



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2021–2022 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС

1. Порошок металла массой 10,4 г полностью растворили в очень разбавленной азотной кислоте, при этом газ не выделялся. При нагревании полученного раствора с избытком щёлочи выделилось 896 мл газа (н. у.). Определите, какой был взят металл, в ответ запишите его химический символ.

2. Бинарное соединение **A** состоит из элементов, находящихся в одном периоде таблицы Д.И. Менделеева. Массовая доля одного из элементов составляет 79,77 %. При растворении **A** в воде и длительном нагревании из раствора выделяется газ **Б**, обладающий кислотными свойствами, в котором массовая доля того же элемента равна 97,26 %. Определите формулы веществ **A** и **Б** и запишите их в ответ.

3. При полном сгорании 3,36 л (н. у.) смеси двух газообразных алканов **A** и **B** с неразветвлённой углеродной цепью образовалось 11,88 г воды и выделилось 343,38 кДж теплоты.

1) Установите молекулярные формулы и назовите алканы **A** и **B**, если известно, что они являются ближайшими гомологами, причём алкан **B** имеет бóльшую молярную массу.

2) Рассчитайте мольную долю (в %) алкана **A** в смеси.

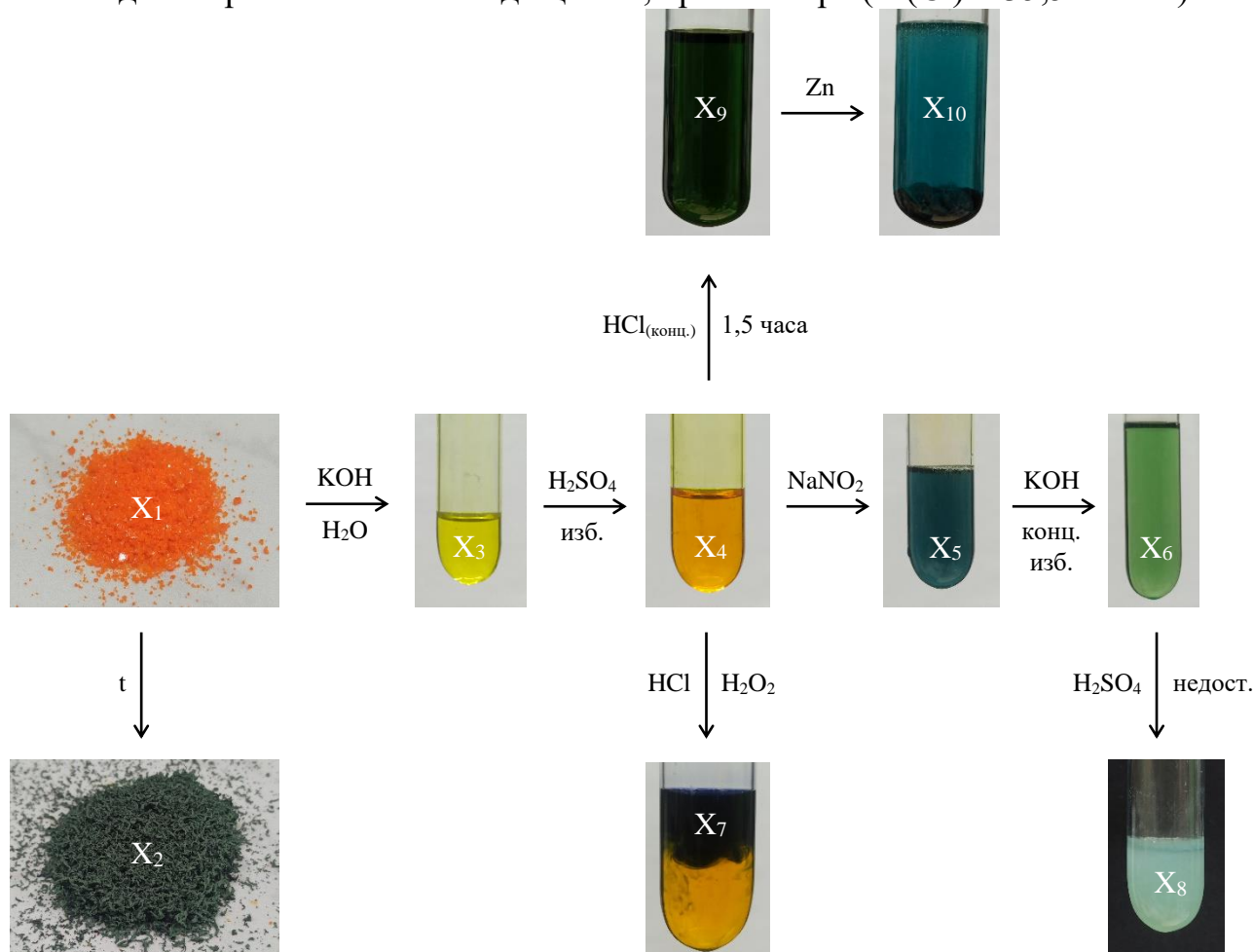
3) Определите теплоту сгорания алкана **B** (в кДж/моль, с точностью до целых), если известно, что при сгорании 1 моль **A** выделяется 2044 кДж теплоты.

4. Углеводород **X** содержит 91,3 % углерода по массе, а молярная масса **X** не превышает 100 г/моль. При взаимодействии **X** с избытком раствора брома в четырёххлористом углероде он превращается в октабромид. При взаимодействии соединения **X** с аммиачным раствором оксида серебра выпадает осадок. В сухом состоянии этот осадок неустойчив и взрывается. При деструктивном окислении **X**, например перманганатом калия в присутствии серной кислоты, образуются только диметилмалоновая (диметилпропандиовая) кислота и углекислый газ.

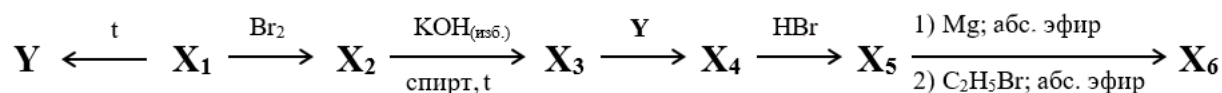
1) Установите молекулярную формулу углеводорода **X** и его строение. Приведите название углеводорода **X** по номенклатуре ИЮПАК (например, 2,3-диметилгексадиен-1,3).

2) Напишите уравнение реакции деструктивного окисления **X** и вычислите, сколько молей перманганата калия потребуется для окисления 1 моль **X**.

5. Ниже приведена цепочка превращений. Все вещества X_1 – X_{10} содержат общий элемент. Вещество X_7 – бинарное, массовая доля одного из элементов в нём составляет 60,6 %. Идентифицируйте все **окрашенные** вещества X_1 – X_{10} , в ответе укажите их молярные массы (г/моль). Атомные массы элементов необходимо брать с точностью до целых, кроме хлора ($M(\text{Cl}) = 35,5$ г/моль).



6. Углеводород X_1 имеет плотность по водороду равную 28. Известно, что все атомы углерода в молекуле X_1 имеют одинаковые степени окисления. Вещество разлагается при нагревании с образованием Y (других продуктов не образуется). Также из вещества X_1 можно в несколько стадий получить углеводород X_6 :



Реакция получения X_4 из X_3 является реакцией присоединения.

Определите углеводороды Y и X_6 . В ответе укажите:

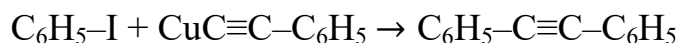
- 1) молярную массу Y (г/моль, с точностью до целых);
- 2) число вторичных атомов углерода в молекуле X_6 .

7. Смесь двух солей, образованных одним металлом, общей массой 2,91 г растворили в 20 мл воды и добавили 10 мл раствора хлорида бария, взятого в избытке, при этом выпало 4,66 г белого кристаллического осадка, нерастворимого в кислотах и щелочах и представляющего собой индивидуальную соль. Осадок отфильтровали, фильтрат перенесли в мерную колбу и довели до метки 100 мл дистиллированной водой. На титрование 10 мл фильтрата потребовалось 15 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия. Определите формулы солей, входящих в исходную смесь, если молярная масса первой соли больше молярной массы второй соли. При записи формул используйте латинскую раскладку клавиатуры (например, NaNO_3). Рассчитайте мольную долю второй соли (в %, с точностью до целых) в исходной смеси.

8. Смесь двух газов **A** и **B**, представляющих собой бинарные соединения, имеет относительную плотность по гелию 11. Эту смесь смешали с необходимым для полного сгорания количеством кислорода, подожгли, а образовавшуюся смесь привели к нормальным условиям. Получили газ с плотностью по гелию 11 и объёмом, который в 2 раза больше объёма исходной смеси газов **A** и **B** при н. у. Дополнительно известно, что исходная смесь не обесцвечивает бромную воду, а в молекуле газа **B** больше атомов, чем в молекуле газа **A**. Определите газы **A** и **B** и объёмную долю газа **A** (в %) в исходной смеси.

9. Одним из реагентов, необходимых для получения фарфора, является полевой шпат. Однако разновидностей полевого шпата достаточно много, и в зависимости от требуемых свойств фарфора используют тот или иной вид. Согласно данным химического анализа, одна из таких разновидностей содержит 20,14 % кремния, 46,04 % кислорода по массе, остальное – алюминий и кальций, а сумма индексов в формуле минерала меньше 18. Определите общую формулу данной разновидности полевого шпата и запишите её в ответ, используя латинские буквы. Элементы записывайте в следующем порядке: кальций, алюминий, кремний, кислород (например, $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{14}$).

10. В органической химии реакции по созданию новых связей C–C обладают высокой практической ценностью. Одной из таких реакций является кросс-сочетание ацетиленидов меди с арилгалогенидами, например:



Метод был распространён и на винилгалогениды. Ниже представлена схема получения двух интересных продуктов **A** и **B**, не содержащих галогенов в своём составе. Установите строение и формулы этих веществ, в ответ запишите молярные массы **A** и **B** в г/моль (молярные массы углерода и водорода примите равными 12 г/моль и 1 г/моль соответственно).

Схема получения **A**:

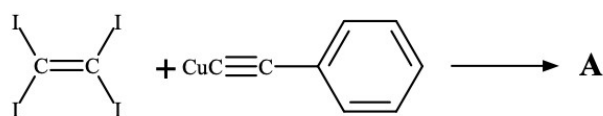
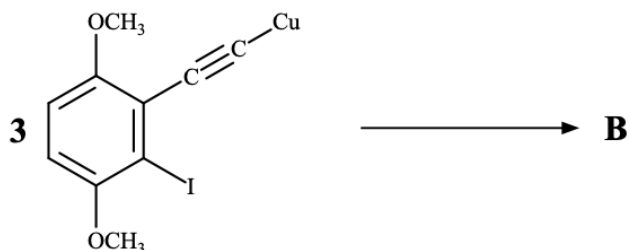
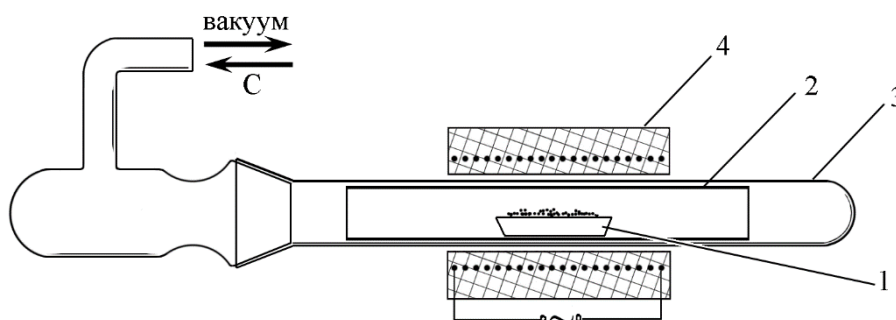


Схема получения **B**:



11. Тщательно высушенный карбонат металла **A** смешали с избытком металла **B** и поместили в стальную лодочку (на рисунке показана цифрой 1).



Лодочку (1) вставили в стальную трубку (2), которую поместили в кварцевую трубку (3). Из прибора откачали воздух и сильно нагрели в трубчатой печи (4). Металл **A** испарился из реакционной смеси и сконденсировался на внутренних стенках трубки (2). После остывания прибор заполнили бесцветным газом **C**, а затем снова нагрели. В результате реакции соединения металла **A** с газом **C** образовалось соединение **D** – бесцветные, очень чувствительные к влаге и воздуху кристаллы.

Сведения о составе исходной смеси и выходах продуктов реакций приведены в *таблицах 1 и 2* ниже.

Таблица 1. Состав смеси, загружаемой в лодочку (1), для получения металла **A**

Компоненты смеси	Карбонат металла A	Металл B
Массы компонентов, г	23,1	7,3
Мольные доли компонентов, %	25	75

Таблица 2. Выходы реакций получения металла **A** и соединения **D**

Продукт реакции	Металл A	Соединение D
Масса продукта, г	16,4	14,6
Выход продукта, %	96*	88**

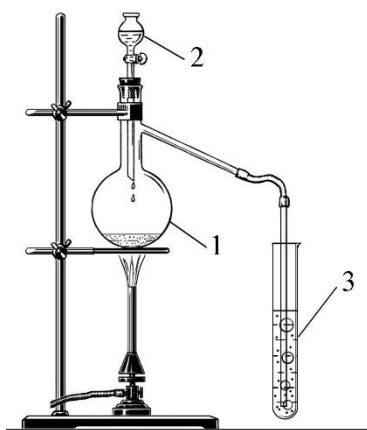
* Выход в расчёте на исходный карбонат.

** Выход в расчёте на восстановленный металл **A**.

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

12. Элементы X и Y находятся в одной подгруппе, в соседних периодах Периодической системы Д.И. Менделеева. С веществами, в состав которых выходят элементы X и Y, можно провести много интересных опытов, один из которых описан ниже.

Кристаллическую соль А поместили в колбу Вюрца (на рисунке обозначена цифрой 1).



Из капельной воронки (2) добавили концентрированную серную кислоту. При этом из колбы (1) начал выделяться бесцветный газ В с резким запахом. Газ В пропускали в пробирку (3) с бесцветным раствором кислоты С. В результате реакции раствор в пробирке (3) постепенно принимал красную окраску за счёт образования коллоидных частиц простого вещества D.

Если к коллоидному раствору D добавить тёплый крепкий раствор вещества А, то красная окраска исчезнет, образуется соединение E. Если к бесцветному раствору E добавить разбавленную кислоту, например серную или соляную, то снова образуются вещества В и D, раствор снова принимает красную окраску.

В таблице ниже указаны массовые доли элементов X и Y в веществах А–E.

Вещество	А	В	С	Д	Е
Массовая доля элемента X, %	25,4	50,0	0	0	15,6
Массовая доля элемента Y, %	0	0	61,2	100	38,5

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