*

Определим формулу углеводорода А.

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 \div 18 = 0,2 \text{ моль}, v(\text{H}) = 0,4 \text{ моль}.$$

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{CaCO}_3) = 20 \div 100 = 0,2 \text{ моль}, v(\text{C}) = 0,2 \text{ моль}.$$

Для углеводорода C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> имеем x: y = 1: 2. Так как углеводород А легче аргона, следовательно, А – C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, этилен.



Рассчитаем объёмную долю этилена в исходной смеси с кислородом:

$$v(\text{C}_2\text{H}_4) = v(\text{C}) \div 2 = 0,1 \text{ моль},$$

$$v(\text{O}_2)_{\text{ост.}} = 3,2 \div 32 = 0,1 \text{ моль},$$

$$v(\text{O}_2)_{\text{прореаг.}} = 3v(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,3 \text{ моль},$$

$$v(\text{исх. смеси}) = 0,5 \text{ моль},$$

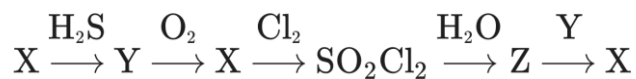
$$\text{тогда } \varphi(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,1 \div 0,5 = 0,2 = 20 \text{ \%}.$$

### Задание № 9

---

**Общее условие:**

Дана схема превращений:



Определите вещества X, Y, Z, если известно, что все они содержат один и тот же элемент, а вещество Y – простое.

**Условие:**

Формула X:

**Ответ:** SO<sub>2</sub>

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Формула Y:

**Ответ:** S

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Формула Z:

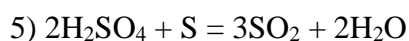
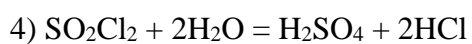
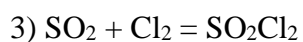
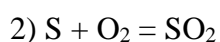
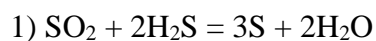
**Ответ:** H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение:*

**X** – SO<sub>2</sub>, **Y** – S, **Z** – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Уравнения реакций:



## Задание № 10

### Общее условие:

При окислении некоторого углеводорода, не содержащего тройных связей, получили смесь уксусной и янтарной (бутандиовой) кислот в мольном соотношении 2:1. Сколько атомов углерода входит в состав молекулы углеводорода? Чему равна молярная масса (в г/моль) исходного углеводорода? В качестве ответа приведите число с точностью до целых.

### Условие:

Число атомов углерода:

Ответ: 8

Точное совпадение ответа — 1 балл

### Условие:

Молярная масса:

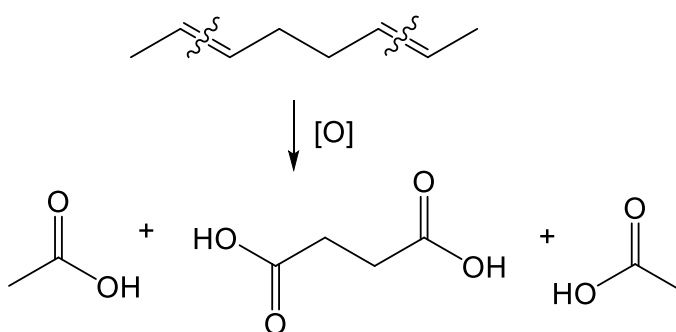
Ответ: 110

Точное совпадение ответа — 3 балла

### Решение:

Две молекулы  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и одна молекула  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$  вместе содержат 8 атомов углерода, столько же входит в состав исходного углеводорода.

Схема окисления:



Исходный углеводород содержал две двойные связи, его формула –  $\text{C}_8\text{H}_{14}$ , молярная масса:

$M(\text{C}_8\text{H}_{14}) = 110$  г/моль.

## Задание № 11

---

### Общее условие:

Всего через несколько месяцев состоятся зимние Олимпийские игры, одно из главных событий которых — лыжные гонки. Высокий результат в гонках невозможно показать без правильно подобранной лыжной мази. Для улучшения водоотталкивающих свойств в лыжную мазь добавляют некоторое вещество состава  $XU_2$ . Простое вещество, образованное элементом  $U$ , известно с древних времен и представляет собой твердое вещество желтого цвета, нерастворимое в воде. На воздухе это вещество горит синим пламенем. Простое вещество, образованное элементом  $X$ , представляет собой светло-серый металл. Оба элемента находятся в одной группе, но в разных подгруппах Периодической системы. Содержание  $U$  в  $XU_2$  составляет 40% по массе.

Определите элементы  $X$  и  $U$ , в ответ запишите их символы. Напишите уравнение реакции горения  $XU_2$  в токе кислорода, в ответ запишите сумму всех коэффициентов в уравнении, считая их минимально возможными натуральными числами.

### Условие:

Элемент  $X$ :

Ответ: Mo

Точное совпадение ответа — 1 балла

### Условие:

Элемент  $U$ :

Ответ: S

Точное совпадение ответа — 1 балла

### Условие:

Сумма коэффициентов в уравнении

Ответ: 15

Точное совпадение ответа — 2 балла

*Решение.*

Элемент **Y** – S (сера).

$$M(\mathbf{X}) = \frac{2M(\mathbf{S})}{0,4} \times 0,6 = \frac{64}{0,4} \times 0,6 = 96 \text{ г/моль} \Rightarrow \mathbf{X} - \text{Mo (молибден)}.$$

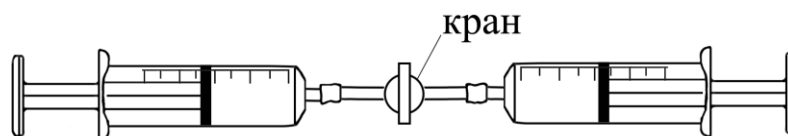
Уравнение реакции:  $2\text{MoS}_2 + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{MoO}_3 + 4\text{SO}_2$ ,

сумма коэффициентов = 15.

## Задание № 12

### Общее условие:

Для изучения реакций между газами собрали прибор, состоящий из двух шприцев и трубки с краном (см. рисунок). Каждый шприц можно наполнить определенным газом. Затем, открыв кран, смешать газообразные реагенты, надавливая на поршень одного из шприцев.



В лаборатории имеются следующие газы: хлор, иодоводород, аммиак и ацетилен, которые обозначены буквами А–D. В приборе, изображённом на рисунке, попарно смешивали равные объёмы этих газов без нагревания. Наблюдаемые изменения фиксировали в таблице.

Смешиваемые газы	Наблюдаемые изменения при взаимодействии газов	Состав смеси газов после реакции*
100 мл газа <b>A</b> и 100 мл газа <b>D</b>	Появились пары, имеющие интенсивную фиолетовую окраску, которые сублимировались на внутренних стенках в виде кристаллов тёмно-серого цвета	50 мл газа <b>D</b> и 100 мл газа <b>E</b>
100 мл газа <b>B</b> и 100 мл газа <b>D</b>	Наблюдалась яркая вспышка, образовалось много копоти (сажи), которая в виде налёта чёрного цвета осела на внутренних стенках	200 мл газа <b>E</b>
100 мл газа <b>A</b> и 100 мл газа <b>C</b>	Образуются густое облако белого «дыма»	газообразных веществ после реакции не осталось

*\*объемы газов до и после реакции измерены при одинаковых условиях, температуре и давлении*

Определите газы А—Е. Запишите их формулы.

### Условие:

Формула А:

Ответ: H<sub>2</sub>

Точное совпадение ответа — 1 балл

**Условие:**

Формула В:

**Ответ:** C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Формула С:

**Ответ:** NH<sub>3</sub>

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Формула D:

**Ответ:** Cl<sub>2</sub>

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Формула E:

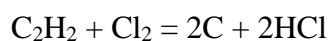
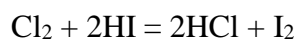
**Ответ:** HCl

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

**A — HI, B — C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C — NH<sub>3</sub>, D — Cl<sub>2</sub>, E — HCl**

Уравнения реакций:





## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 11 класса

(группа № 3)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 25

### Задание № 1

---

#### Условие:

Элементы *A* и *B* находятся в одной группе периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Одно из веществ является металлом, другое – неметаллом. Максимальная и минимальная степень окисления одного из этих элементов отличается на 8 единиц. Заряды ядер этих элементов отличаются также на 8 единиц.

Элементами *A* и *B* могут быть:

#### Варианты ответа:

- Кислород и сера
- Хром и сера
- Бром и марганец
- Хлор и марганец
- Железо и аргон

#### Правильный ответ:

- Хром и сера
- Хлор и марганец

Каждый правильно выбранный и правильно невыбранный вариант — 0.4 балла, штраф за каждый неправильно выбранный/невыбранный — 0.4 балла

**Максимальный балл за задание — 2**

#### Решение.

Степень окисления определяется количеством электронов, смещенных от атома или к атому. Для многих неметаллов максимальная и минимальная значения степени окисления отличаются на восемь единиц. Так атом серы может принять два электрона (степень окисления «-2») или отдать шесть (степень окисления «+6»). Однако для металлов не характерны

отрицательные значения степени окисления, а инертные газы (гелий, неон, аргон) практически не образуют химических соединений.

1. Кислород и сера. Эта пара элементов не отвечает условию задачи, т.к. оба элемента являются неметаллами.
2. Бром и марганец. Этот вариант тоже не отвечает условию задачи, т.к. заряды ядер атомов этих элементов отличаются более чем на 8 единиц.

$$35 - 25 = 10$$

3. Железо и аргон. Не подходят по причине отсутствия устойчивых соединений аргона и соединений железа со степенью окисления (+8).

Соединение восьмивалентного железа весьма нестабильно, его удаётся выделить в относительно чистом виде лишь экстракцией четырёххлористым углеродом из растворов ферратов (из экстрактов его можно получить перегонкой при 30 °С, хотя и с очень небольшим выходом - около 25-30%). Растворы FeVIII разлагаются автокаталитически до гидроксида FeIII и могут существовать лишь в области концентраций ниже 0,01 М/л.

## Задание № 2

---

### Условие:

Рассчитайте массу кислорода (в граммах) в порции оксида алюминия, содержащей  $3,01 \cdot 10^{23}$  формульных единиц вещества. В ответе укажите число с точностью до целых.

**Правильный ответ:** 24

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

**Формульная единица** сложного вещества немолекулярного строения - условная (не способная к самостоятельному существованию) группа атомов или ионов, состав которой соответствует эмпирической формуле данного вещества. Для оксида алюминия это  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

$$n_{\text{оксида алюминия}} = N/N_A = 3,01 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,5 \text{ моль}$$

Так как 1 моль оксида алюминия содержит 3 моль элемента кислорода, в 0,5 моль оксида будет в три раза больше моль элемента кислорода, т.е. 1,5 моль.

$$M_{\text{кислорода}} = 1,5 \cdot 16 = 24 \text{ г}$$

### Задание № 3

---

**Условие:**

К водному раствору вещества X, находящемуся в трех пробирках, добавили: в первую пробирку — раствор серной кислоты, во вторую — концентрированный раствор щелочи, в третью — воду. Затем во все три пробирки добавили раствор нитрита натрия. В первой пробирке раствор обесцветился, во второй — приобрел зеленую окраску, в третьей выпал коричневый осадок.

Определите вещество X:

**Варианты ответов:**

- Дихромат калия
- Сульфат железа (II)
- Перманганат калия
- Иодид калия

**Правильный ответ:** Перманганат калия

**Точное совпадение ответа — 2 балл**

*Решение.*

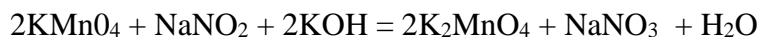
Знание свойств соединений, приведенных в задаче, говорит о том, что речь идет об окислительно-восстановительных реакциях. Нитрит натрия – хороший восстановитель. Условиям задания отвечает окислитель перманганат калия, раствор которого имеет малиновую окраску:

Реакция в первой пробирке:



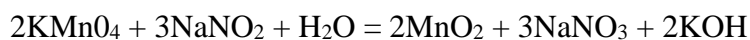
Раствор сульфата марганца в растворе практически бесцветен.

Вторая пробирка



Манганат-ион  $\text{MnO}_4^{2-}$  придает раствору зеленую окраску.

Третья пробирка



Оксид марганца  $\text{MnO}_2$  образует осадок коричневого цвета.

#### Задание № 4

---

##### Условие:

В состав приведенных веществ входит элемент азот. Установите соответствие между формулой вещества и способностью элемента азота проявлять окислительно-восстановительные свойства.

##### Варианты для соотнесения:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| 1. Простое вещество азот | А. Только окислитель                                   |
| 2. Азотная кислота       | Б. Только восстановитель                               |
| 3. Аммиак                | В. Окислитель и восстановитель                         |
| 4. Гидразин              | Г. Не проявляет окислительно-восстановительных свойств |

**Правильный ответ:** 1 — В, 2 — А, 3 — Б, 4 — В

Каждое правильное соответствие — 0.5 балла

**Максимальный балл за задание — 2**

##### *Решение.*

Простое вещество азот  $N_2$ . Степень окисления азота = 0 (промежуточная для элемента азота).

Азотная кислота  $HNO_3$ . Степень окисления азота = +5 (максимальная для элемента азота)

Аммиак  $NH_3$ . Степень окисления азота = -3 (минимальная для элемента азота)

Гидразин  $N_2H_4$ . Степень окисления азота = -2 (промежуточная для элемента азота)

Элемент в максимально возможной степени окисления в окислительно-восстановительных реакциях может быть только окислителем, в минимально возможной — только восстановителем, в промежуточных значениях — и окислителем и восстановителем.

## Задание № 5

---

### Условие:

Представьте, что у вас имеются растворы сульфата алюминия и гидроксида натрия, но этикетки со склянок отпали, а других реактивов нет. Как можно идентифицировать эти вещества?

### Варианты ответов:

- По цвету растворов
- По запаху
- По отношению этих растворов к нагреванию
- По эффектам, наблюдающимся при постепенном добавлении небольших порций одного раствора к другому при постоянном перемешивании

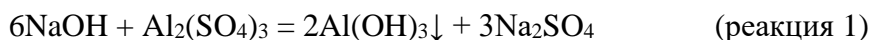
### Правильный ответ:

- По эффектам, наблюдающимся при постепенном добавлении небольших порций одного раствора к другому при постоянном перемешивании.

**Точное совпадение ответа — 2 балл**

### Решение.

Растворы обоих веществ бесцветны, не имеют запаха, не изменяются при нагревании. Если добавлять небольшими порциями раствор гидроксида натрия к раствору сульфата алюминия, то выпадает белый осадок гидроксида алюминия:



Этот осадок растворяется в избытке щелочи:



Если добавлять небольшими порциями раствор сульфата алюминия к раствору гидроксида натрия, то на поверхности раствора гидроксида натрия выпадает белый осадок гидроксида алюминия (*реакция 1*), который растворяется в избытке щелочи при взбалтывании (*реакция 2*).

## Задание № 6

---

### Условие:

Сопоставьте бытовые, технические или исторические названия веществ с формулой вещества.

### Варианты для соотнесения:

Веселящий газ	CaO
Купоросное масло	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Негашеная известь	N <sub>2</sub> O
Каустик	SiO <sub>2</sub>
	NaHCO <sub>3</sub>
	NaOH

### Правильный ответ:

Веселящий газ — N<sub>2</sub>O

Купоросное масло — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Негашеная известь — CaO

Каустик — NaOH.

Каждое правильное соответствие — 0.5 балла

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Решение.

Справка, почему вещества получили такие названия

N<sub>2</sub>O – обладает наркотическим действием

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – раньше получали нагреванием железного купороса FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O

CaO – применяется для получения гашеной извести Ca(OH)<sub>2</sub>

NaOH – в некоторой степени устаревшее название едкого натра (каустической соды), происходит от греческого слова *kaustikos* – «жгучий, едкий».

## Задание № 7

---

### Условие:

Свободные радикалы – очень активные частицы, образующиеся в ходе химических и биохимических процессов. Каков заряд свободного радикала изопропила?

### Варианты ответов:

- 3
- 0
- +1
- +3

**Правильный ответ: 0**

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

*Решение.*

**Свободные радикалы** — частицы, содержащие один или несколько неспаренных электронов на внешней электронной оболочке. Свободные радикалы могут возникать под действием тепла, катализаторов, ультрафиолетового и радиационного излучения, других воздействий на молекулы. Характерная особенность свободных радикалов — высокая химическая активность, обусловленная наличием свободных валентностей (неспаренных электронов). Большинство свободных радикалов имеют малую продолжительность жизни (на уровне нескольких мс). Свободные радикалы играют важную роль в гетерогенном катализе, ферментативных процессах в живых организмах, в реакциях быстрого окисления — горение, в важных промежуточных процессах — крекинга, пиролиза, полимеризации и др.

Схема образования изопропильного радикала из пропана

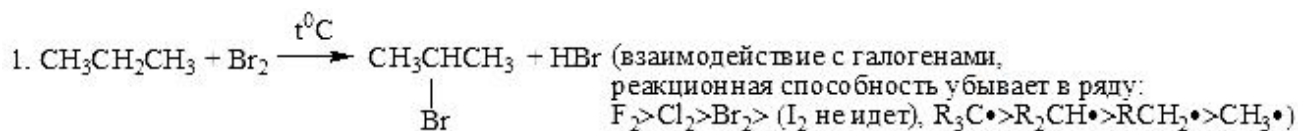


• условное изображение неспаренного электрона.

Так как нейтральный атом водорода отрывается от нейтральной молекулы пропана, то и образующийся радикал изопропил тоже нейтрален. Заряд его равен нулю.

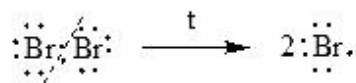
Ниже приведен пример реакции бромирования пропана, в которой участвует изопропильный радикал.



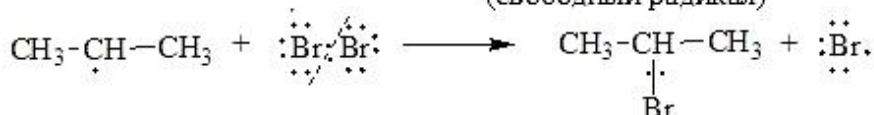
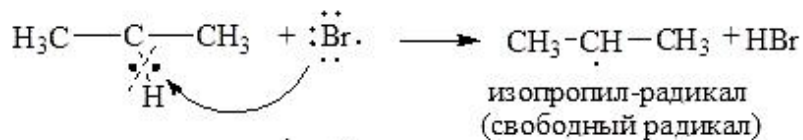


**Механизм реакций галоидирования на примере бромирования пропана:**

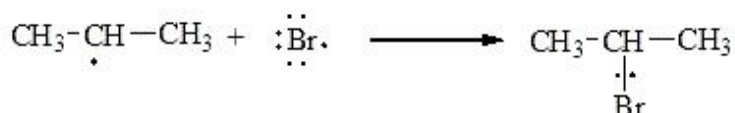
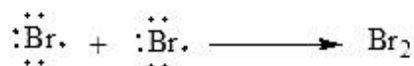
I этап. Иницирование.



II этап. Рост цепи.



III этап. Обрыв цепи (рекомбинация свободных радикалов или атомов).



## Задание № 8

---

### Условие:

Установите соответствие между названием веществ и их принадлежностью к какой-либо группе веществ.

### Варианты для соотнесения:

- |                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 1. Бутадиен -1,3 и дивинил           | А. Гомологи              |
| 2. Метилбензол и пропилбензол        | Б. Изомеры               |
| 3. Метилциклопропан и бутен-2        | В. Одно и то же вещество |
| 4. Аминоуксусная кислота и нитроэтан |                          |

**Правильный ответ:** 1 — В, 2 — А, 3 — Б, 4 — Б.

Каждое правильное соответствие — 0.5 балла

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Решение.

«Бутадиен-1,3 и дивинил» – разные названия одного вещества  $\text{H}_2\text{C}=\text{C}^{\bullet}\text{H}-\text{CH}=\text{CH}_2$

$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}$  - название радикала «винил»

«Метилбензол и пропилбензол» – гомологи, т.к. имеют сходное строение и химические свойства и отличаются на одну группу  $\text{CH}_2$

«Метилциклопропан и бутен-2» – изомеры, т.к. имеют одинаковый состав  $\text{C}_4\text{H}_8$ , но имеют разное строение и отличаются по физическим и химическим свойствам.

«Аминоуксусная кислота и нитроэтан» – изомеры, т.к. имеют одинаковый состав  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ , но имеют разное строение и отличаются по физическим и химическим свойствам.

## Задание № 9

---

### Условие:

Когда-то понятие «ароматичность» ассоциировалось с запахом веществ, в наше время – с их строением. Какие из приведенных веществ **НЕ** являются ароматическими?

### Варианты ответов:

- Толуол
- Циклооктатетраен -1,3,5,7
- Циклогексатриен – 1,3,5 (обычно это вещество называют иначе)
- Циклопентадиен – 1,3

### Правильный ответ:

- Циклооктатетраен -1,3,5,7
- Циклопентадиен – 1,3.

Каждый правильно выбранный и правильно невыбранный вариант — 0.5 балла, штраф за каждый неправильно выбранный/невыбранный — 0.5 балла

**Максимальный балл за задание — 2**

### *Решение.*

Согласно правила Э.Хюккеля, в ароматических веществах содержится  $4n+2$  электронов в сопряженной циклической системе, где  $n = 0, 1, 2...$

Толуол и циклогексатриен – 1,3,5 (а это бензол) содержат по шесть электронов в сопряженной системе (три двойные связи чередуются с одинарными). Это ароматические соединения:  $n = 1$ .

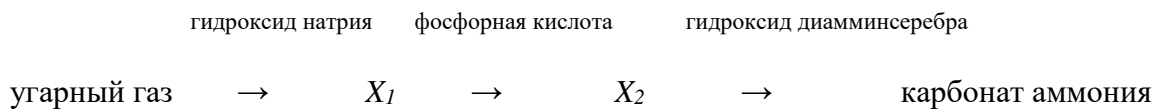
Циклооктатетраен-1,3,5,7 содержит 8 электронов, а циклопентадиен – 1,3 содержит 4 электрона в цикле, что не отвечает правилу Хюккеля, поэтому эти соединения не являются ароматическими.

## Задание № 10

---

### Условие:

В приведенной цепочке превращений найдите вещества  $X_1$  и  $X_2$  соответственно:



### Варианты ответов:

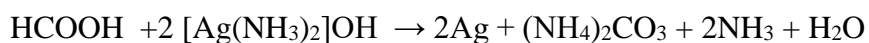
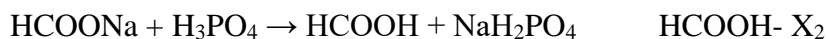
- Углекислый газ и гидрокарбонат аммония
- Формиат натрия и муравьиная кислота
- Углерод и углекислый газ
- Ацетат натрия и уксусная кислота

**Правильный ответ:** Формиат натрия и муравьиная кислота.

**Точное совпадение ответа — 2 балл**

### Решение.

Анализ «цепочки превращений» позволяет сделать вывод, что речь идет о следующих реакциях



## Задание № 11

---

### Условие:

Всем известен запах свежей листвы. Его обуславливает так называемый «спирт листвьев» гексен-3-ол-1, содержащийся в эфирных маслах.

С какими из приведенных реагентов **НЕ** будет реагировать «спирт листвьев»?

### Варианты ответов:

- Иодоводород
- Раствор брома в тетрахлорметане
- Серный эфир
- Гидроксид натрия
- Натрий
- Этан
- Кислород
- Азот

### Правильный ответ:

- Серный эфир
- Гидроксид натрия
- Этан
- Азот

Каждый правильно выбранный и правильно невыбранный вариант — 0.25 балла, штраф за каждый неправильно выбранный/невыбранный — 0.25 балла

**Максимальный балл за задание — 2**

### Решение.

«Спирт листвьев» гексен-3-ол-1  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  проявляет свойства спиртов и алкенов, поэтому будет реагировать с иодоводородом, раствором брома, натрием и кислородом:

1. Реагирует с иодоводородом: присоединение по двойной связи и замещение гидроксильной группы;
2. Реагирует с бромом: присоединение по двойной связи;
3. С серным (диэтиловым) эфиром реакция не идет;

4. С гидроксидом натрия реакция не идет;
5. С натрием идет реакция по гидроксильной группе с выделением водорода;
6. С этаном реакция не идет;
7. В кислороде происходит горение с образованием углекислого газа и воды;
8. С азотом реакция не идет.

## Задание № 12

---

### Условие:

При сжигании 12.3 г вещества *A* в избытке кислорода образовалось 13.44 л (н.у.) углекислого газа, 4.5 г воды и 1.12 л азота (н.у.). Установите молекулярную формулу вещества *A*.

### Варианты ответов:

- C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>N
- C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>
- C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>
- C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>2</sub>

**Правильный ответ:** C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>

**Точное совпадение ответа — 2 балл**

*Решение.*

$$n(\text{CO}_2) = 13,44 / 22,4 = 0,6 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{C}) = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 4,5 / 18 = 0,25 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{H}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}_2) = 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{N}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{C} + \text{H} + \text{N}) = 0,6 \cdot 12 + 0,5 \cdot 1 + 0,1 \cdot 14 = 9,1 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 12,3 - 9,1 = 3,2 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = 3,2 / 16 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 0,6 : 0,5 : 0,1 : 0,2 = 6 : 5 : 1 : 2$$

Простейшая формула C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>

### Условие:

Вещество *A* физиологически активно, применяется в медицине. *A* содержится в органах животных (печени, почках, мышцах и др), в молоке, рыбе, дрожжах, овощах, фруктах, гречневой крупе и др.

Определите вещество *A*:

### Варианты ответов:

- Аланин
- Анилин
- Никотиновая кислота

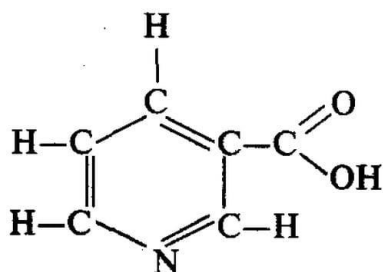
- Нитробензол
- Глицин

**Правильный ответ:** Никотиновая кислота

**Точное совпадение ответа — 2 балл**

*Решение.*

Формуле  $C_6H_5NO_2$  отвечают два из предлагаемых веществ – нитробензол и никотиновая кислота. Нитробензол – яд, в медицине не применяется. Правильный ответ: вещество А – это никотиновая кислота, витамин РР или В<sub>3</sub>.



**Никотиновая кислота**