

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии

для 10 класса

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

### Задание № 1

---

#### Условие:

Эквимольная смесь газообразных при нормальных условиях алканов **X** и **Y** имеет относительную плотность по алкану **X** — 0.682, а по алкану **Y** — 1.875. Определите алканы. В ответ запишите число атомов углерода в каждом из них.

#### Ответ:

Число атомов углерода в **X**: 3

Число атомов углерода в **Y**: 1

**За каждый верный пункт — 2 балла, всего — 4 балла**

#### Решение.

Запишем уравнения для относительной плотности эквимольной смеси по газам **X** и **Y**.

$$\begin{cases} 0.5M_x + 0.5M_y = 0.682M_x \\ 0.5M_x + 0.5M_y = 1.875M_y \end{cases}$$

$$0.682M_x = 1.875M_y$$

$$M_x = 2.75M_y$$

Так как алканы представляют собой газы при н.у., то под данное соотношение подходит пара метан  $\text{CH}_4$  (**Y**) и пропан  $\text{C}_3\text{H}_8$  (**X**).

## Задание № 2

### Условие:

Установите соответствие между описанием углеводорода и общей формулой класса соединений, к которому этот углеводород относится.

### Ответ:

Три $\pi$ -связи	$C_nH_{2n-4}$
Две $\pi$ -связи и один цикл	$C_nH_{2n-4}$
Два цикла	$C_nH_{2n-2}$
Два цикла и две $\pi$ -связи	$C_nH_{2n-6}$
	$C_nH_{2n-8}$
	$C_nH_{2n-10}$
	$C_nH_{2n}$

За каждую верную пару — 1 балл, всего — 4 балла

### Решение.

Введение одной  $\pi$ -связи или одного цикла уменьшает количество атомов водорода на 2. Максимально возможное количество атомов водорода в углеводороде определяется общей формулой алканов  $C_nH_{2n+2}$ . К примеру, в углеводороде три  $\pi$ -связи, тогда общая формула будет  $C_nH_{2n+2-2\cdot 3} = C_nH_{2n-4}$ .

Аналогично:

Две  $\pi$ -связи и один цикл —  $C_nH_{2n-4}$

Два цикла —  $C_nH_{2n-2}$

Два цикла и две  $\pi$ -связи —  $C_nH_{2n-6}$

### Задание № 3

---

#### Условие:

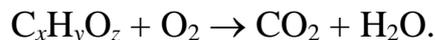
Неизвестное органическое соединение **X** массой 18.4 г сожгли в избытке кислорода. Образовавшуюся смесь газов привели к комнатной температуре, при этом образовалось 14.4 мл жидкости. Оставшийся газ полностью растворился в 600 мл 1.5 М раствора гидроксида натрия, при этом образовался раствор двух солей с равными молярными концентрациями. Определите молекулярную формулу вещества **X**. В ответ запишите количество атомов углерода, водорода и кислорода (если данный атом отсутствует, запишите 0).

**Ответ:** C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>

**За количества атомов углерода и водорода — 1 балл, за количество атомов кислорода — 2 балла, всего — 4 балла.**

*Решение.*

Схема полного сгорания органического вещества:



Образовавшаяся жидкость – это вода, тогда

$$v(H_2O) = 14.4 : 18 = 0.8 \text{ моль}; v(H) = 1.6 \text{ моль}.$$

Образование равных количеств средней и кислой соли можно описать единым уравнением:



$$v(NaOH) = 0.6 \cdot 1.5 = 0.9 \text{ моль}$$

$$v(CO_2) = 0.6 \text{ моль}; v(C) = 0.6 \text{ моль}$$

Проверка на кислород:

$$m(O) = 18.4 - 1.6 - 12 \cdot 0.6 = 9.6 \text{ г}$$

$$v(O) = 9.6/16 = 0.6 \text{ моль}$$

$$x : y : z = v(C) : v(H) : v(O) = 0.6 : 1.6 : 0.6 = 3 : 8 : 3.$$

Молекулярная формула вещества — C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>.

#### Задание № 4

---

**Условие:**

Смесь хлорметана, хлорэтана и 2-хлорпропана обработали избытком натрия. Сколько различных алканов будет содержаться в полученной смеси? Протеканием побочных реакций нужно пренебречь.

**Ответ: 6**

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Условие:**

Определите наименьшую и наибольшую молярные массы среди всех алканов в полученной смеси. Ответы выразите в г/моль, округлите до целых

**Ответ:**

Наименьшая молярная масса: 30 г/моль

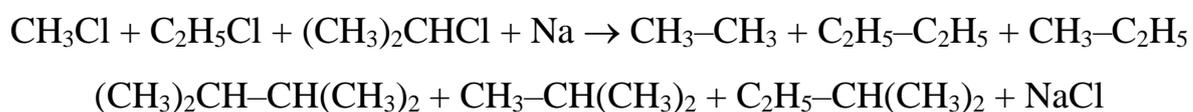
Наибольшая молярная масса: 86 г/моль

**За каждый верный пункт — 1 балл.**

**Всего за задание — 4 балла.**

*Решение.*

Общая схема реакции будет иметь следующий вид:



Число продуктов — 6.

Наименьшую молярную массу имеет этан  $\text{CH}_3\text{—CH}_3$  (30 г/моль).

Наибольшую молярную массу имеет 2,3-диметилбутан  $(\text{CH}_3)_2\text{CH—CH}(\text{CH}_3)_2$  (86 г/моль).

## Задание № 5

### Условие:

Установите соответствие между алканом и количеством моноклорпроизводных, которые образуются при его хлорировании; учитывайте только структурные изомеры.

### Ответ:

2,2-диметилпентан	4
2,3-диметилбутан	2
2,2,3-триметилбутан	3
	5
	6

**За каждую верную пару — 2 балла, всего за задание 5 — 6 баллов.**

### Решение.

Количество моноклорпроизводных определяется числом типов атомов водорода в молекуле. В представленных ниже структурах одинаковым цветом выделены группы, замещение водорода в которых приводит к образованию одного и того же структурного изомера.

2,2-диметилпентан	2,3-диметилбутан	2,2,3-триметилбутан
4 моноклорпроизв.	2 моноклорпроизв.	3 моноклорпроизв.

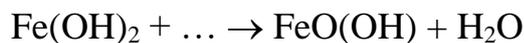
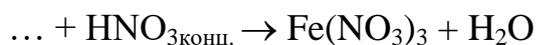
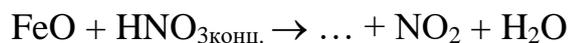
## Задание № 6

---

### Условие:

Заполните пропуски в схемах реакций следующими веществами:

Cl<sub>2</sub>, KCl, FeCl<sub>3</sub>, FeCl<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, FeO, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub>, KOH.

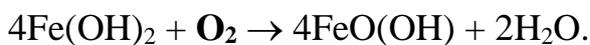
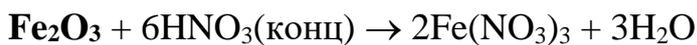
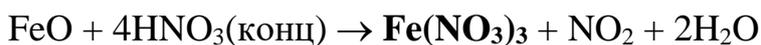


### Ответ:

- ✓ FeCl<sub>3</sub>
- ✓ Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>
- ✓ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- ✓ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>
- ✓ O<sub>2</sub>

**За каждый верный пункт — 1 балл, всего — 5 баллов**

*Решение.*



## Задание № 7

---

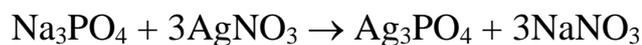
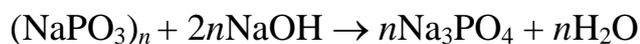
### Условие:

Полифосфаты натрия  $(\text{NaPO}_3)_n$  нашли широкое применение в качестве смягчающих воду реагентов. Их также используют для удержания влаги. В лабораторию для анализа поступил образец полифосфата натрия количеством вещества 0.015 моль. Образец прокипятили в избытке раствора гидроксида натрия до полного гидролиза до ортофосфата натрия. Если образовавшийся раствор подкислить до слабокислой среды и добавить избыток нитрата серебра, то выпадает 37.71 г жёлтого осадка. Определите формулу полифосфата. В ответ запишите значение  $n$ .

**Ответ:** 6

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*



$$\nu(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 37.71/419 = 0.09 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0.09 \text{ моль}$$

$$n = 0.09/0.015 = 6.$$

## Задание № 8

---

### Условие:

Кусочек металла массой 14 г полностью растворили в 90 г соляной кислоты. Определите металл, если известно, что масса конечного раствора в 1.15 раз больше массы исходного раствора кислоты. В ответ запишите молярную массу металла (г/моль), округлите до целых.

**Ответ:** 56

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*



$$m(\text{конечн. р-ра}) = 1.15 \cdot 90 = 103.5 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2) = 14 + 90 - 103.5 = 0.5 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2) = 0.5/2 = 0.25 \text{ моль}$$

$$M(\text{Me}) = 14n/0.5 = 28n \text{ г/моль}$$

При  $n = 2$   $M(\text{Me}) = 56$  г/моль, что соответствует железу (Fe).

## Задание № 9

---

### Условие:

На чашах весов стоят растворы солей в одинаковых стаканах: на первой — 260 г 10 %-го раствора сульфата меди (II), на второй — 259 г раствора нитрата серебра. Пластинку из неизвестного металла на некоторое время поместили в раствор сульфата меди (II). После того как пластинку вынули, чаши весов выровнялись. Какие это могли быть металлы?

### Ответ:

- ✓ Железо
- Цинк
- Кадмий
- ✓ Хром
- Золото

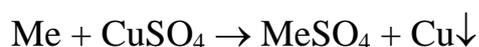
**За каждый верный ответ — 2 балла**

**Штраф за каждый неверный ответ — 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 4 балла**

*Решение.*

Металл вытесняет медь из её сульфата, ион металла переходит в раствор, а медь осаждается на пластинке:

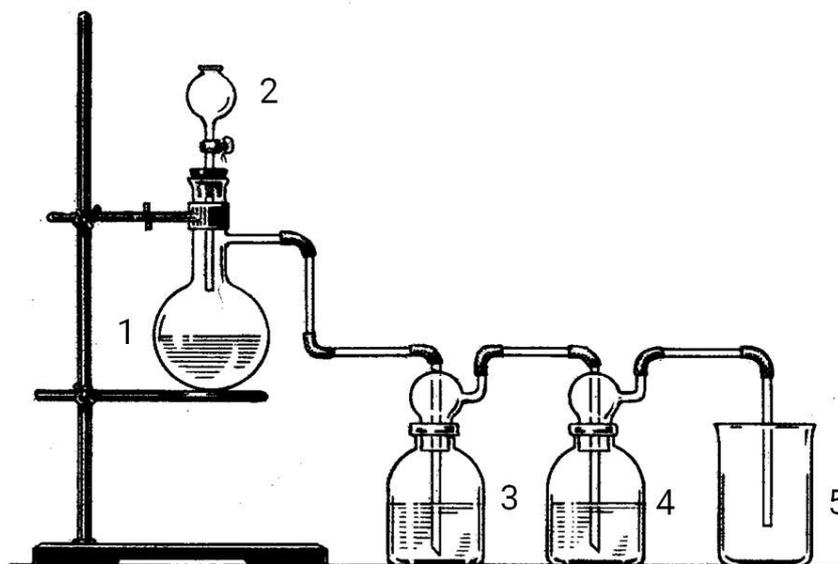


Масса стакана с раствором сульфата меди (II) больше массы стакана с раствором нитрата серебра. Поэтому, чтобы чаши весов выровнялись, молярная масса реагирующего металла должна быть меньше молярной массы меди. Под это условие подходят два металла — железо и хром.

## Задание № 10

**Общее условие:**

На рисунке представлен прибор для получения газа **G**.



Для этого в круглодонную колбу помещается оксид марганца (IV), к которому медленно прикапывают концентрированную соляную кислоту.

**Условие:**

Запишите формулу газа **G**.

**Ответ:**  $\text{Cl}_2$

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Условие:**

Промывные колбы 3 и 4 используются для очистки газа **G**. В колбу 3 обычно добавляют дистиллированную воду для поглощения хлороводорода. Какая жидкость подойдет для колбы 4? Выберите все подходящие варианты:

**Ответ:**

- Известковая вода
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(конц)
- Аммиачная вода
- CCl<sub>4</sub>
- n*-гексан
- Бромная вода

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Штраф за каждый неверный ответ — 1 балл**

**Максимальный балл за задание 10 — 3 балла**

*Решение.*

Газ **G** представляет собой хлор, который получается по уравнению:



Промывная колба 4 необходима для осушения выделившегося хлора. Для этого из предложенных веществ подойдёт только концентрированная серная кислота. Остальные вещества или сами реагируют с хлором, или вообще не обладают свойствами хорошего осушителя.

## Задание № 11

---

### Условие:

Благодаря способности серы к катенации (возможности образовывать цепочки из атомов одного и того же элемента) удалось выделить соли состава  $K_2S_nO_6$ , которые называют политионатами. При растворении навески некоторого политионата калия в растворе хлорной кислоты при  $0^\circ C$  наблюдается выпадение белого осадка хлората калия. Если выпавший осадок отфильтровать, а фильтрат аккуратно нагреть, то выпадет 16 г жёлтого осадка и выделится 2.24 л (н.у) газа с резким запахом.

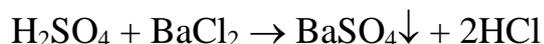
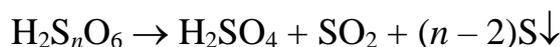
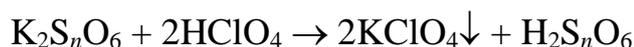
При добавлении в образовавшийся раствор избытка хлорида бария наблюдается выпадение белого кристаллического осадка, нерастворимого в кислотах и щелочах.

Определите формулу политионата калия, в ответ запишите значение  $n$ .

**Ответ:** 7

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

*Решение.*



$$\nu(S) = 16/32 = 0.5 \text{ моль}; \nu(SO_2) = 2.24/22.4 = 0.1 \text{ моль, тогда}$$

$$\nu(S) : \nu(SO_2) = 1 : 5$$

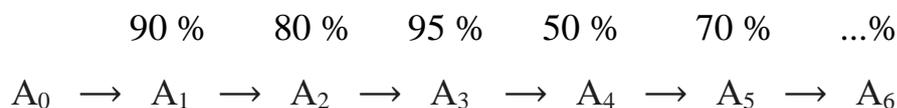
Следовательно, формула политионата —  $K_2S_7O_6$ ,  $n = 7$ .

## Задание № 12

---

### Условие:

В органической химии получение какого-либо сложного вещества чаще всего представляет собой многостадийный синтез. Каждая из стадий характеризуется выходом продукта. Ниже представлена гипотетическая схема получения вещества  $A_6$  из  $A_0$ . Определите выход реакции в последней стадии, если известно, что из  $A_0$  теоретически можно получить 50.000 г  $A_6$ , но в результате было получено только 7.182 г. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.



**Ответ:** 60

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*

Общий выход реакции представляет собой произведение выходов реакций отдельных стадий.

Тогда можно составить уравнение:

$$m_{\text{практ}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot x \cdot m_{\text{теор}}$$

где  $x$  – выход реакции на последней стадии.

Подставляя данные по условию значения, находим, что

$$x = 0.6 \text{ или } 60\%.$$