

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. 2022–2023 уч. г.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС

1. Вещества А, В и С – сложные, данные об их составе представлены в таблице 1.

*Таблица 1. Состав веществ А, В и С*

Вещество	Массовые доли элементов, %		
	Элемент X	Элемент Y	Элемент Z
А	–	63,2	36,8
В	39,6	27,9	32,5
С	24,7	34,8	40,5

Вещество А имеет тёмно-коричневый, практически чёрный, цвет, не растворяется в воде. Это наиболее устойчивое соединение элемента Y, встречается в земной коре в виде минерала. С – кристаллическое вещество тёмно-фиолетового, почти чёрного, цвета. Растворяется в воде, раствор имеет интенсивную фиолетовую окраску. В школе С применяется для получения некоторого газа – простого вещества Z<sub>2</sub>. При нагревании соединение С разлагается с образованием А, В и газа Z<sub>2</sub>.

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

Определите вещества В и С. В ответ запишите их формулы.

2. Имеется смесь двух газов, А и В, как минимум один из них входит в состав воздуха. При пропускании электрического разряда через газ А образуется вещество В, обратное превращение происходит в атмосфере под действием УФ-излучения. В смеси А и В объёмом 8,96 л (н. у.) общее число электронов составляет  $4,32 \cdot 10^{24}$ . Рассчитайте объёмную долю газа В в смеси. Ответ приведите в процентах с точностью до целых. Постоянную Авогадро примите равной  $6,0 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>.

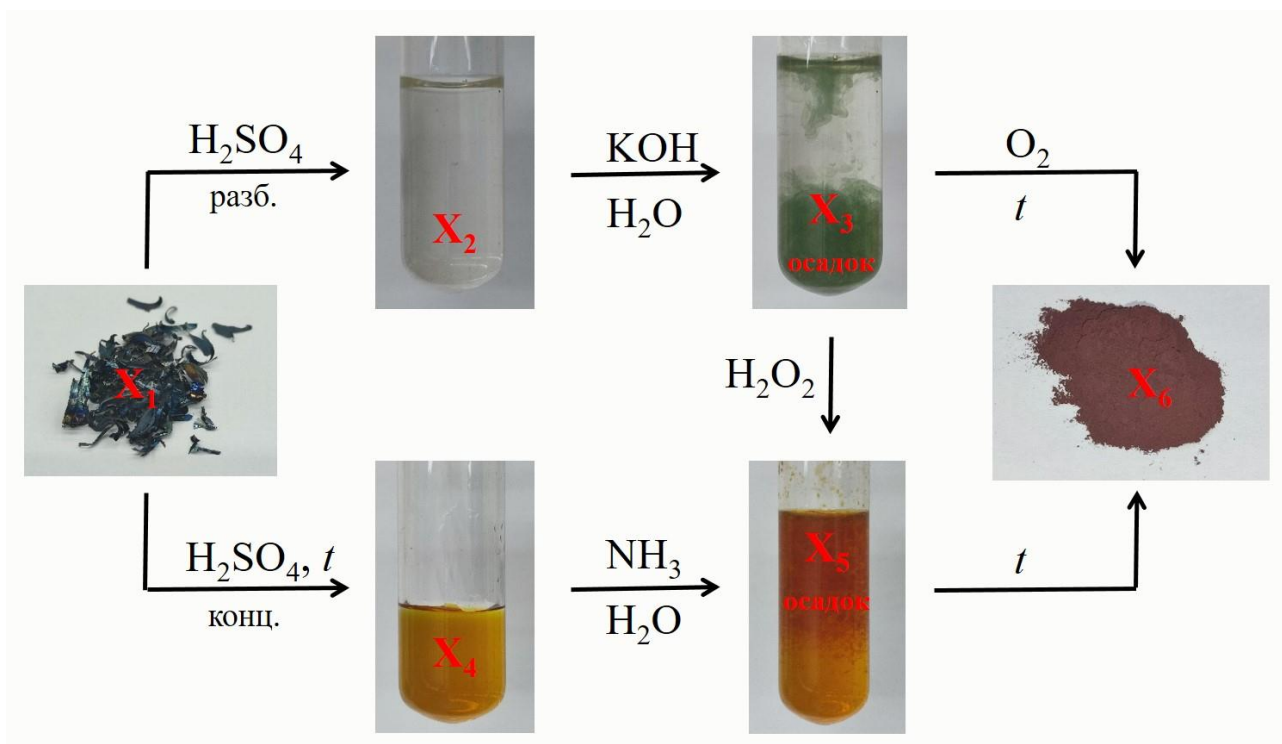
3. Средний карбонат меди(II) получить непросто, так как при смешении растворов солей меди(II) и карбоната щелочного металла из-за реакций гидролиза выпадают основные карбонаты, состав которых можно выразить формулой  $x\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot y\text{CuCO}_3$  (x и y – небольшие натуральные числа).

Установите формулу основного карбоната, если известно, что при его полном разложении образуется 36 г чёрного порошка и выделяется 6,72 л (н. у.) газа, вызывающего помутнение известковой воды. В ответ запишите значения x и y. Молярную массу меди примите равной 64 г/моль.

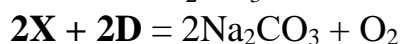
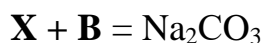
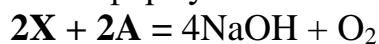
4. Существование элемента А было предсказано Д.И. Менделеевым. Простое вещество А – металл серебристого цвета с характерным жёлтым оттенком, реагирует со многими окислителями, кислотами, щелочами, но пассивируется фтороводородной кислотой. Металл А дороже золота, его получают всего около 100 кг в год. Для этого используют восстановление безводных фторида или хлорида магнием или кальцием в инертной атмосфере. Из 50,98 г фторида можно получить 22,48 г металла А. Определите металл А. В ответ запишите формулы металла и его фторида.

В природе встречается только один стабильный изотоп А. Запишите его относительную атомную массу с точностью до целых.

5. На схеме (см. ниже) приведены взаимопревращения соединений, в состав которых входят атомы элемента X. Идентифицируйте все вещества (X<sub>1</sub>–X<sub>6</sub>), в ответе укажите их молярные массы (г/моль, с точностью до целых).



6. В каждом из приведённых превращений участвует одно и то же сложное вещество X. Используя правые части уравнений химических реакций, установите формулы всех неизвестных веществ.



7. Один литр смеси этилена с неизвестным углеводородом может присоединить в присутствии катализатора до 1,7 л водорода (объёмы измерены при одних и тех же температуре и давлении). Какой углеводород мог входить в состав смеси? Выберите все правильные варианты.

- 1) метан
- 2) ацетилен
- 3) пропен
- 4) циклопропан
- 5) бутадиен-1,3
- 6) изобутан

Сколько литров углекислого газа могло выделиться при сгорании одного литра этой смеси (объёмы измерены при одних и тех же температуре и давлении), если возможный второй компонент – из числа указанных выше газов? Выберите все правильные варианты.

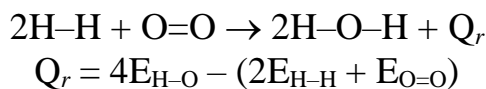
- 1) 1,0
- 2) 1,7
- 3) 2,0
- 4) 3,4
- 5) 4,0
- 6) 4,8

8. Ацетилен  $C_2H_2$  – горючий и взрывоопасный газ. Для безопасного хранения и перевозки используют его растворы в ацетоне  $C_3H_6O$  (плотность ацетона 0,784 г/мл). При нормальных условиях в одном объёме ацетона растворимо 25 объёмов ацетилена. Чему равна массовая доля ацетилена в насыщенном растворе при этих условиях? Ответ выразите в процентах и запишите с точностью до десятых.

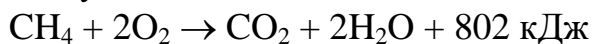
Растворимость ацетилена в ацетоне прямо пропорциональна давлению газа над раствором. При каком минимальном давлении (температура 0 °С) можно получить 50 %-й раствор? Ответ выразите в атмосферах.

9. Натриевую соль органической кислоты массой 29,6 г сплавляли с избытком гидроксида натрия, при этом выделилось 4,48 л (н. у.) газа. Рассчитайте состав соли и состав газа. Формулу соли записывайте, начиная с атомов углерода, затем идут атомы водорода, кислорода и натрия (пример:  $C_3H_6O_2Na$ ).

10. Тепловой эффект реакции может быть рассчитан не только при помощи теплот образования веществ, но также и через энергии связей. Например, для реакции



Рассчитайте энергию связи C–H (кДж/моль) в молекуле метана, если известны следующие данные:



$$E_{\text{C}=\text{O}} = 799 \text{ кДж/моль}$$

$$E_{\text{H}-\text{O}} = 463 \text{ кДж/моль}$$

$$E_{\text{O}=\text{O}} = 498 \text{ кДж/моль}$$

В ответ запишите число, округлив его до целого.

11. Фреоны представляют собой группу фторсодержащих производных насыщенных углеводородов, главным образом метана и этана. Данный класс веществ широко применяется в качестве хладагентов или растворителей. Помимо фтора фреоны могут содержать атомы хлора.

Техническое обозначение фреона состоит из буквы R и набора цифр:

- самая правая цифра – число атомов фтора в соединении (если фтора нет, записывают 0);
- вторая цифра справа – число атомов водорода в соединении плюс единица;
- третья цифра справа – число атомов углерода в соединении минус единица (для производных метана 0 не записывается);
- число атомов хлора в соединении находят вычитанием суммарного числа атомов фтора и водорода из общего числа атомов, которые могут соединяться с атомами углерода. Это число в обозначение фреона не записывают.

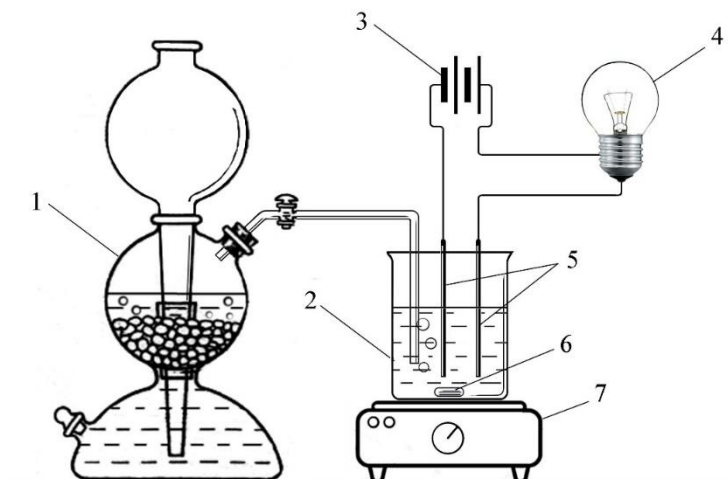
Например, фторметан  $\text{CH}_3\text{F}$  имеет обозначение R-41.

Составьте техническое обозначение фреонов, формулы которых представлены ниже (пример: R-41 для  $\text{CH}_3\text{F}$ , без пробелов и запятых).

Рассчитайте массовую долю углерода (%) во фреоне R-111. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Молярную массу хлора примите равной 35,5 г/моль.

12. В школьной лаборатории собрали прибор, как показано на рисунке.



В аппарат Киппа (1) поместили кристаллическое вещество **A** белого цвета, нерастворимое в воде, и налили раствор вещества **B**. При взаимодействии **A** с раствором **B** выделился газ **C**, который пропустили в стакан (2) с раствором вещества **D**. В этот же раствор были опущены электроды (5) прибора для проверки электропроводности (3 – источник питания, 4 – лампа накаливания). Раствор перемешивался с помощью якоря (6) магнитной мешалки (7).

До начала пропускания газа **C** нить лампы (4) ярко светилась. Затем, по мере пропускания **C** через раствор **D**, яркость свечения уменьшалась. В какой-то момент времени лампа (4) полностью погасла. Однако газ **C** продолжили пропускать и заметили, что нить лампы накаливания (4) снова начала светиться, постепенно увеличивая яркость.

Ниже приведены формулы различных веществ. Поставьте в соответствие веществам **A–D** правильные формулы.

Вещество	Формула
A	$\text{Ba}(\text{OH})_2$
B	$\text{CaCO}_3$
C	$\text{CO}$
D	$\text{CO}_2$
	$\text{H}_2$
	$\text{HCl}$
	$\text{K}_2\text{CO}_3$
	$\text{KCl}$
	$\text{KHCO}_3$
	$\text{KOH}$
	$\text{Zn}$

На заключительном этапе эксперимента, когда лампа (4) снова начала ярко светиться, в растворе, который находился в стакане (2), осталась только одна соль. Рассчитайте молярную массу этой соли (в г/моль). Округлите полученное значение до целых.