



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ. 2022–2023 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС  
ЗАДАНИЯ, ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1. Серый порошок состоит из двух веществ. Навеску порошка массой 10,0 г аккуратно нагревали до тех пор, пока масса остатка не перестала уменьшаться, в результате выделилось 2,47 л (н. у.) газа, поддерживающего горение. Твёрдый остаток перемешали с избытком воды, при этом часть остатка не растворилась. Осадок отфильтровали, высушили, взвесили (его масса составила 1,00 г) и прокалили с избытком угля, в результате образовалось 0,63 г металла. К фильтрату добавили избыток раствора нитрата серебра, при этом выпало 10,54 г белого творожистого осадка. Определите, какие вещества входят в состав порошка. В ответ запишите формулы веществ.

Формула 1 –

Формула 2 –

**Ответ:**

Формула 1 –  $\text{KClO}_3$  или  $\text{MnO}_2$

Формула 2 –  $\text{MnO}_2$  или  $\text{KClO}_3$

**3 балла – по 1,5 балла за ответ**

2. Имеется смесь этана, этилена и ацетилена, в которой объёмы этана и ацетилена равны. Рассчитайте объём  $V_1$  (л) углекислого газа, который образуется при полном сжигании 10 л данной смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Такую же смесь пропустили через избыток бромной воды, при этом объём газа уменьшился в 4 раза. Чему равен объём  $V_2$  (л) этилена в исходной смеси? В ответ запишите число с точностью до целых.

$V_1$  (л) =

$V_2$  (л) =

**Ответ:**

$V_1$  (л) = 20

$V_2$  (л) = 5

**4 балла – по 2 балла за ответ**

3. Простое вещество обладает электронной проводимостью и имеет плотность  $3 \text{ г/см}^3$ . Концентрация электронного облака, образованного всеми валентными электронами, равна  $4 \cdot 10^{23} \text{ см}^{-3}$ .

1) Выразите концентрацию валентных электронов в моль/л. Ответ округлите до целых.

2) Определите вещество, в ответ запишите его формулу.

$c_e$  (моль/л) =

Формула вещества –

**Ответ.**

$c_e$  (моль/л) = 667 (принимать диапазон от 660 до 670)

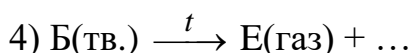
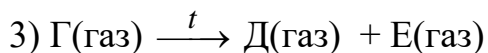
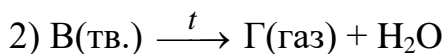
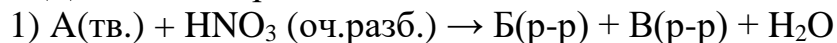
1 балл

Формула вещества – Ве

2 балла

**3 балла**

**4.** Даны схемы реакций:



A – лёгкий металл, не реагирует с холодной водой, но реагирует с горячей.

Определите все неизвестные вещества, в ответ запишите их молярные массы (г/моль) с точностью до целых.

А	Б	В	Г	Д	Е

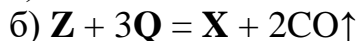
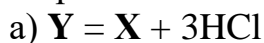
**Ответ.**

А	Б	В	Г	Д	Е
24	148	80	44	28	32

**3 балла – по 0,5 балла за ответ**

**5.** Бинарное тугоплавкое соединение **X** имеет очень высокую твёрдость и начинает проводить электрический ток при повышении температуры. Данное вещество очень редко встречается в природе, однако находит широкое применение в современном производстве. Вещество **X** не реагирует с большинством кислот, кроме смеси плавиковой и азотной.

Вещество **X** можно получить двумя способами: а) прокаливанием вещества **Y** в инертной среде, б) спеканием при температуре 1600–2000° С двух твёрдых, очень распространённых в природе веществ **Z** и **Q**, широко применяемых в промышленности. Уравнения реакций:



Определите вещества **X**, **Y**, **Z** и **Q**. В ответ запишите их формулы

X	Y	Z	Q

**Ответ.**

X	Y	Z	Q
SiC	CH <sub>3</sub> SiCl <sub>3</sub> или SiCl <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	C

	или SiCH <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>		
--	--	--	--

**4 балла – по 1 баллу за формулу**

6. Массовая доля углерода в углеводороде C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> составляет 91,30 %. Этот углеводород обесцвечивает раствор брома, даёт осадок при взаимодействии с аммиачным раствором оксида серебра, а при исчерпывающем гидрировании даёт соединение с неразветвлённым углеродным скелетом. При деструктивном окислении этого углеводорода подкисленным раствором перманганата калия образуются уксусная кислота, бутандиовая (янтарная) кислота и углекислый газ. Установите молекулярную формулу и структуру углеводорода C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, составьте уравнение его окисления. В ответ запишите формулу и отношение коэффициентов при KMnO<sub>4</sub> и C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> с точностью до десятых.

Молекулярная формула углеводорода –

$$n(\text{KMnO}_4) / n(\text{углеводорода}) =$$

**Ответ.**

Формула углеводорода – C<sub>7</sub>H<sub>8</sub> 1 балл

$$n(\text{KMnO}_4) / n(\text{углеводорода}) = 2,8 \quad 3 \text{ балла}$$

**4 балла**

7. Вещество **X**, выделяемое из физиологической жидкости жёлтого цвета, образуется в реакции между двумя бесцветными газами **Y** и **Z** при сильном нагревании. Вещество **X** также может быть получено при нагревании соли аммония **A**. **X** представляет собой ценное азотное удобрение. Известно также, что один из атомов в **Y** находится в *sp*-гибридном состоянии.

1) Определите плотность по гелию стехиометрической смеси газов **Y** и **Z**, ответ запишите с точностью до десятых.

2) Запишите фамилию учёного, впервые осуществившего синтез **X** из неорганических веществ.

3) Приведите название соли **A**.

4) Приведите техническое название **X**.

$$D_{\text{He}} =$$

Фамилия учёного –

Соль **A** – \_\_\_\_\_ аммония

Техническое название **X** –

**Ответ.**

$$D_{\text{He}} = 6,5 \quad 2 \text{ балла}$$

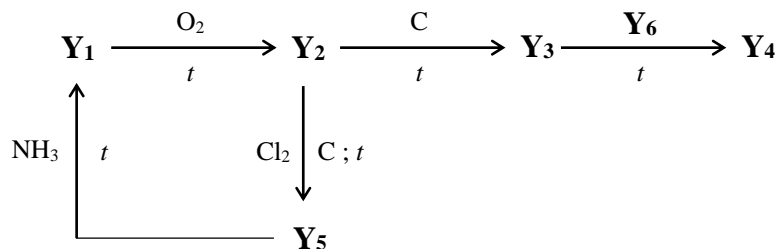
Фамилия учёного – Вёлер (Велер) 1 балл

Соль **A** – цианат аммония 1 балл

Техническое название **X** – карбамид 1 балл

**5 баллов**

8. Дана цепочка превращений. Все вещества  $Y_1 - Y_6$  содержат атомы одного и того же элемента, ни одно из них не содержит более двух элементов.



Массовая доля этого элемента в  $Y_1$  равна 77,4 %, в  $Y_2 - 60,0$  %, в  $Y_3 - 66,7$  %, в  $Y_4 - 75,0$  %. Вещество  $Y_1$  используется для создания декоративных покрытий, соединение  $Y_2$  в косметической промышленности в качестве пигмента. Степени окисления элемента равны в  $Y_2$  и  $Y_5$ , в  $Y_1$  и  $Y_3$  они также равны. Определите вещества  $Y_1 - Y_6$ . В ответе укажите молярные массы веществ  $Y_1 - Y_6$ . Атомные массы элементов округляйте до целых, кроме хлора, его атомную массу примите равной 35,5 г/моль.

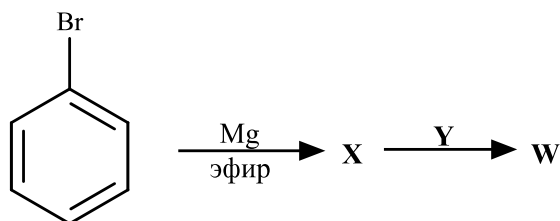
Вещество	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$Y_6$
Молярная масса (г/моль)						

**Ответ:**

Вещество	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$Y_6$
Молярная масса (г/моль)	62	80	144	64	190	48

6 баллов – по 1 баллу за ответ

9. Вещество **W** широко применяется в синтезе металлоорганических соединений. Схема синтеза **W** представлена ниже:



Дополнительно известно, что первая реакция – это реакция соединения, вещество **Y** представляет собой хлорид неметалла ( $\omega_{\text{Cl}} = 77,45\%$ ), вещество **W** не содержит атомов металла и галогенов. Определите зашифрованные вещества **X**, **Y**, **W**. В ответ запишите значения их молярных масс (г/моль), округлив их до целых чисел (для хлорсодержащих веществ округлите до десятых).

Молярная масса **X** –

Молярная масса **Y** –

Молярная масса **W** –

**Ответ:**

Молярная масса **X** – 181                      1 балл

Молярная масса **Y** – 137,5                      1 балл

Молярная масса **W** – 262                      2 балла

**4 балла**

10. Для нахождения молярной массы неизвестного вещества можно использовать измерение свойств его раствора. Одним из таких свойств является разность температур замерзания растворителя и раствора, которая находится по формуле:

$$\Delta T_{\text{замерз.}} = K \cdot m$$

где  $K$  – криоскопическая константа растворителя [ $\text{K} \cdot \text{кг}/\text{моль}$ ],  $m$  – моляльность раствора, т. е. количество растворённого вещества на 1 кг растворителя [ $\text{моль}/\text{кг}$ ].

Неизвестное органическое вещество массой 34,2 г растворили в 500 г воды. Полученный раствор замерзает при  $-0,372\text{ }^\circ\text{C}$ . ( $K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86\text{ K} \cdot \text{кг}/\text{моль}$ ). Рассчитайте молярную массу (г/моль) вещества, ответ введите с точностью до целых.

Формулу вещества можно представить в виде  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_{n-1}$ . Определите значение  $n$ .

Молярная масса (г/моль) =

$n =$

**Ответ:**

Молярная масса (г/моль) = 342

$n = 12$

**4 балла – по 2 балла за каждый ответ**

**11.** В навеске некоторого вещества А массой 270 мг содержится  $9,03 \cdot 10^{20}$  атомов элемента Х, столько же атомов азота,  $3,61 \cdot 10^{21}$  атомов водорода и столько же атомов кислорода. При нагревании А разлагается с образованием газа, простого вещества В. При действии соляной кислоты на А выделяется газообразное простое вещество С. При действии щёлочи на А выделяется газообразное бинарное соединение D.

Определите химический элемент Х. В поле для ответа введите символ этого элемента.

Х

Определите общее число атомов в одной формульной единице вещества А.

Число атомов =

Определите вещества В, С и D. В поля для ответов введите формулы этих веществ.

В	С	D

**Ответ**

Х
Тс

**1 балл**

Число атомов = 10.

**1 балл**

В	С	D
N <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>

**По 1 баллу за каждую верную формулу. Итого 5 баллов**

12. На термостойкую подставку поместили гранулы металла А, подожгли и накрыли стаканом (фото 1). Наблюдали экзотермическую реакцию горения с преимущественным образованием вещества В. Через некоторое время характер реакции изменился, пространство под стаканом заполнилось дымом жёлтого цвета, в основном состоящим из частичек вещества С (фото 2).



Фото 1



Фото 2



Фото 3



Фото 4

По окончании реакции обнаружили твёрдые продукты: вещество В белого цвета и вещество С жёлтого цвета (фото 3). Полученную смесь обработали водой, наблюдали выделение газа D с резким запахом. Под действием D влажная универсальная индикаторная бумага приняла синюю окраску (фото 4).

Вещества В, С и D являются сложными, данные об их составе представлены в таблице.

Вещество	Массовые доли элементов, %			
	Элемент А	Элемент X	Элемент Y	Элемент Z
В	60,30	39,70	–	–
С	72,24	–	27,76	–
D	–	–	82,36	17,64

Определите элементы А, X, Y и Z. В поля для ответов введите соответствующие химические символы.

A	X	Y	Z

Укажите количество атомов металла А в формульных единицах В и С.

Вещество	число атомов А
В	
С	

**Ответ.**

А	Х	У	З
Mg	О	Н	Н

**По 1 баллу за каждый верный символ.**

Вещество	число атомов А
В	1
С	3

**По 0,5 балла за каждое верное значение.**

**Итого 5 баллов.**

**Всего – 50 баллов.**