

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2017-2018 г.

Олимпиадные задания по химии

9 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов).

Вставьте пропущенный текст в следующие фразы.

- 1.1. Из четырех простых веществ-неметаллов – бром, азот, озон и хлор самым активным является ..., а наименее активным
- 1.2. Степень окисления хлора в хлорите калия ..., а в перхлорате калия
- 1.3. Валентными для атома серы являются ... и ... электроны
- 1.4. В атоме углерода в основном состоянии количество неспаренных электронов равно ..., а в ионе C^{4+}
- 1.5. В растворе NaOH окраска фенолфталеина ..., а в растворе NH_3
- 1.6. В составе ортофосфорной кислоты ... атома водорода, а в составе ортоиодной
- 1.7. В оксиде бария химическая связь ..., а в оксиде углерода(II)
- 1.8. При термическом разложении нитрата калия выделяется ..., а в остатке остается
- 1.9. Степени окисления серы в продуктах ее реакции с горячим раствором щелочи ... и
- 1.10. При сплавлении карбоната натрия и оксида кремния выделяется ..., а в остатке остается

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 53 балла).

2.1. Студенты алхимического факультета собрались провести несколько опытов в университетской лаборатории. Оказалось, что в этой лаборатории все склянки с химическими реактивами подписаны тривиальными названиями: сода каустическая, жидкое стекло, сода питьевая, ляпис, нашатырь, сильвин, мел, медный купорос, купоросное масло, нашатырный спирт. Помогите студентам организовать эксперимент.

а) Напишите формулы соединений, находящихся в склянках.

б) Напишите уравнения семи химических реакций, которые можно осуществить, смешивая попарно сами вещества или их водные растворы. Одно и то же вещество можно использовать при написании нескольких превращений; больше двух веществ в одной реакции использовать не разрешается.

2.2. Школьнику выдали четыре пронумерованных стаканчика, содержащих смеси белых порошков солей:

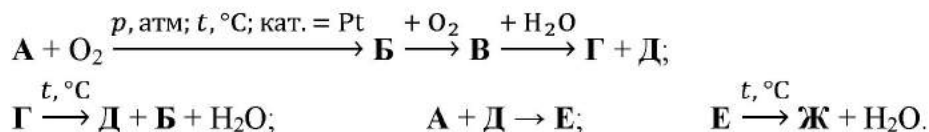
а) $Ca(NO_3)_2 + Na_2CO_3$; б) $Mg(NO_3)_2 + Na_3PO_4$; в) $ZnSO_4 + Na_2S$; г) $BaCl_2 + K_2SO_4$. Его задача состояла в том, чтобы установить, какая из смесей находится в стаканчике с определенным номером. Посмотрев в таблицу растворимости, он увидел, что все вещества растворимы, и налил в каждый стаканчик воды, чтобы затем использовать растворы. Однако, сколько он ни перемешивал эти смеси в воде, ни в одном из стаканчиков не получился прозрачный раствор. На дне каждого из стаканчиков оставалось большое количество белого осадка, наотрез отказывавшегося растворяться.

Подумав немного и осознав свою ошибку, школьник взболтал смеси стеклянными палочками, перелил понемногу растворов с осадками в отдельные пробирки и добавил к ним избыток соляной кислоты. Отметив наблюдаемые эффекты, он с чувством выполненного долга записал в тетради правильное соответствие составов смесей номерам стаканчиков.

Продолжение на следующей странице

Напишите уравнения реакций, прошедших в стаканчиках и пробирках в результате проведенных школьником экспериментов. Используйте как молекулярную, так и сокращенную ионную форму записи и обязательно укажите внешние признаки реакций в пробирках, позволившие школьнику решить поставленную задачу.

2.3. Вашему вниманию представлены схемы превращений неорганических соединений **А-Ж**, содержащих один и тот же элемент **Х**:



Дополнительно известно, что:

- Вещество **А** при нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с резким характерным запахом, очень хорошо растворимый в воде;
- Бинарные (двухэлементные) соединения **Б**, **В** и **Ж** имеют одинаковый качественный, но разный количественный состав; степень окисления **Х** в этих соединениях составляет +2, +4 и +1 соответственно;
- при взаимодействии веществ **А** и **Д** образуется химическая связь по донорно-акцепторному механизму, а продуктом их реакции являются бесцветные кристаллы соли **Е**.

а) Установите формулы веществ **А-Ж**.

б) Напишите уравнения представленных на схемах реакций.

в) Расположите вещества **А**, **Г**, **Д**, **Е**, $\text{Н}_2\text{О}$ в порядке возрастания кислотных свойств.

Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 27 баллов).

3.1. Смесь угарного и углекислого газов имеет относительную плотность по водороду 20,4.

а) Вычислите объемную долю углекислого газа в этой смеси.

б) Рассчитайте массовую долю угарного газа в этой смеси.

в) Вычислите объем кислорода, который потребуется для полного окисления 50 л этой смеси.

3.2. Латунь – двойной либо многокомпонентный сплав, известный человеку с древнейших времён. В XIX веке в Западной Европе этот сплав использовали как поддельное золото. В состав любой латуни обязательно входят широко используемые человеком металлы **А** и **Б**. Металл **А** в свободном виде имеет красный цвет, металл **Б** – серебристо-белый цвет с синеватым оттенком. Двухвалентный металл **Б** известен также тем, что он широко используется для защиты жестяных изделий (ведер, водосточных труб, водоотливов с наружной стороны подоконников и т.п.) от коррозии.

Навеску двухкомпонентной латуни массой 10 г обработали 50 мл соляной кислоты (плотность 1,043 г/мл, $\omega = 10\%$ масс.), в результате чего выделился газ объёмом 1,24 л (н. у.), образовался бесцветный раствор и осталась нерастворённая часть сплава.

Остаток поместили в 500 мл азотной кислоты ($\omega = 5\%$ (масс.), плотность 1,028 г/мл). В результате реакции образовался голубой раствор и выделился газ объёмом 1,493 л (н. у.).

а) Назовите металлы, входящие в состав сплава.

б) Напишите уравнения описанных реакций.

в) Рассчитайте массовые доли металлов **А** и **Б** в составе взятой навески. При расчете используйте атомные массы металлов, округленные до целых чисел.

г) Вычислите точные массы бесцветного и голубого растворов и массовые доли солей в них.

Задание 9-1

По приведенному описанию определите химические элементы. Ниже для каждого элемента представлено по одной реакции. Вставьте символ химического элемента в соответствующее уравнение. Каждый элемент используется только один раз.

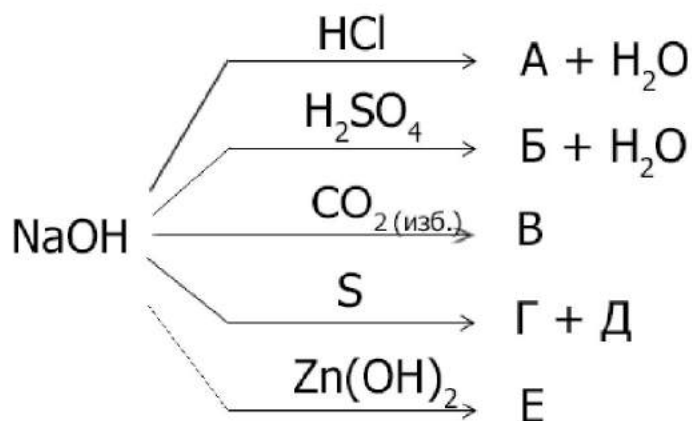
Элемент	Описание
1	Данный химический элемент находится в 3 периоде, имеет одинаковую валентность в водородном соединении и в высшем оксиде
2	В природе встречаются 2 стабильных изотопа, с массовым числом 35 и 37. Максимальная степень окисления равна +7
3	Все аллотропные модификации вещества до конца не изучены. Наиболее известными являются три модификации: белый, красный и черный, которые отличаются строением, физическими и химическими свойствами. Белый $\xrightarrow[320^\circ\text{C, без O}_2]{}$ красный $\xrightarrow[200^\circ\text{C, 12000 атм}]{}$ черный
4	Этот элемент находится в VIIIВ группе, 4 периоде. В стационарном состоянии имеет 4 неспаренных электрона.
5	Щелочноземельный металл, в котором число протонов = числу электронов = числу нейтронов
6	Элемент 3 периода. В возбужденном состоянии на внешнем уровне имеет 3 неспаренных электрона. Относится к семейству р-элементов.
7	Этому элементу соответствует сокращенная электронная формула $[\text{Ne}]3s^1$
8	Из-за высокого значения электроотрицательности, данный элемент не способен проявлять степень окисления, равную номеру группы, и для него не характерны соединения с положительной степенью окисления
9	Полная электронная формула: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$
10	Этот элемент находится в VI группе, побочной подгруппе, в 4 периоде

- $\text{X}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HX} + \text{O}_2$
- $\text{X}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{XOH}$
- $\text{X} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}[\text{X}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- $\text{X} + \text{HF} = \text{H}_2[\text{XF}_6] + \text{H}_2$
- $\text{X} + \text{H}_2 = \text{XH}_3$
- $\text{X}_2 + \text{NaOH} = \text{NaXO}_3 + \text{NaX} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{X}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2(\text{изб.}) = \text{X}(\text{HCO}_3)_2$
- $\text{K}_2\text{X}_2\text{O}_7 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{XO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{XO}_2 + \text{HCl} = \text{XCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{X} + \text{HCl} = \text{XCl}_2 + \text{H}_2$

Расставьте коэффициенты.

Задание 9-2

Расшифруйте схему:



1. Установите формулы назовите вещества А – Е (разные соединения натрия)
2. Напишите структурные формулы веществ А – Д
3. Напишите уравнения реакций

Задание 9-3

Для проведения качественного анализа вам выданы три индивидуальных вещества (соли) белого цвета. Известно, что данные вещества в своем составе содержат ионы K^+ , Na^+ , Li^+ , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Cl^- . Как, имея в наличии спиртовку, дистиллированную воду, растворы BaCl_2 и лакмуса установить состав каждой соли? Приведите уравнения соответствующих реакций.

Задание 9-4

В 1779 году немецкий химик Иоганн-Христиан Виглеб, обрабатывая соляной кислотой оксалат кальция, выделенный из сока кислицы и щавеля, открыл органическую двухосновную кислоту, названную щавелевой. Содержание водорода в кислоте составляет 2,22%, углерода – 26,67%, кислорода – 71,11%.

Раствор с массовой долей кислоты 10% является отличным «растворителем» ржавчины.

1. Определите химическую формулу кислоты.
2. Рассчитайте, какое количество кислоты и воды (в г) нужно взять для приготовления 250 мл 10%-ного раствора (плотность раствора равна 1,035 г/мл).
3. Вычислите массу оксалата кальция (CaC_2O_4), который получится при взаимодействии указанного раствора с 250 мл 15% раствора хлорида кальция (плотность раствора равна 1,1014 г/мл).

Задание 9-1

По приведенному описанию определите химические элементы. Ниже для каждого элемента представлено по одной реакции. Вставьте символ химического элемента в соответствующее уравнение. Каждый элемент используется только один раз.

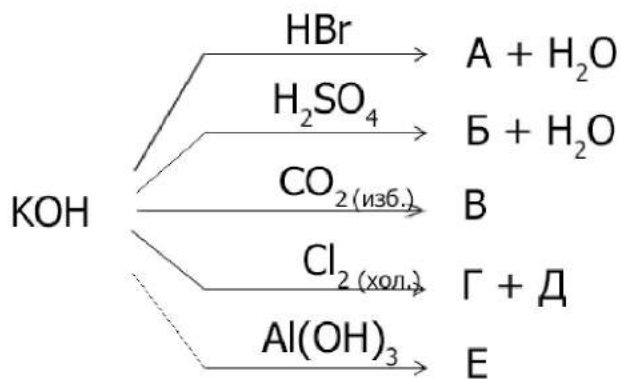
Элемент	Описание
1	Данный химический элемент находится во 2 периоде, имеет одинаковую валентность в водородном соединении и в высшем оксиде
2	В форме двухатомных молекул Э ₂ составляет большую часть атмосферы Земли. Максимальная степень окисления равна +5
3	Существование аллотропных модификаций связано со способностью образовывать устойчивые гомоцепи –Э–Э–. Гомоцепи имеют зигзагообразную форму, поскольку в их образовании принимают участие электроны взаимно перпендикулярных р-орбиталей. Существует три аллотропные модификации: ромбическая, моноклинная и пластическая.
4	Этот элемент находится во IIВ группе, 4 периоде. В стационарном состоянии не имеет ни одного неспаренного электрона.
5	Элемент 3 периода, относится к семейству s-элементов, в возбужденном состоянии на внешнем уровне имеет 2 неспаренных электрона.
6	Галоген, у которого число протонов = числу электронов, число нейтронов = 45.
7	Этому элементу соответствует сокращенная электронная формула [Ar]4s ¹
8	Активный неметалл. По значению электроотрицательности уступает только фтору, так же как фтор не способен проявлять степень окисления равную номеру группы
9	Полная электронная формула: 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁶
10	Этот элемент находится в I группе, побочной подгруппе, в 4 периоде

1. $X + H_2SO_{4(конц.)} = CO_2 + SO_2 + H_2O$
2. $X_2 + H_2 = XH_3$
3. $F_2 + NaXH = NaF + H_2X + XF_2$
4. $X(OH)_2 + CO_{2(изб.)} = X(HCO_3)_2$
5. $X + KOH \rightarrow K_2X + K_2XO_3 + H_2O$
6. $X_2O_2 + H_2O = H_2O_2 + XOH$
7. $X + Cl_2 = XCl_3$
8. $X(NO_3)_2 = XO + O_2 + NO_2$
9. $X + NaOH + H_2O = Na_2[X(OH)_4] + H_2$
10. $X_2 + NaOH_{гор.} = NaXO_3 + NaX + H_2O$

Расставьте коэффициенты.

Задание 9-2

Расшифруйте схему:



1. Установите формулы назовите вещества А – Е (разные соединения натрия)
2. Напишите структурные формулы веществ А – Д
3. Напишите уравнения реакций

Задание 9-3

Для проведения качественного анализа вам выданы три индивидуальных вещества белого цвета. Известно, что данные вещества в своем составе содержат ионы K^+ , Na^+ , Li^+ , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Br^- . Как, имея в наличии спиртовку, дистиллированную воду, растворы BaCl_2 и лакмуса установить состав каждой соли? Приведите уравнения соответствующих реакций.

Задание 9-4

В 1847 году немецкий химик Адольф Кольбе впервые синтезировал уксусную кислоту из неорганических материалов, хотя уксус, как продукт брожения вина известен человеку с давних времен. Содержание водорода в кислоте составляет 6,67%, углерода – 40,00%, кислорода – 53,33%. Плотность кислоты по водороду равна 30.

Раствор с массовой долей кислоты 0,9% является одним из самых применяемых маринадов для консервирования овощей.

1. определите химическую формулу кислоты.
2. рассчитайте, какое количество кислоты и воды (в г) нужно взять для приготовления 1500 мл 0,9%-ного раствора (плотность раствора равна 0,9996 г/мл).
3. вычислите массу ацетата натрия, который получится при взаимодействии указанного раствора с 1000 мл 2% раствора гидроксида натрия (плотность раствора равна 1,0207 г/мл).