



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ. 2021–2022 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 7-8 КЛАССЫ

**Задания, решения и критерии оценки**

**1.** История открытия элемента брома полна интересных событий. В 1826 году знаменитый немецкий химик Юстус Либих получил красно-бурую жидкость, но принял её за хлорид известного в то время элемента. Дальнейшее изучение этой жидкости Ю. Либих не предпринял, а через месяц узнал об открытии нового простого вещества – брома французским химиком А. Баларом.

За какое вещество Ю. Либих принял бром, если известно, что оно содержит 21,85 % хлора по массе? В ответе укажите формулу вещества и валентности элементов, образующих вещество. Валентность запишите арабской цифрой.

**Ответ:**

Формула вещества –  $\text{ICl}$  или  $\text{ClI}$ .

Валентность хлора – 1.

Валентность неизвестного элемента – 1.

**3 балла – 2 балла за формулу и по 0,5 балла за валентности.**

**2.** При нагревании в токе водорода 10,9 г смеси оксида свинца(II)  $\text{PbO}$  и оксида сурьмы(III)  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  образовалось 10,0 г легкоплавкого сплава, обладающего повышенной механической прочностью. В технике он известен под названием «твёрдый свинец», или гартблей. Определите массы простых веществ в составе гартблея. Результаты вычислений округлите до целых чисел и занесите в таблицу.

**Ответ:**

Масса свинца (г) – 9 (диапазон от 8,9 до 9,1)

Масса сурьмы (г) – 1 (диапазон от 0,9 до 1,1).

**4 балла – по 2 балла за каждую массу**

**3.** К тёмному порошку **X** добавили раствор пероксида водорода. Наблюдалось выделение газа **Y**. Объём выделяющегося газа прямо пропорционален объёму добавляемого раствора. Оставшийся после опыта порошок **X** отфильтровали и высушили, его масса не изменилась. При прокаливании порошка выделился газ **Y** и образовалось твёрдое вещество **Z**, масса которого меньше массы **X** в 1,14 раза. Определите неизвестные вещества и запишите их формулы.

**Ответ:** **X** –  $\text{MnO}_2$ , **Y** –  $\text{O}_2$ , **Z** –  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ .

**3 балла – по 1 баллу за вещество.**

4. Внутреннюю обшивку современных космических кораблей делают из силиконов – кремнийорганических полимеров. При их медленном разложении образуется триметилсиланол  $(\text{CH}_3)_3\text{SiOH}$  – летучая органическая жидкость.

1) Определите валентность кремния в этом соединении, зная, что углерод в этом соединении четырёхвалентен. Валентность запишите арабской цифрой.

2) Запишите формулы трёх веществ, образующихся при сгорании триметилсиланола в избытке кислорода.

3) Какой из продуктов сгорания плавится при самой высокой температуре?

**Ответ:**

Валентность кремния – 4	1 балл
Продукт сгорания, содержащий Si, – $\text{SiO}_2$	0,5 балла
Продукт сгорания, содержащий C, – $\text{CO}_2$	0,5 балла
Продукт сгорания, содержащий H, – $\text{H}_2\text{O}$	0,5 балла
Самый тугоплавкий продукт сгорания – $\text{SiO}_2$	1,5 балла

**4 балла**

5. При растворении в воде 11,1 г кислотного оксида X получили 150 г 8,6 %-го раствора двухосновной кислоты Y, для полной нейтрализации которой потребовалось 50 г 16 %-го раствора гидроксида натрия. Установите формулы веществ X и Y. Изобразите структурную формулу Y и подсчитайте общее число химических связей в молекуле (двойную связь рассматривайте как две связи).

**Ответ:** X –  $\text{SeO}_2$ , Y –  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ , число связей – 6.

**3 балла – по 1 баллу за каждый правильный ответ.**

6. В таблице приведены формулы шести твёрдых веществ, которые при нагревании разлагаются с образованием газов (во всех случаях температура разложения выше температуры кипения воды). Для каждого вещества указана молярная масса образующегося при разложении газа или газовой смеси. Определите, сколько газообразных веществ образуется в каждом случае (агрегатное состояние учитывается при температуре разложения), и выберите ответ в таблице.

Твёрдое вещество	Молярная масса газа или смеси газов (г/моль)	Число газообразных продуктов разложения
$\text{NaHCO}_3$	31	
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	18	
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$	80	
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	30	
$\text{HgO}$	144,7	
$\text{NaN}$	2	

**Ответ.**

Твёрдое вещество	Молярная масса газа или смеси газов (г/моль) (в скобках записан комментарий)	Число газообразных продуктов разложения
$\text{NaHCO}_3$	31 ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ )	2
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	18 ( $\text{H}_2\text{O}$ )	1
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$	80 ( $\text{SO}_3$ )	1
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	30 ( $\text{CO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ )	3
$\text{HgO}$	144,7 ( $\text{Hg} + 1/2\text{O}_2$ )	2
$\text{NaN}$	2 ( $\text{H}_2$ )	1

**3 балла – по 0,5 балла за каждый правильный ответ.**

7. В каких соединениях массовая доля кислорода меньше его атомной (молярной) доли? Выберите из списка:

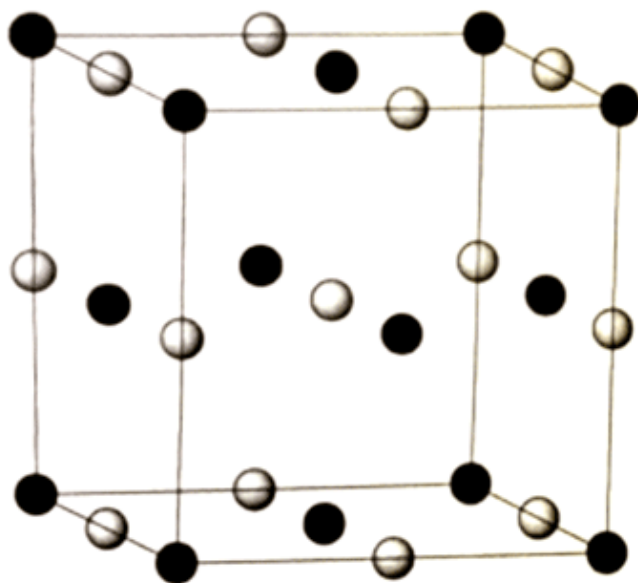
- |                  |                            |                             |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1) $\text{CO}_2$ | 2) $\text{NaOH}$           | 3) $\text{Na}_3\text{PO}_4$ |
| 4) $\text{SO}_3$ | 5) $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 6) $\text{H}_2\text{O}_2$   |

**Ответ:** 3, 4 (соединения с более тяжёлыми элементами).

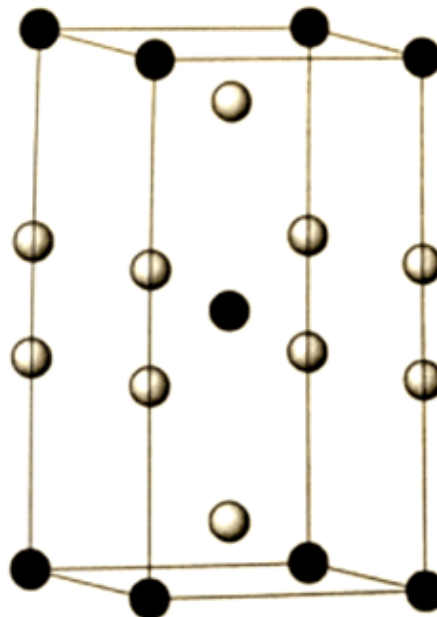
**3 балла – по 1,5 балла за правильный ответ, по минус 1 баллу за неправильный, но не меньше 0.**

8. При длительном нагревании оксида бария на воздухе до 600 °С масса твёрдого вещества увеличивается в 1,1 раза. Запишите формулу вещества **М**, образующегося в этой реакции.

Прокаливание **М** при более высокой температуре обратно приводит к образованию оксида бария.



1



2

На рисунках 1 и 2 представлены структуры оксида бария и вещества **М**. Какая из них соответствует оксиду бария?

При действии на вещество **М** серной кислотой происходит реакция обмена. При этом образуется жидкость, легко разлагающаяся с выделением газа, поддерживающего горение. Определите формулы жидкости и газа.

**Ответ:**

Формула **М** –  $\text{BaO}_2$

2 балла

Структура  $\text{BaO}$  – 1

0,5 балла

Формула жидкости –  $\text{H}_2\text{O}_2$

1 балл

Формула газа –  $\text{O}_2$

0,5 балла

**4 балла**

9. Газ **X** необычного состава устойчив только при низком давлении. Он состоит из двух элементов и содержит 20 % кислорода по массе. При сгорании на воздухе (*реакция 1*) газ **X** превращается в газ **Y**, массовые доли элементов в котором одинаковы.

Газ **X** можно получить при взаимодействии газа **Y** с парами простого атомарного вещества в тлеющем разряде (*реакция 2*).

Найдите формулы газов **X** и **Y**.

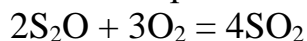
Найдите суммы коэффициентов в уравнениях реакций 1 и 2 (коэффициенты – минимально возможные натуральные числа).

**Ответ:** **X** – S<sub>2</sub>O, **Y** – SO<sub>2</sub>.

Сумма коэффициентов в уравнении реакции (1) – 9

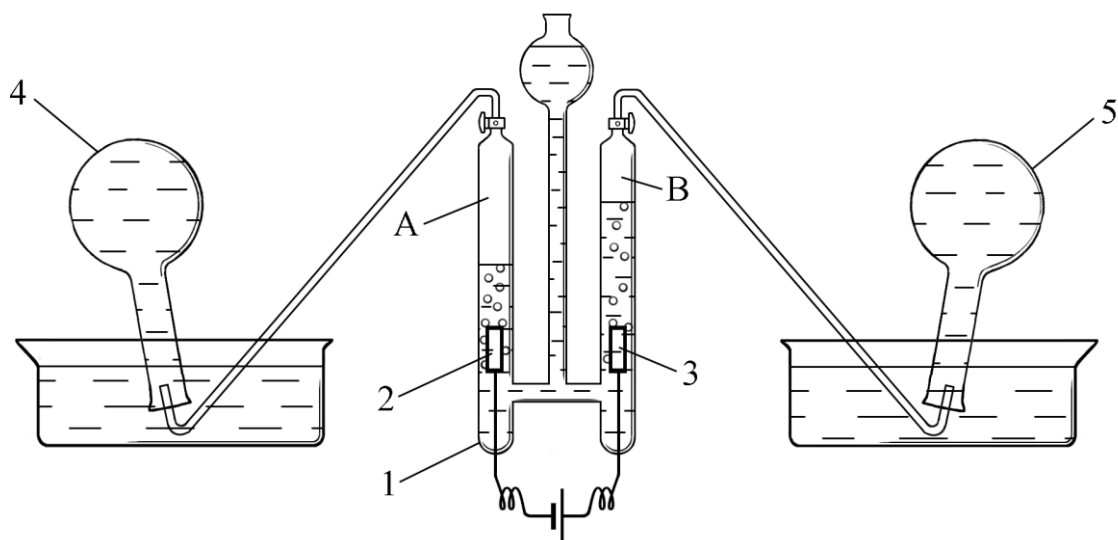
Сумма коэффициентов в уравнении реакции (2) – 6

Комментарий к ответу:



**4 балла – по 1 баллу за правильный ответ**

10–11. В приборе (на рисунке показан цифрой 1) через водный раствор щёлочи пропускали электрический ток. На электродах (2) и (3) выделялись газы А и В, которыми заполнили колбы (4) и (5).



Затем в лабораторию принесли ещё две колбы с газами С и D. Все колбы с газами взвесили, результаты приведены в таблице. Все колбы стандартные, имеют одинаковую массу (пустые) и объём. Газы в колбах находятся при одинаковых температуре и давлении. Содержанием паров воды в газах можно пренебречь.

Газ	A	B	C	D
Масса колбы с газом, г	105,10	106,60	108,55	107,00

10. Определите молярные массы газов А–D (в г/моль). Значения округлите до целых.

**Ответ:**

Газ	А	В	С	Д
Молярная масса, г/моль	2	32	71	40
Комментарий	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	Ar

**По 1 баллу за каждое правильное значение.**

11. Известно, что все четыре газа, А–D, являются простыми веществами. Укажите, какие из них входят в состав земной атмосферы (содержание не менее 0,1 % по объёму).

**Ответ:** В, D.

**По 0,5 балла за каждый правильный ответ, минус 0,5 балла – за каждый неправильный.**

**Итого за задания 10–11 5 баллов.**

12. Восьмиклассникам выдали образцы семи веществ, порошки белого цвета: поваренная соль, пищевая (питьевая) сода, негашёная известь, гашёная известь, мел, сахар, парафин. Выданные образцы были пронумерованы. Их нагревали, помещали в воду, обрабатывали уксусной кислотой. Результаты исследования представлены в таблице.

№ образца	Отношение вещества к нагреванию	Поведение образца в воде	Отношение вещества к уксусной кислоте
1	Вещество практически не изменяется	В воде не растворяется, частички вещества тонут	Бурное выделение газа без цвета и запаха
2	Вещество плавится, быстро темнеет, обугливается	Кристаллики хорошо растворяются в воде	Изменений не наблюдается
3	Вещество практически не изменяется	Кристаллики хорошо растворяются в воде	Изменений не наблюдается
4	Вещество быстро плавится, расплав представляет собой практически бесцветную прозрачную подвижную жидкость	Частички вещества плавают на поверхности воды, в воде не растворяются	Изменений не наблюдается
5	Вещество практически не изменяется, при очень сильном нагревании на холодных стенках пробирки появляются капельки воды	Вещество малорастворимо в воде. При добавлении избытка вещества в воду образуется суспензия, похожая на молоко	Наблюдается разогревание реакционной смеси. При добавлении избытка кислоты раствор

			становится полностью прозрачным
6	При нагревании изменений не наблюдается	При соприкосновении частичек вещества с водой наблюдается сильное разогревание. Продукт реакции малорастворим в воде	Наблюдается разогревание реакционной смеси. При добавлении избытка кислоты раствор становится полностью прозрачным
7	При нагревании на холодных стенках пробирки появляются капельки воды	Частички вещества растворяются в воде	Бурное выделение газа без цвета и запаха

Определите названия веществ, выданных для исследования.

**Ответ:**

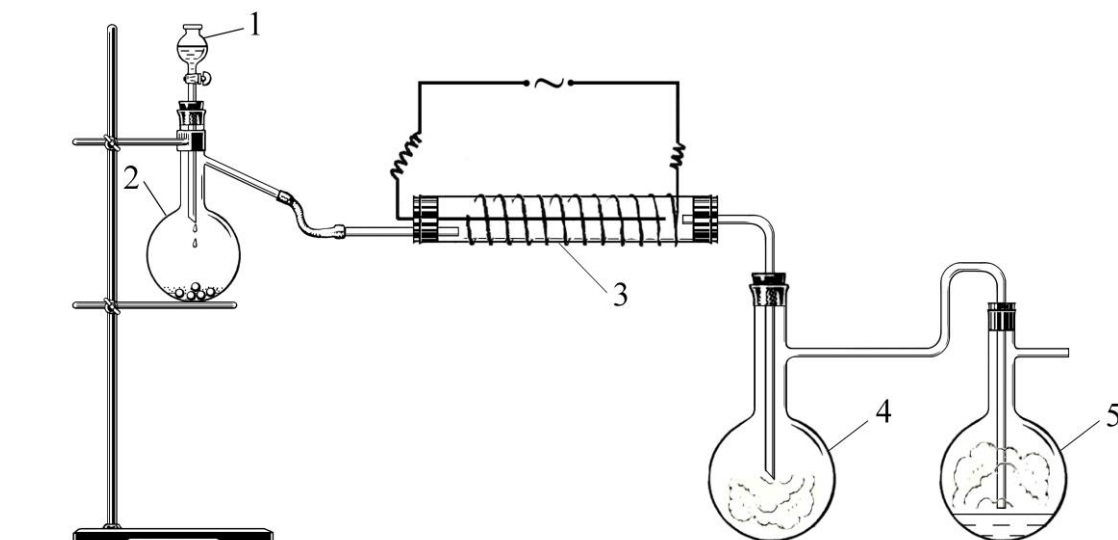
Названия веществ, выданных для исследования	поваренная соль	пищевая (питьевая) сода	негашёная известь	гашёная известь	мел	сахар	парафин
Номер образца	3	7	6	5	1	2	4

**7 баллов – по 1 баллу за каждое правильное соответствие**

**13.** В лаборатории провели два опыта.

*Опыт 1.* Колбу заполнили бесцветным газообразным простым веществом А. Кристаллическое простое вещество В жёлтого цвета подожгли на воздухе и внесли в колбу с А. Вещество В сгорело в А ярким синим пламенем, при этом образовалось вещество С. Вещество С – газ без цвета с резким запахом, его молекулы состоят из трёх атомов. Колбу с полученным газом С закрыли и оставили для следующего опыта.

*Опыт 2.* Собрали установку, как показано на рисунке.



В капельной воронке (на рисунке показана цифрой 1) находился раствор вещества D. Его приливали в колбу Вюрца (2) с оксидом марганца(IV). В результате реакции из колбы (2) выделялся газ A, который пропускали в трубку (3). В этой трубке вещество A подвергалось действию электрического разряда и частично превращалось в новое простое газообразное вещество E. Газ E (в смеси с A) поступал в колбу (4), которая изначально была заполнена газом C, полученным в 1-м опыте. Под действием E газ C превращался в вещество F. Вещество F имеет тот же качественный состав, что и вещество C, но его молекулы состоят из 4-х атомов. Мельчайшие капельки F вместе с током газов попадали в колбу (5), где поглощались водой. В результате реакции F с водой образовалась сильная кислота G.

Определите вещества A–G. В поля для ответов введите их молекулярные формулы. Химические знаки необходимо вводить, используя английскую раскладку клавиатуры. Пример: Na2SO4.

**Ответ:**

A	B	C	D	E	F	G
O2	S или S8	SO2	H2O2	O3	SO3	H2SO4

**7 баллов – по 1 баллу за каждую правильную формулу.**

**Всего – 50 баллов.**