



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ. 2021–2022 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

1. Для анализа взяли кусочек серебристо-белого металла массой 5,4 г и растворили его в азотной кислоте. К полученному бесцветному раствору добавили избыток раствора гидроксида натрия. Выпавший осадок отфильтровали, промыли и высушили, его масса оказалась равна 5,8 г. Какой металл был взят для анализа? В ответ запишите его химический символ.

2. Для быстрого определения содержания углекислого газа в воздухе используют экспресс-метод. Метод основан на реакции углекислоты с раствором кальцинированной соды. В шприц объёмом 100 мл набирают 20 мл 0,005%-го раствора кальцинированной соды с фенолфталеином, имеющего розовую окраску, а затем засасывают 80 мл воздуха и встряхивают в течение 1 мин. Если не произошло обесцвечивания раствора, воздух из шприца осторожно выжимают, оставив в нём раствор, вновь набирают порцию воздуха и встряхивают ещё 1 мин. Эту операцию повторяют 3–4 раза, после чего добавляют воздух небольшими порциями по 10–20 мл, каждый раз встряхивая содержимое 1 минуту до обесцвечивания раствора. Подсчитав общий объём воздуха, прошедшего через шприц, определяют концентрацию  $\text{CO}_2$  в воздухе по специальной таблице.

Однако в воздухе могут находиться и другие газы, реагирующие с указанным раствором. Примеси каких газов, находящихся в воздухе, могут повлиять на точность анализа? Отметьте эти газы.

**Название газа**

- 1) хлороводород
- 2) угарный газ
- 3) хлор
- 4) диоксид азота
- 5) аргон
- 6) сернистый газ
- 7) метан
- 8) азот

3. Соотнесите приведённые соли и металлы, реакции между которыми в водном растворе при комнатной температуре протекают без выделения газов. Для каждого металла определите все соответствующие условию соли из правой колонки.

Металл	Соль
Cu	$\text{AgNO}_3$
Zn	$\text{FeCl}_3$
Na	$\text{PbSO}_4$
Fe	$\text{KNO}_3$

4. При электролизе раствора, содержащего 1 моль NaCl, на электродах выделились два газа, каждый объёмом 11,2 л (н. у.). Составьте уравнение электролиза и рассчитайте, сколько энергии (в кДж) потрачено в этом процессе. Для расчёта используйте следующие термохимические уравнения:



5. К 200 мл 0,5 М раствора ортофосфата натрия добавили некоторый объём 1 М соляной кислоты и получили раствор, содержащий три соли, причём все три – в равных количествах (моль). Сколько миллилитров кислоты добавили? Какой соли из приведённых в таблице **НЕ БЫЛО** в полученном растворе?

(Гидролиз не учитывать.)

Объём раствора HCl (мл) –

Какая соль отсутствовала?

$\text{Na}_3\text{PO}_4$	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	NaCl
--------------------------	---------------------------	---------------------------	------

6. При взаимодействии кремния с газообразным веществом **X**, состоящим из двух элементов – соседей по группе в Периодической системе, образуется только смесь двух газообразных веществ – простого и сложного, которая тяжелее водорода в 41 раз. Определите все неизвестные газы, в ответ запишите их молярные массы (г/моль).

Молярная масса **X** (г/моль) –

Молярная масса продукта – простого вещества (г/моль) –

Молярная масса продукта – сложного вещества (г/моль) –

7. При взаимодействии высшего хлорида фосфора с газом **A**, образующимся при обжиге сульфида меди(II), образуется жидкость, которая перегонкой может быть разделена на вещества **B** и **C**.

Вещество **B** содержит 69,4 % хлора по массе, при попадании в воду разрушается, образуя раствор двух кислот – **D** и **E**. Вещество **C** содержит 59,7 % хлора по массе, в воде разлагается с выделением газа **A** и образованием раствора кислоты **D**.

Определите неизвестные вещества и запишите их формулы.

2) Запишите уравнение сгорания сульфида меди(II) и найдите сумму всех коэффициентов в уравнении (коэффициенты – минимально возможные натуральные числа).

3) Какое вещество – **B** или **C** – при перегонке будет отгоняться первым?

Запишите его формулу.

8. Сплав калия с алюминием массой 3,3 г полностью растворили в охлаждённой воде с выделением 2,24 л газа **X** (н. у.). К полученному раствору добавили избыток 20 %-го раствора серной кислоты.

- 1) Запишите формулу газа **X**.
- 2) Найдите мольную долю алюминия в сплаве (в %, с точностью до целых).
- 3) Какая соль выделится из раствора после добавления серной кислоты и охлаждения до 0 °С? Укажите номер соли из таблицы.

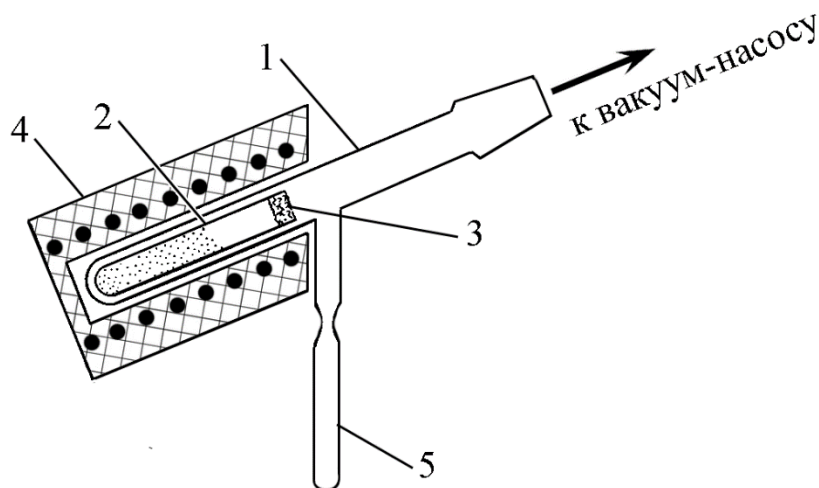
Растворимость солей при 0 °С (масса безводной соли (г) в 100 г воды)

Соль	1	2	3
	$K_2SO_4$	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
Растворимость	7,2	37,9	3,0

9. Элемент **X** – один из самых редких в земной коре элементов, у него нет устойчивых изотопов. Простое вещество, образованное элементом **X**, до сих пор не удалось получить в твёрдом виде, так как из-за теплоты, выделяемой при радиоактивном распаде, оно самопроизвольно раскаляется и переходит в пар. В парах этого вещества присутствуют двухатомные молекулы  $X_2$ . Известно, что пары этого вещества окисляют серебро, образуя соль **Y**, нерастворимую в воде.

- а) Определите элемент **X**, в ответ запишите его химический символ.
- б) Определите число электронов в ионе, образованном элементом **X** в отрицательной степени окисления.
- в) Запишите формулу соли **Y**.

10. В лаборатории металл **A** можно получить, используя прибор из термостойкого стекла (обозначен цифрой 1 на рисунке).



Тщательно высушенную соль **B**, которая является хлоридом металла **A**, смешивают с избытком щёлочноземельного металла **C** и засыпают в тигель (2), который сверху закрывают небольшим комком тонкой стальной проволоки (3). Весь прибор (1) помещают в печь (4), продувают аргоном, вакуумируют и нагревают. Металл **A** перегоняется в приёмник (5), который по окончании реакции отпаивают в месте сужения. В результате реакции в тигле (2) образуется соль **D**, хлорид металла **C**. Массовая доля металла **C** в соли **D** составляет 36,11%.

Сведения о составе смеси В и С приведены в таблице ниже.

*Таблица.* Состав смеси, загружаемой в тигель (2), для получения металла А.

<b>Компоненты смеси</b>	<b>Соль В</b>	<b>Металл С</b>
Массы компонентов, г	24,2	10,0
Мольные доли компонентов, %	44,4	55,6

Определите вещества А–D. В поля для ответов введите их молекулярные формулы. Химические знаки необходимо вводить, используя английскую раскладку клавиатуры. Пример: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**11–12.** В лаборатории находились четыре колбы с газообразными (при обычных условиях) веществами А–D. В составе молекул всех четырёх веществ есть атомы одного и того же химического элемента Х. Сведения об этих газах представлены в таблице ниже. Все колбы – стандартные, имеют одинаковые массу (пустые) и объём. Масса колбы, заполненной воздухом, равна 221,74 г. Газы в колбах находятся при одинаковых температуре и давлении.

<b>Газ</b>	<b>А</b>	<b>В</b>	<b>С</b>	<b>Д</b>
<b>Цвет</b>	жёлто-зелёный	бесцветный	бесцветный	бесцветный
<b>Масса колбы с газом, г</b>	224,25	222,19	225,93	223,03
<b>Массовая доля элемента Х, %</b>	100,0	97,2	71,7	70,2

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

12. Укажите, молекулы каких газов состоят из атомов трёх химических элементов.

**13.** Простые вещества А и В образованы химическими элементами – ближайшими соседями по Периодической системе Д.И. Менделеева. Вещество А, порошок тёмно-красного цвета, и вещество В, растёртые в порошок кристаллы жёлтого цвета, смешали в точном стехиометрическом соотношении, что соответствует отношению масс 1:2,58. Смесь нагрели в инертной атмосфере и получили соединение С. Вещество С легко загорается на воздухе, при этом (в условиях избытка кислорода) образуются два оксида: D и E. D – аморфное, очень гигроскопичное вещество белого цвета, E – газ без цвета с резким запахом. Вещество С реагирует с водой, при этом выделяется бесцветный газ F с неприятным запахом. При полном гидролизе С и удалении газа F в растворе остаётся единственное вещество – трёхосновная кислота G.

Определите вещества А–G. В поля для ответов введите их молекулярные формулы. Химические знаки необходимо вводить, используя английскую раскладку клавиатуры. Пример: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.