

Химия 9 класс. Вариант 1

Задание 1. Синтез-газ. (20 баллов)

Смесь водорода и монооксида углерода является важным сырьем в органическом синтезе. Данную смесь в массовом отношении $H_2:CO = 6:5$ сожгли в избытке кислорода, а полученные продукты пропустили через раствор едкого натра, взятый в стехиометрическом количестве, что привело к образованию 300 г раствора с массовой долей растворенного вещества 8 %. Известно, что полученный в ходе данной реакции продукт не вступает в реакцию с щелочами.

1. Рассчитайте массовую долю едкого натра в исходном растворе.
2. Напишите уравнения химических реакций монооксида углерода с хлором, оксидом серы (IV), оксидом меди (II), оксидом йода (V).

Ответ:

1. Реакция 1: $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$
Реакция 2: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
Реакция 3: $2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
 $m(Na_2CO_3) = m_{p-ра} \cdot \omega = 300 \cdot 0,08 = 24 \text{ г}$
 $n(Na_2CO_3) = m/M = 24/106 = 0,23 \text{ моль}$
 $n(CO_2) = n(CO) = n(Na_2CO_3) = 0,23 \text{ моль}$
 $n(NaOH) = 2n(Na_2CO_3) = 0,23 \text{ моль} \cdot 2 = 0,46 \text{ моль}$
 $m(NaOH) = n \cdot M = 0,46 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 18,4 \text{ г}$
 $m(CO_2) = n \cdot M = 0,23 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 10,12 \text{ г}$
 $m(CO) = n \cdot M = 0,23 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 6,44 \text{ г}$
По условию задачи $m(H_2): m(CO) = 6:5$
 $m(H_2): 6,44 = 6:5$
 $m(H_2) = 6,44 \cdot 6:5 = 7,728 \text{ г}$
 $n(H_2) = m/M = 7,728/2 = 3,864 \text{ моль}$
 $n(H_2) = n(H_2O)$
 $m(H_2O) = n \cdot M = 3,864 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 69,552 \text{ г}$
 $m(\text{исходного р-ра NaOH}) = m_{p-ра}(NaOH) - m(CO_2) - m(H_2O) = 300 - 10,12 - 69,552 = 220,358 \text{ г}$
 $\omega(NaOH) = m(NaOH)/(m(\text{исходного р-ра NaOH})) = 18,4/220,358 = 8,35 \%$
2. Реакция 4: $CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2$
Реакция 5: $2CO + SO_2 \rightarrow 2CO_2 + S$
Реакция 6: $CO + CuO \rightarrow Cu + CO_2$
Реакция 7: $CO + I_2O_5 \rightarrow 5CO_2 + I_2$

Критерии оценивания:

- За написание уравнений реакций 1-3 – по 2 балла – 6 баллов
За верное расчет массовой доли едкого натра в исходном растворе – 6 баллов
За верное написание уравнений реакции 4-7 – по 2 балла – 8 баллов
Итого: 20 баллов.

Задание 2. Профессорская задача. (20 баллов)

Преподаватель по аналитической химии Злодейкин Людомир Сергеевич часто проводил контрольные работы для своих студентов в виде практикума по обнаружению катионов. Для новой контрольной работы Людомир Сергеевич приготовил 5 пробирок, в которых находились растворы ZnSO_4 , NH_4Cl , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, KOH , HCl , но где какой раствор был приготовлен, Людомир Сергеевич в силу своего почтенного возраста забыл.

1. Помогите Людомиру Сергеевичу распознать растворы в пробирках, используя **ТОЛЬКО** эти же вещества. Ваши ответы обоснуйте, приведя уравнения химических реакций обнаружения каждого из веществ в ионном и молекулярном виде.

2. **ОБЯЗАТЕЛЬНО** укажите признаки химических реакций при сливании растворов в ходе определения. Иначе ни Людомир Сергеевич, ни студенты не приступят к занятию!

Указание: решение удобно приводить в виде таблицы, в которой по вертикали и горизонтали расположены указанные вещества, а на пересечении соответствующих столбцов и строк отмечены эффекты химических реакций.

Ответ:

Все осадки в таблице белого цвета:

№ пробирки	1	2	3	4	5
Вещество	HCl	NaOH	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	NH_4Cl	ZnSO_4
HCl		-	↓ Раств. при нагревании	-	-
NaOH	-		↓ Раств. в избытке NaOH	↑	↓ Раств. в избытке NaOH
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	↓ Раств. при нагревании	↓ Раств. в избытке NaOH		↓ Раств. при нагревании	↓
NH_4Cl	-	↑	↓ Раств. при нагревании		-
ZnSO_4	-	↓ Раств. в избытке NaOH	↓	-	

Уравнения химических реакций:

1. $2\text{HCl} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbCl}_2(\text{малорастворимый}) + 2\text{HNO}_3$
 $2\text{Cl}^- + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbCl}_2$
2. $2\text{NaOH} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaNO}_3$
 $\text{OH}^- + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2$
3. $2\text{NaOH} + \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 $2\text{OH}^- + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$
4. $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH}_{\text{изб}} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$
 $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow [\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$
5. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3\uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
6. $\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaOH}_{\text{изб}} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
 $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$
7. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{PbCl}_2(\text{малорастворимый}) + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$
 $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2$
8. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4\downarrow + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
 $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4\downarrow$

Критерии оценивания:

За каждое верно определенное вещество в пробирке – по 2 балла (2×5) – 10 баллов;

За верное написание уравнений химических реакций (в молекулярном виде), лежащих в основе определения веществ – по 1 баллу ($0,5 \times 8$) – 4 балла;

За верное написание уравнений химических реакций (в ионном виде), лежащих в основе определения веществ – по 1 баллу ($0,5 \times 8$) – 4 балла;

За верное указание признаков протекания химических реакций (изменение цвета, образование/растворение осадка, выделение газа, появление запаха): – по 0,25 балла ($0,25 \times 8$) – 2 балла

Итого: 20 баллов.

Задание 3. Не пероксид!!! (20 баллов)

Х – бинарное соединение, тёмно-коричневый порошок, практически нерастворимый в воде, растворах разбавленных кислот и щелочей. В «старой» литературе очень часто к названию вещества **Х** приписывали приставку «пероксид», что в корне неверно, поскольку в структуре этого соединения отсутствуют пероксидные группы $-\text{O}-\text{O}-$. В ходе химического анализа установили, что **Х** содержит 86,61 мас. % элемента **У**. **Х** растворяется в кипящем концентрированном растворе каустической соды с образованием комплексного соединения ($\text{К.Ч.} = 6$) (реакция 1), взаимодействие **Х** с концентрированной соляной кислотой приводит к выделению газа с относительной плотностью по гелию 17,75 (реакция 2), а взаимодействие с горячей концентрированной серной кислотой сопровождается выделением

кислорода (реакция 3). Обладая сильными окислительными свойствами, **X** окисляет MnSO_4 в среде H_2SO_4 до марганцевой кислоты (реакция 4). В промышленности **X** получают обработкой азотной кислотой оксида **Z**, который содержит 90,69 мас. % **Y** (реакция 5). Само же соединение **Z** может быть получено при прокаливании мелкодисперсного монооксида **Y** в токе воздуха (реакция 6) или при распылении раскалённого металла в кислороде (реакция 7).

1. Определите формулы **X**, **Y**, **Z**. К какому классу химических соединений принадлежат **X** и **Z**? Определите степень окисления элемента **Y**, входящего в состав **X** и **Z**.

2. Напишите уравнения химических реакций 1-7.

Ответ:

1. Установим химическую формулу вещества **X**, предположив, что формула перекиси **X** – MxOy

МО. $x:y = 86,61/x : 13,39/16 = 86,61/x : 0,836 = 1:1 \rightarrow x = 103,6$ г/моль (оксида с таким составом нет)

МО₂. $x:y = 86,61/x : 13,39/16 = 86,61/x : 0,836 = 1:2 \rightarrow x = 207,2$ г/моль (**Y** – **Pb**, свинец, значит **X** – PbO_2)

Установим состав оксида **Z**, который содержит 90,89 мас. % **Pb**:

$x:y = 90,69/207 : 9,34/16 = 0,438:0,584 = 1:1,33 \rightarrow 3:4$ **Z** – Pb_3O_4

Pb^{+4}O_2 – амфотерный оксид

Pb_3O_4 – смешанный оксид свинца (II, IV) или плюмбат свинца

($\text{Pb}^{+2}_2\text{Pb}^{+4}\text{O}_4$). Можно отнести к классу оксидов или, исходя из второго способа написания, к соли.

2. $\text{PbO}_2 + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6]$ (К.Ч. = 6) (реакция 1)

$\text{PbO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (реакция 2) ($M(\text{Cl}_2) = 17,75 \cdot 4 = 71$ г/моль)

$4\text{PbO}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 4\text{PbHSO}_4 + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (реакция 3)

$2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{PbO}_2 \rightarrow 2\text{HMnO}_4 + 5\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (реакция 4)

$\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{PbO}_2 + 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (реакция 5)

$6\text{PbO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Pb}_3\text{O}_4$ (реакция 6)

$3\text{Pb} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{Pb}_3\text{O}_4$ (реакция 7)

Критерии оценивания:

За установление формулы вещества **X**, **Y**, **Z** – по 1 баллу – 3 балла

За определение степени окисления металла, входящего в состав **X** и **Z** – по 1 баллу – 2 балла

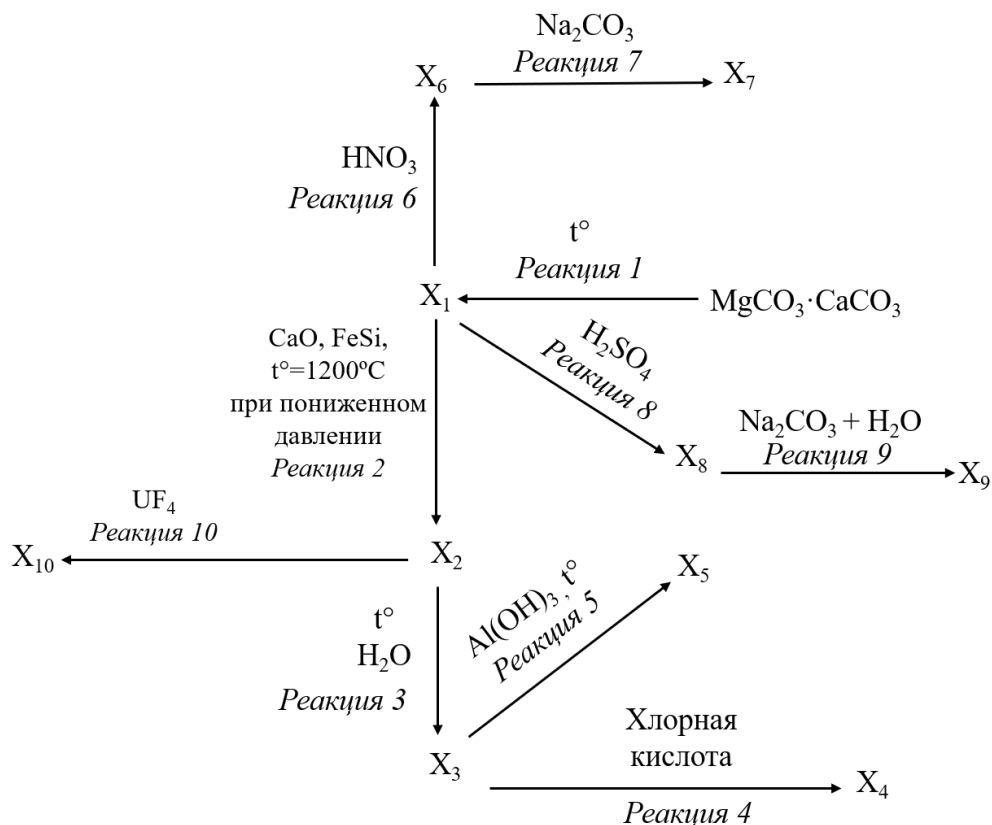
За указание класса хим. соединений, к которым принадлежат **X** и **Z** – по 0,5 балла – 1 балл

За написание уравнений реакций 1-7 – по 2 балла – 14 баллов

Итого: 20 баллов.

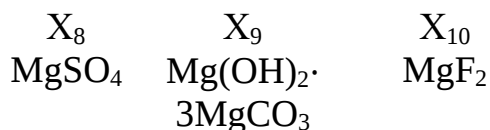
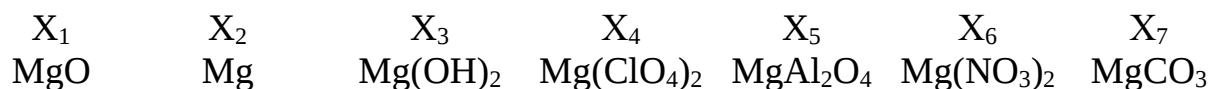
Задание 4. Соединения магния. (20 баллов)

Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей последовательности превращений, и определите вещества X_1 - X_{10} :



Известно, что во всех местах зашифрованы соединения магния, X_4 – средняя соль, X_5 – смешанный оксид; соотношение $n(\text{CO}_3^{2-}):n(\text{OH}^-)$ в X_9 равно 1,5.

Ответ:



- $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CaO} + 2\text{CO}_2$
- $2\text{MgO} + 2\text{CaO} + \text{FeSi} \rightarrow 2\text{Mg} + \text{Fe} + \text{Ca}_2\text{SiO}_4$
- $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 + \text{H}_2$
- $\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{HClO}_4 \rightarrow \text{Mg(ClO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{MgAl}_2\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
- $\text{MgO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Mg(NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MgCO}_3 + 2\text{NaNO}_3$
- $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $5\text{MgSO}_4 + 5\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 \cdot 3\text{MgCO}_3 + \text{Mg(HCO}_3)_2 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4$
 $n(\text{CO}_3^{2-}):n(\text{OH}^-) = 3/2 = 1,5$
- $\text{UF}_4 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{U} + 2\text{MgF}_2$

Критерии оценивания:

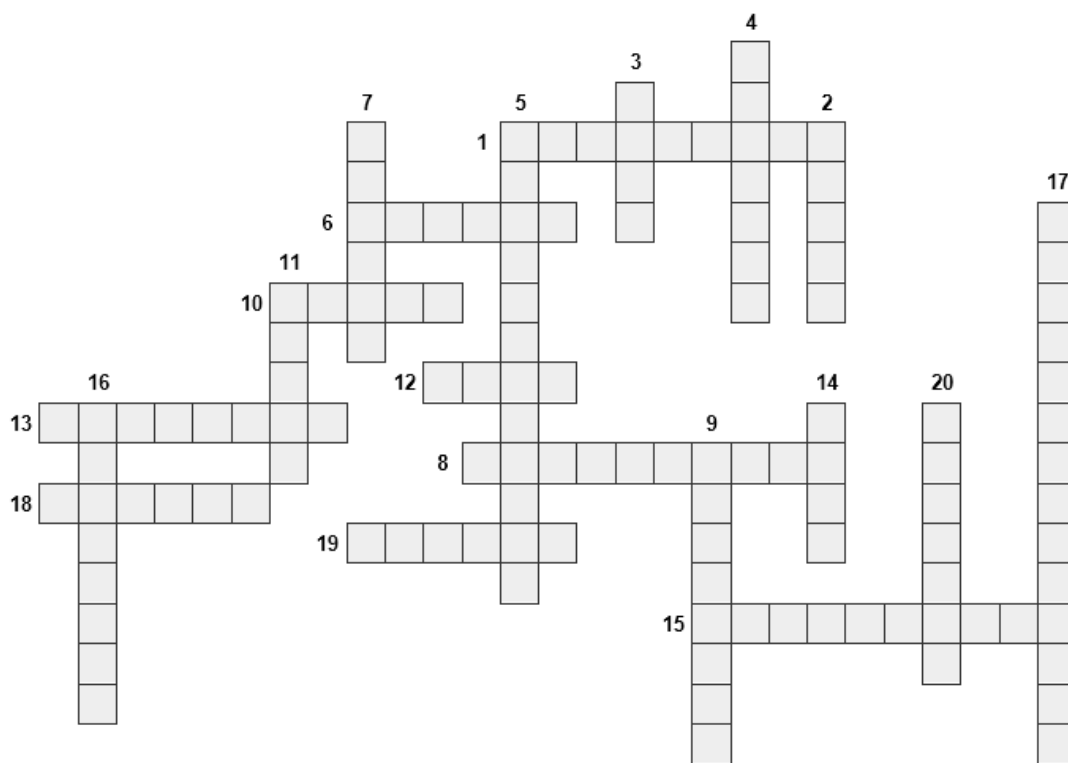
За установление веществ X_1 - X_{10} – по 1 баллу – 10 баллов

За верное написание уравнений реакций 1-10 – по 1 баллу – 10 баллов

Итого: 20 баллов

Задание 5. Химия «в клеточку». (20 баллов)

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Химическая посуда, в которой поддерживается определённая влажность воздуха (обычно близкая к нулю). Изготавливается из толстого стекла или (реже) пластика.

2. Металл, который при комнатной температуре находится в жидком состоянии.

3. Металл, который входит в состав жемчуга, белой краски и мазей для лечения кожных заболеваний.

4. Электронная конфигурация этого атома может записана как $[\text{Kr}] 4d^7 5s^1$

5. Наука, изучающая химические явления, происходящие при протекании электрического тока через вещества.

6. Один из семи металлов древности, известный с незапамятных времен. «Семь металлов создал свет по числу семи планет». Металл, который обозначал планету Сатурн.

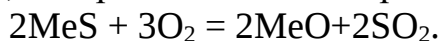
7. Химический элемент, образующий простое вещество, аллотропные модификации которого бывают белого, красного и чёрного цвета.

8. Метод количественного анализа в аналитической химии, основанный на измерении объёма раствора реактива точно известной концентрации, расходуемого для реакции с определяемым веществом.

9. Этот металл может быть получен путем электролиза раствора его оксида в расплавленном криолите.

10. Металл, который при низкой температуре боится «чумой».

11. Названия процесса, который описывается реакцией:



12. Главный компонент вдыхаемого воздуха, которым в чистом виде дышать нельзя.

13. Платиноид, по производству которого Россия занимает 1 место.

14. Металл, который входит в состав малахита и халькопирита.

15. Это свойство было обнаружено практически у всех элементов 18 группы Периодической таблицы — гелия, неона, аргона, ксенона, криптона, радона.

16. Число, обозначающее физическую величину, численно равную количеству атомов, молекул, ионов, или любых других частиц в 1 моле вещества.

17. Общее название группы из 17 элементов, сравнительно редко встречающихся в земной коре, и образующих тугоплавкие, практически не растворимые в воде оксиды.

18. Сырьё, используемое для получения алюминия.

19. Металл, который тает в ладонке.

20. Химический элемент, образующий простое вещество, аллотропные модификации которого, по шкале относительной твёрдости Мооса составляют 1 и 10.

Ответ:

1. эксикатор
2. ртуть
3. цинк
4. рутений
5. электрохимия
6. свинец
7. фосфор
8. титрование
9. алюминий
10. олово
11. обжиг
12. азот
13. палладий
14. медь
15. инертность
16. Авогадро
17. редкоземельные
18. боксит
19. галлий
20. углерод

Критерии оценивания:

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов

Периодическая система химических элементов



3.0-RU/EN-W

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008 +1 Водород Hydrogen																	2 He 4,0026 0 Гелий Helium
3 Li 6,94 +1 Литий Lithium	4 Be 9,0122 +2 Бериллий Beryllium																
5 Na 22,9898 +1 Натрий Sodium	6 Mg 24,305 +2 Магний Magnesium																
7 K 39,0983 +1 Калий Potassium	8 Ca 40,078 +2 Кальций Calcium	9 Sc 44,9558 +3 Скандий Scandium	10 Ti 47,867 +4 Титан Titanium	11 V 50,9415 +5 Ванадий Vanadium	12 Cr 51,9961 +3 Хром Chromium	13 Mn 54,938 +2 Марганец Manganese	14 Fe 55,845 +3 Железо Iron	15 Co 58,9332 +2 Кобальт Cobalt	16 Ni 58,6934 +2 Никель Nickel	17 Cu 63,546 +2 Медь Copper	18 Zn 65,38 +2 Цинк Zinc	19 Ga 69,723 +3 Галлий Gallium	20 Ge 72,63 +4 Германий Germanium	21 As 74,9216 +3 Мышьяк Arsenic	22 Se 78,971 +4 Селен Selenium	23 Br 79,904 -1 Бром Bromine	24 Kr 83,798 0 Криптон Krypton
19 Rb 85,4678 +1 Рубидий Rubidium	20 Sr 87,62 +2 Стронций Strontium	21 Y 88,9058 +3 Иттрий Yttrium	22 Zr 91,224 +4 Цирконий Zirconium	23 Nb 92,9064 +5 Ниобий Niobium	24 Mo 95,95 +6 Молибден Molybdenum	25 Tc 96,9064 +7 Технетий Technetium	26 Ru 101,07 +4 Рутений Ruthenium	27 Rh 102,9055 +3 Родий Rhodium	28 Pd 106,42 +2 Палладий Palladium	29 Ag 107,8682 +1 Серебро Silver	30 Cd 112,414 +2 Кадмий Cadmium	31 In 114,818 +3 Индий Indium	32 Sn 118,71 +4 Олово Tin	33 Sb 121,75 +3 Сурьма Antimony	34 Te 127,6 +4 Теллур Tellurium	35 I 126,9045 -1 Йод Iodine	36 Xe 131,293 0 Ксенон Xenon
37 Cs 132,9055 +1 Цезий Caesium	38 Ba 137,327 +2 Барий Barium	39 La 138,9055 +3 Лантан Lanthanum	40 Hf 178,465 +4 Гафний Hafnium	41 Ta 180,9479 +5 Тантал Tantalum	42 W 183,84 +6 Вольфрам Tungsten	43 Re 186,207 +7 Рений Rhenium	44 Os 190,23 +8 Осмий Osmium	45 Ir 192,217 +3 Иридий Iridium	46 Pt 195,084 +2 Платина Platinum	47 Au 196,9666 +3 Золото Gold	48 Hg 200,592 +2 Ртуть Mercury	49 Tl 204,383 +1 Таллий Thallium	50 Pb 207,2 +2 Свинец Lead	51 Bi 208,9804 +3 Висмут Bismuth	52 Po 209,9824 +4 Полоний Polonium	53 At [210] -1 Астат Astatine	54 Rn [222] 0 Радон Radon
55 Fr [223] +1 Франций Francium	56 Ra 226,0254 +2 Радий Radium	57 Ac 227,0278 +3 Актиний Actinium	58 Rf [261] +4 Резерфордий Rutherfordium	59 Db [268] +5 Дубний Dubnium	60 Sg [269] +6 Сиборгий Seaborgium	61 Bh [270] +7 Борий Bohrium	62 Hs [278] +8 Хассий Hassium	63 Mt [278] +9 Мейтнерий Meitnerium	64 Ds [281] +10 Дармштадтий Darmstadtium	65 Rg [282] +11 Рентгений Roentgenium	66 Cn [285] +12 Коперниций Copernicium	67 Nh [286] +13 Нихоний Nihonium	68 Fl [289] +14 Флеровий Flerovium	69 Mc [289] +15 Московский Moscovium	70 Lv [293] +16 Ливерморий Livermorium	71 Ts [294] +17 Теннесси Tennessee	72 Og [294] +18 Оганессон Oganesson

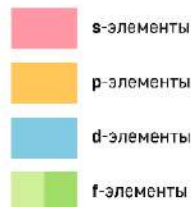
символ — **Po** — атомный номер — **84**

стандартная атомная масса — **208,9824** — устойчивая степень окисления — **+4**

название на русском — **Полоний** — относительный размер атома

на английском — **Polonium** — радиоактивный

полуметалл



58 Ce 140,116 +3 Церий Cerium	59 Pr 140,9077 +3 Празеодим Praseodymium	60 Nd 144,242 +3 Неодим Neodymium	61 Pm [145] +3 Прометий Promethium	62 Sm 150,36 +3 Самарий Samarium	63 Eu 151,964 +3 Европий Europium	64 Gd 157,25 +3 Гадолиний Gadolinium	65 Tb 158,9254 +3 Тербий Terbium	66 Dy 162,5 +3 Диспрозий Dysprosium	67 Ho 164,9303 +3 Гольмий Holmium	68 Er 167,259 +3 Эрбий Erbium	69 Tm 168,9342 +3 Тулий Thulium	70 Yb 173,045 +3 Иттербий Ytterbium	71 Lu 174,9668 +3 Лютеций Lutetium
90 Th 232,0377 +4 Торий Thorium	91 Pa 231,0359 +5 Протактиний Protactinium	92 U 238,0289 +6 Уран Uranium	93 Np 237,0482 +5 Нептуний Neptunium	94 Pu [244] +3 Плутоний Plutonium	95 Am [243] +3 Америций Americium	96 Cm [247] +3 Курций Curium	97 Bk [247] +3 Берклий Berkelium	98 Cf [251] +3 Калифорний Californium	99 Es [252] +3 Эйнштейний Einsteinium	100 Fm [257] +3 Фермий Fermium	101 Md [258] +3 Менделевий Mendelevium	102 No [259] +2 Нобелий Nobelium	103 Lr [260] +3 Лоуренсий Lawrencium

Приведённые в периодической системе данные актуальны по состоянию на 01.09.2023 года. Названия химических элементов указаны в соответствии с номенклатурой IUPAC (Международного союза теоретической и прикладной химии). Данные о стандартных атомных массах предоставлены Комиссией IUPAC по изотопному содержанию и атомным массам (CIAAW), Королевским химическим обществом (RSC), Американским физическим обществом и Объединённым институтом ядерных исследований (Россия). Визуализация атомных радиусов основана на информации Кембриджской базы структурных данных (CSD). Разработано на основе варианта дизайна ПСХЭ от научно-популярного проекта «Химия – просто». Дизайнер: Андрей Зверев (<http://vk.com/ansvart>).

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	—	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	M	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	—	—	—	H	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	—	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	—	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	—	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	—	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	—	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	—	P	P	P	P	P	—	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr ₂ O ₇ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O);

«M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

«H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды);

«—» – в водной среде разлагается

«?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
 ↓
 активность металлов уменьшается

Химия 9 класс. Вариант 2

Задание 1. Синтез-газ. (20 баллов)

Смесь водорода и монооксида углерода является важным сырьем в органическом синтезе. Данную смесь в массовом отношении $H_2:CO = 3:4$ сожгли в избытке кислорода, а полученные продукты пропустили через раствор едкого натра, взятый в стехиометрическом количестве, что привело к образованию 150 г раствора с массовой долей растворенного вещества 6 %. Известно, что полученный в ходе данной реакции продукт не вступает в реакцию с щелочами.

1. Рассчитайте массовую долю едкого натра в исходном растворе.
2. Напишите уравнения химических реакций монооксида углерода с оксидом свинца(II), пероксидом водорода, плавленой серой и водным раствором хлорида палладия (II).

Ответ:

1. Реакция 1: $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$
Реакция 2: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
Реакция 3: $2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$
 $m(Na_2CO_3) = m_{p-ра} \cdot \omega = 150 \cdot 0,06 = 9 \text{ г}$
 $n(Na_2CO_3) = m/M = 9/106 = 0,085 \text{ моль}$
 $n(CO_2) = n(CO) = n(Na_2CO_3) = 0,085 \text{ моль}$
 $n(NaOH) = 2n(Na_2CO_3) = 0,085 \text{ моль} \cdot 2 = 0,17 \text{ моль}$
 $m(NaOH) = n \cdot M = 0,17 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 6,8 \text{ г}$
 $m(CO_2) = n \cdot M = 0,085 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 3,74 \text{ г}$
 $m(CO) = n \cdot M = 0,085 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 2,38 \text{ г}$
По условию задачи $m(H_2): m(CO) = 3:4$
 $m(H_2): 2,38 = 3:4$
 $m(H_2) = 2,38 \cdot 3:4 = 1,785 \text{ г}$
 $n(H_2) = m/M = 1,785/2 = 0,893 \text{ моль}$
 $n(H_2) = n(H_2O)$
 $m(H_2O) = n \cdot M = 0,893 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 16,065 \text{ г}$
 $m(\text{исходного р-ра NaOH}) = m_{p-ра}(NaOH) - m(CO_2) - m(H_2O) = 150 - 3,74 - 16,065 = 130,195 \text{ г}$
 $\omega(NaOH) = m(NaOH)/(m(\text{исходного р-ра NaOH})) = 6,8/130,195 = 5,22 \%$
2. Реакция 4: $CO + PbO \rightarrow Pb + CO_2$
Реакция 5: $CO + H_2O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
Реакция 6: $CO + S \rightarrow COS$
Реакция 7: $PdCl_2 + CO + H_2O \rightarrow Pd + CO_2 + 2HCl$

Критерии оценивания:

- За написание уравнений реакций 1-3 – по 2 балла – 6 баллов
За верное расчет массовой доли едкого натра в исходном растворе – 6 баллов
За верное написание уравнений реакции 4-7 – по 2 балла – 8 баллов
Итого: 20 баллов

Задание 2. Профессорская задача. (20 баллов)

Преподаватель по аналитической химии Злодейкин Людомир Сергеевич решил провести контрольную работу для своих студентов в виде практикума по разделению катионов. Для проведения контрольной работы Людомир Сергеевич приготовил раствор, содержащий катионы Fe^{3+} , Pb^{2+} , Ba^{2+} , Al^{3+} , который он разлили всем студентам в химические стаканы. Студент Антон, получив заветный химический стакан с образцом, сперва испугался, но Людомир Сергеевич успокоил нашего друга, сказав, что разделять данные катионы надо будет **ТОЛЬКО** с использованием K_2SO_4 , KOH , KCl и HNO_3 , потому что Людомир Сергеевич, в силу своего почтенного возраста, забыл, где лежит ключ от шкафа с остальными реактивами.

1. Помогите Антону разделить находящиеся в растворе катионы. Приведите уравнения реакций обнаружения каждого катиона в ионном виде.

2. Опишите порядок добавления реагентов и порядок выделения катионов. **ОБЯЗАТЕЛЬНО** укажите признаки химических реакций при обнаружении каждого катиона.

Ответ:

1. Сперва необходимо провести отделение катиона Pb^{2+} действием KCl :

Реакция 1: $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2\downarrow$ образуется белый осадок.

Затем следует проверить полноту осаждения PbCl_2 . Для этого необходимо добавить избыток раствора KCl . Если осадок не образуется, значит Pb^{2+} полностью осел

Дадим некоторое время осадку PbCl_2 отстояться, декантируем, а затем используем надосадочный раствор для проведения отделения Ba^{2+} добавлением K_2SO_4 :

Реакция 2: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$ образуется белый осадок.

Затем следует проверить на полноту осаждения BaSO_4 . Для этого необходимо добавить избыток раствора K_2SO_4 . Если осадок не образуется, значит Ba^{2+} полностью осел.

Дадим некоторое время осадку BaSO_4 отстояться, декантируем, сольем надосадочный раствор и подействуем на него избытком раствора KOH :

Реакция 3: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$ образуется бурый осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$, а образующийся белый осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$ (**Реакция 4:** $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$), который растворится в избытке KOH (**Реакция 5:** $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{OH}^- \rightarrow [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ или $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$)

Дадим осадку $\text{Fe}(\text{OH})_3$ отстояться, декантируем, сольем надосадочный раствор и немного подкислим его разбавленным раствором HNO_3 :

Реакция 6: $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-} + 3\text{H}^+ \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ или $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

2. Порядок добавления реагентов: KCl , K_2SO_4 , KOH , HNO_3

Порядок выделения катионов: Pb^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{3+} и Al^{3+}

Критерии оценивания:

За каждый разделенный катион с указанием оценки полноты осаждения – по 2 балла (2×4) – 8 баллов

За верное написание уравнений реакций разделения катионов в ионном виде – по 1 баллу (1×6) – 6 баллов;

За верно указанный порядок добавления реагентов – 3 балла;

За верно указанный порядок выделения катионов – 3 балла.

Итого: 20 баллов.

Задание 3. Не пероксид!!! (20 баллов)

X – бинарное соединение, тёмно-коричневый порошок, нерастворимый в воде, содержащий 63,22 мас. % элемента **Y**. **X** – весьма активное соединение: окисляет концентрированную соляную кислоту до хлора (реакция 1), при сплавлении с CaO образует соль, которая имеет кубическую структуру перовскита ABO_3^* (реакция 2), а при действии порошкообразного алюминия на **X** образуется простое вещество элемента **Y** (реакция 3), в ходе данной реакции выделяется большое количество теплоты. При взаимодействии с сильными окислителями, например, KClO_3 в присутствии NaOH , **X** окисляется до соединения, в котором **Y** проявляет степень окисления +6 (реакция 4). В лабораторных условиях **X** может быть получен термическим разложением соли **Z**, содержащей 34,81 мас. % **Y**, 24,68 мас.% металла, ионы которого придают пламени фиолетовый цвет, и 40,51 мас. % кислорода (реакция 5). Известны и другие способы получения **X**, например, разложение оксида элемента **Y**, содержащего 50,45 мас. % кислорода. В данной реакции помимо **X** образуется еще два газа, а сама реакция может сопровождаться взрывом (реакция 6). Образуется **X** и при сгорании порошкообразного **Y** в кислороде (реакция 7)

1. Определите формулы **X**, **Y**, **Z**. К какому классу химических соединений принадлежат **X** и **Z**? Определите степени окисления металлов, входящих в состав **X** и **Z**.

2. Напишите уравнения химических реакций 1-7

** Перовскит - это любой материал с кристаллической структурой, следующей формуле ABO_3 , которая была впервые обнаружена как минерал под названием перовскит, состоящий из оксида кальция и титана (CaTiO_3)*

Ответ:

1. Установим химическую формулу вещества **X**, предположив, что формула **X** – MxOy

MO $63,22/x : 36,78/16 = 1:1$; $63,22/x : 2,298 = 1$; $63,22/x = 2,298$; $x = 27,5$

(под значение подходит алюминий, однако это не удовлетворяет условиям задачи)

MO_2 $x:y = 63,22/x : 36,78/16 = 1:2$; $63,22/x : 2,298 = 0,5$; $63,22/x = 1,149$; $x = 55,0 \rightarrow \text{Y} - \text{Mn}, \text{X} - \text{MnO}_2$

Установим состав соли Z, содержит 34,81 мас. % металла Y и 24,68 мас.% металла, ионы которого придают пламени фиолетовый цвет.
 $x:y:z = 24,68/39,1 : 34,81/54,9 : 40,51/16 = 0,63 : 0,63 : 2,53 = 1:1:4 \rightarrow Z - \text{KMnO}_4$

Mn^{+4}O_2 – амфотерный оксид

$\text{K}^{+1}\text{Mn}^{+7}\text{O}_4$ – калиевая соль марганцовой кислоты

2. $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (реакция 1)

$\text{MnO}_2 + \text{CaO} \rightarrow \text{CaMnO}_3$ (реакция 2)

$3\text{MnO}_2 + 4\text{Al} \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Mn}$ (реакция 3)

$2\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + 6\text{KOH} \rightarrow 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ (реакция 4)

$2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ (реакция 5)

$\text{Mn}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{O}_2 + \text{O}_3$ (реакция 6)

$\text{Mn} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MnO}_2$ (реакция 7)

Критерии оценивания:

За установление формулы вещества X, Y, Z – по 1 баллу – 3 балла

За определение степени окисления металлов, входящих в состав X и Z – по 1 баллу – 2 балла

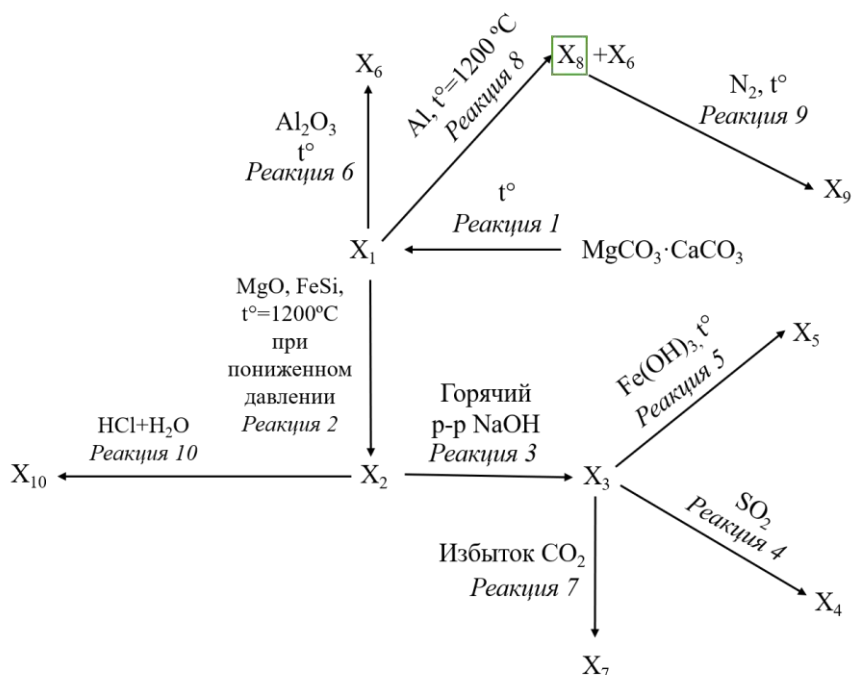
За указание класса хим. соединений, к которым принадлежат X и Z – по 0,5 балла – 1 балл

За написание уравнений реакций 1-7 – по 2 балла – 14 баллов

Итого: 20 баллов

Задание 4. Соединения кальция. (20 баллов)

Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей последовательности превращений, и определите вещества X_1 - X_{10} .



Известно, что везде зашифрованы соединения кальция, X_5 и X_6 – смешанные оксиды, X_8 – простое вещество, а массовая доля кальция в X_2 равна 46,51 масс. %.

Ответ:

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
CaO	Ca ₂ SiO ₄	Ca(OH) ₂	CaSO ₃	CaFe ₂ O ₄	Ca(AlO ₂) ₂	Ca(HCO ₃) ₂

X_8	X_9	X_{10}
Ca	Ca ₃ N ₂	CaCl ₂

- $MgCO_3 \cdot CaCO_3 \rightarrow MgO + CaO + 2CO_2$
- $2MgO + 2CaO + FeSi \rightarrow 2Mg + Fe + Ca_2SiO_4$
- $Ca_2SiO_4 + 4NaOH \rightarrow 2Ca(OH)_2 \downarrow + Na_4SiO_4$ (Na₂SiO₃)
- $Ca(OH)_2 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + H_2O$
- $Ca(OH)_2 + 2Fe(OH)_3 \rightarrow CaFe_2O_4 + 4H_2O$
- $CaO + Al_2O_3 \rightarrow Ca(AlO_2)_2$
- $Ca(OH)_2 + 2CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$
- $4CaO + 2Al \rightarrow 3Ca + CaAl_2O_4$
- $3Ca + N_2 \rightarrow Ca_3N_2$
- $Ca_2SiO_4 + 4HCl + (n-2)H_2O \rightarrow 2CaCl_2 + SiO_2 \cdot nH_2O \downarrow$ (или H₄SiO₄↓ или H₂SiO₃↓ + H₂O)

Критерии оценивания:

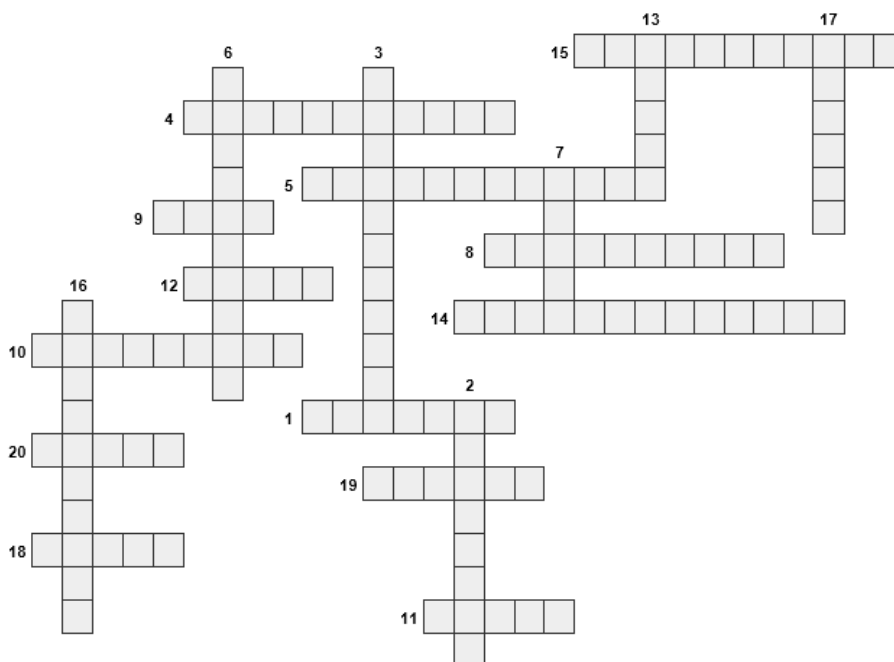
За установление веществ X_1 - X_{10} – по 1 баллу – 10 баллов

За верное написание уравнений реакций 1-10 – по 1 баллу – 10 баллов

Итого: 20 баллов

Задание 5. Химия «в клеточку». (20 баллов)

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Лабораторный сосуд для точного определения небольших объёмов газов и жидкостей, который представляет собой тонкую градуированную стеклянную трубку, открытую на одном конце и снабжённую запорным краном или зажимом на другом.

2. Самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой.

3. Химическое вещество, ускоряющее реакцию, но не расходующееся в процессе реакции.

4. Ученый химик Я. Х. Вант-Гофф установил зависимость скорости химической реакции от этого фактора.

5. Свойство вещества изменять форму под внешним воздействием и сохранять принятую форму после прекращения этого воздействия.

6. Название процесса извлечения металла путём вытеснения из раствора его соли другим металлом, имеющим более отрицательный стандартный потенциал.

7. Вязкая маслянистая бесцветная жидкость, являющаяся раствором серного ангидрида в 100%-й серной кислоте H_2SO_4 .

8. Раствор или расплав солей, проводящий электрический ток.

9. Принцип работы первой зажигалки «дёберейнеровская лампа» (1823 г.) основан на выделении водорода при взаимодействии металла с серной кислотой. О каком металле идет речь?

10. Шведский химик, который установил закон постоянных пропорций - элементы в неорганических веществах связаны вместе в определённых пропорциях по весу.

11. Металл, который при комнатной температуре имеет плотность в 2 раза меньше плотности воды.

12. Электронная конфигурация этого атома может записана как $[\text{Rn}] 7s^2$.

13. Один из семи металлов древности, известный с незапамятных времен. «Семь металлов создал свет по числу семи планет». Металл, который обозначал планету Меркурий.

14. Способ получения металлов (титан, ниобий, цирконий и др.) из их оксидов металлическим алюминием (изобретенный Н. Н. Бекетовым) и применяемый для сварки рельсов и деталей стального литья.

15. Сплав на основе алюминия, содержащий медь, магний, марганец и никель, используемый в авиа- и автомобилестроении.

16. Индикатор, применяемый в аналитической химии и меняющий свой цвет в зависимости от кислотности среды от красного (кислотная среда) до жёлтого (щелочная среда).

17. Металл входящий в состав «метеоритного железа».

18. Соли какого щелочного металла окрашивают пламя в фиолетовый цвет?

19. Ионы какого металла наиболее распространены в водах мирового океана.

20. Металл, который входит в состав бронзы.

Ответ:

1. бюретка
2. коррозия
3. катализатор
4. температура
5. пластичность
6. цементация
7. олеум
8. электролит
9. цинк
10. Берцелиус
11. литий
12. радий
13. ртуть
14. алюминотермия
15. дюралюминий
16. метилоранж
17. никель
18. калий
19. натрий
20. олово

Критерии оценивания:

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов

The image displays a periodic table of elements. A detailed callout for Polonium (Po) is shown, highlighting its properties:

- символ** (symbol): Po
- стандартная атомная масса** (standard atomic mass): 208,9824
- название на русском** (name in Russian): Полоний
- на английском** (name in English): Polonium
- полуметалл** (metalloid): Indicated by a red dot in the bottom right corner of the element's box.
- атомный номер** (atomic number): 84
- устойчивая степень окисления** (stable oxidation state): +4
- относительный размер атома** (relative atomic size): Indicated by a red dot in the bottom right corner of the element's box.
- радиоактивный** (radioactive): Indicated by a red dot in the bottom right corner of the element's box.

A QR code is located in the bottom left corner of the image, likely linking to the source of the periodic table.

Приведённые в периодической системе данные актуальны по состоянию на 01.09.2023 года. Названия химических элементов указаны в соответствии с номенклатурой IUPAC (Международного союза теоретической и прикладной химии). Данные о стандартных атомных массах предоставлены Комиссией IUPAC по изотопному содержанию и атомным массам (CIAAW), Королевским химическим обществом (RSC), Американским физическим обществом и Объединённым институтом ядерных исследований (Россия). Визуализация атомных радиусов основана на информации Кембриджской базы структурных данных (CSD). Разработано на основе варианта дизайна ПХЭ от научно-популярного проекта «Химия – просто». Дизайнер: Андрей Зверев (<http://vk.com/ansvart1>).

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	—	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	M	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	—	—	—	H	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	—	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	—	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	—	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	—	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	—	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	—	P	P	P	P	P	—	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr ₂ O ₇ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O);

«M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

«H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды);

«—» – в водной среде разлагается

«?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается →

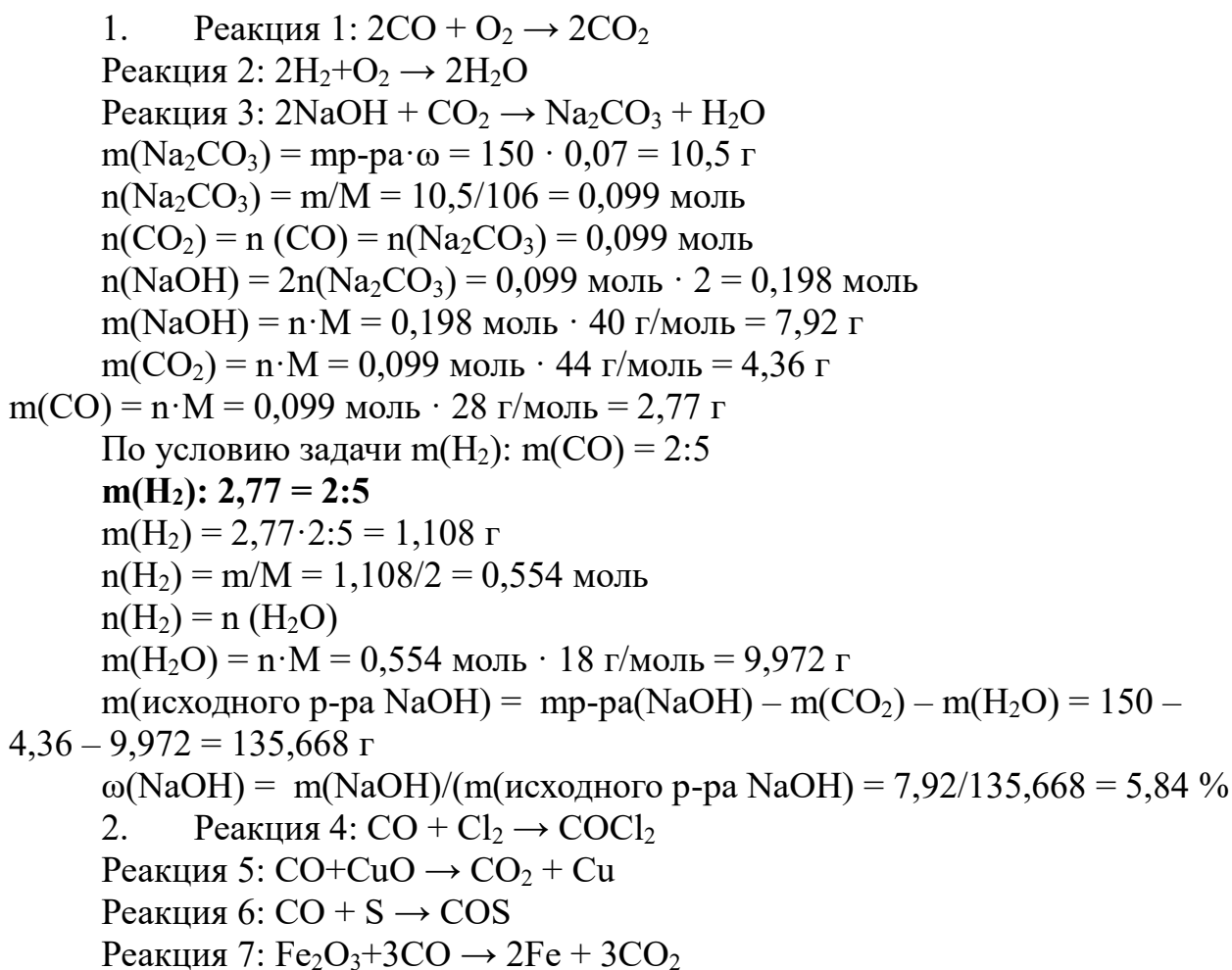
Химия 9 класс. Вариант 3

Задание 1. Синтез-газ. (20 баллов)

Смесь водорода и монооксида углерода является важным сырьем в органическом синтезе. Данную смесь в массовом отношении $H_2:CO = 2:5$ сожгли в избытке кислорода, а полученные продукты пропустили через раствор едкого натра, взятый в стехиометрическом количестве, что привело к образованию 150 г раствора с массовой долей растворенного вещества 7 %. Известно, что полученный в ходе данной реакции продукт не вступает в реакцию с щелочами.

1. Рассчитайте массовую долю едкого натра в исходном растворе.
2. Напишите уравнения химических реакций монооксида углерода с хлором (при 130 °С, $C_{акт}$), оксидом меди (II) (при нагревании), плавленной серой и оксидом железа (III).

Ответ:



Критерии оценивания:

За написание уравнений реакций 1-3 – по 2 балла – 6 баллов

За верное расчет массовой доли едкого натра в исходном растворе – 6 баллов
За верное написание уравнений реакции 4-7 – по 2 балла – 8 баллов
Итого: 20 баллов

Задание 2. Профессорская задача. (20 баллов)

Преподаватель аналитической химии Злодейкин Людомир Сергеевич решил провести контрольную работу для своих студентов в виде практикума по разделению катионов. Для проведения контрольной работы Людомир Сергеевич приготовил раствор, содержащий катионы Fe^{3+} , Pb^{2+} , Ba^{2+} , Al^{3+} , который он разлил всем студентам в химические стаканы. Студент Антон, получив заветный химический стакан с образцом, сперва испугался, но Людомир Сергеевич успокоил нашего друга, сказав, что разделять данные катионы надо будет **ТОЛЬКО** с использованием K_2SO_4 , KOH , KCl и HNO_3 , потому что Людомир Сергеевич в силу своего почтенного возраста забыл, где лежит ключ от шкафа с остальными реактивами.

1. Помогите Антону разделить находящиеся в растворе катионы. Приведите уравнения реакций обнаружения каждого катиона в ионном виде.

2. Опишите порядок добавления реагентов и порядок разделения катионов. **ОБЯЗАТЕЛЬНО** укажите признаки химических реакций при обнаружении каждого катиона.

Ответ:

1. Сперва необходимо провести отделение катиона Pb^{2+} действием KCl :
Реакция 1: $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2\downarrow$ образуется белый осадок.

Затем следует проверить полноту осаждения PbCl_2 . Для этого необходимо добавить избыток раствора KCl . Если осадок не образуется, значит Pb^{2+} полностью осел

Дадим некоторое время осадку PbCl_2 отстояться, декантируем, а затем используем надосадочный раствор для проведения отделения Ba^{2+} добавлением K_2SO_4 :

Реакция 2: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$ образуется белый осадок.

Затем следует проверить на полноту осаждения BaSO_4 . Для этого необходимо добавить избыток раствора K_2SO_4 . Если осадок не образуется, значит Ba^{2+} полностью осел.

Дадим некоторое время осадку BaSO_4 отстояться, декантируем, сольем надосадочный раствор и подействуем на него избытком раствора KOH :

Реакция 3: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$ образуется бурый осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$, а образующийся белый осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$ (**Реакция 4:** $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$), который растворится в избытке KOH (**Реакция 5:** $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{OH}^- \rightarrow [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ или $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$)

Дадим осадку $\text{Fe}(\text{OH})_3$ отстояться, декантируем, сольем надосадочный раствор и немного подкислим его разбавленным раствором HNO_3 :

Реакция 6: $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-} + 3\text{H}^+ \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ или $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

2. Порядок добавления реагентов: KCl , K_2SO_4 , KOH , HNO_3

Порядок выделения катионов: Pb^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{3+} и Al^{3+}

Критерии Оценивания:

За каждый разделенный катион с указанием оценки полноты осаждения – по 2 балла (2×4) – 8 баллов

За верное написание уравнений реакций разделения катионов в ионном виде – по 1 баллу (1×6) – 6 баллов;

За верно указанный порядок добавления реагентов – 3 балла;

За верно указанный порядок выделения катионов – 3 балла.

Итого: 20 баллов.

Задание 3. Не пероксид!!! (20 баллов)

Вещество **X** – бинарное соединение, тёмно-коричневый порошок, нерастворимый в воде. В ходе химического анализа установлено, что **X** содержит 63,22 мас. % элемента **Y**. **X** – весьма активное соединение: окисляет концентрированную соляную кислоту до хлора (реакция 1), при сплавлении с CaO образует соль, которая имеет кубическую структуру перовскита ABO_3^* (реакция 2), а при действии порошкообразного алюминия на **X** образуется простое вещество элемента **Y** (реакция 3), в ходе данной реакции выделяется большое количество теплоты. При взаимодействии с сильными окислителями, например, KClO_3 в присутствии NaOH , **X** окисляется до соединения, в котором **Y** проявляет степень окисления +6 (реакция 4). В лабораторных условиях **X** может быть получен термическим разложением соли **Z**, содержащей 34,81 мас. % **Y**, 24,68 мас. % металла, ионы которого придают пламени фиолетовый цвет, и 40,51 мас. % кислорода (реакция 5). Известны и другие способы получения **X**, например, разложение оксида элемента **Y**, содержащего 50,45 мас. % кислорода. В данной реакции помимо **X** образуется еще два газа, а сама реакция может сопровождаться взрывом (реакция 6). Образуется **X** и при сгорании порошкообразного **Y** в кислороде (реакция 7).

1. Определите формулы **X**, **Y**, **Z**. К какому классу химических соединений принадлежат **X** и **Z**? Определите степени окисления элементов, входящих в состав **X** и **Z**.

2. Напишите уравнения химических реакций 1-7

** Перовскит - это любой материал с кристаллической структурой, следующей формуле ABO_3 , которая была впервые обнаружена как минерал под названием перовскит, состоящий из оксида кальция и титана (CaTiO_3)*

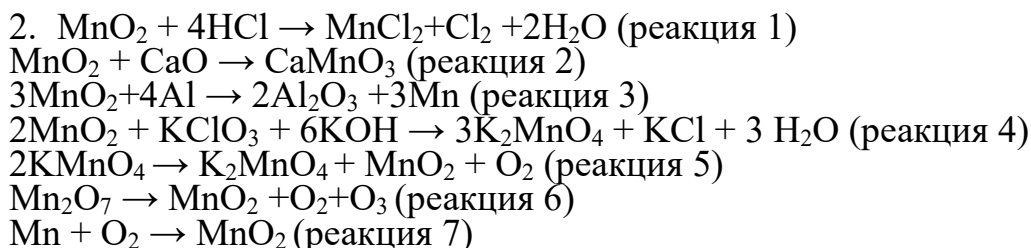
Ответ:

1. Установим химическую формулу вещества **X**, предположив, что формула **X** – MxOy

MO $63,22/x : 36,78/16 = 1:1$; $63,22/x : 2,298 = 1$; $63,22/x = 2,298$; $x = 27,5$
(под значение подходит алюминий, однако это не удовлетворяет условиям задачи)

MO_2 $x:y = 63,22/x : 36,78/16 = 1:2$; $63,22/x : 2,298 = 0,5$; $63,22/x = 1,149$;
 $x = 55,0 \rightarrow \text{Y} - \text{Mn}, \text{X} - \text{MnO}_2$

Установим состав соли Z , содержит 34,81 мас. % металла Y и 24,68 мас.% металла, ионы которого придают пламени фиолетовый цвет.
 $x:y:z = 24,68/39,1 : 34,81/54,9 : 40,51/16 = 0,63 : 0,63 : 2,53 = 1:1:4 \rightarrow Z - \text{KMnO}_4$
 Mn^{+4}O_2 – амфотерный оксид
 $\text{K}^{+1}\text{Mn}^{+7}\text{O}_4$ – калиевая соль марганцовой кислоты

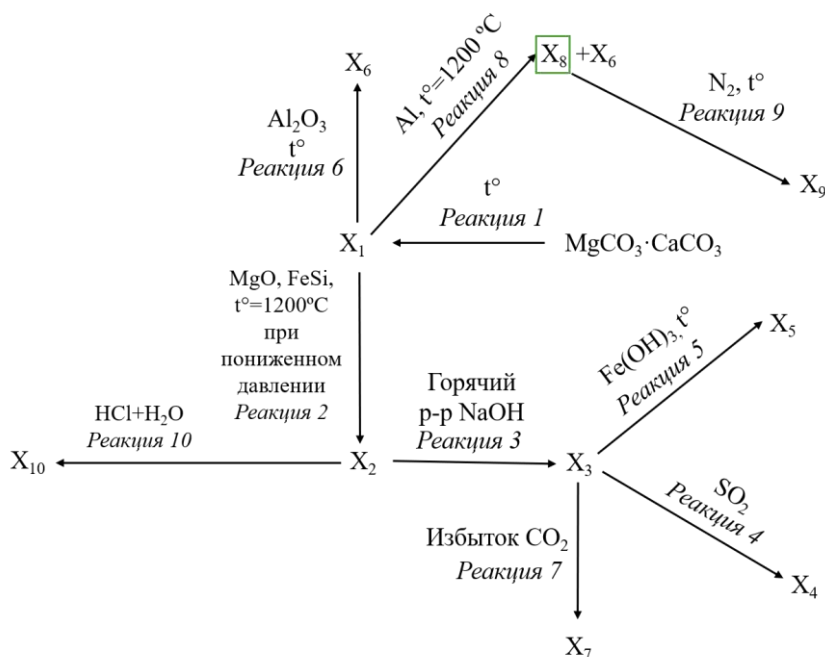


Критерии оценивания:

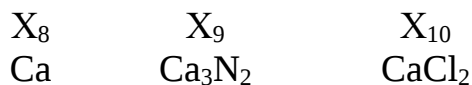
- За установление формулы вещества X , Y , Z – по 1 баллу – 3 балла
 - За определение степени окисления металлов, входящих в состав X и Z – по 1 баллу – 2 балла
 - За указание класса хим. соединений, к которым принадлежат X и Z – по 0,5 балла – 1 балл
 - За написание уравнений реакций 1-7 – по 2 балла – 14 баллов
- Итого: 20 баллов**

Задание 4. Соединения кальция. (20 баллов)

Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей последовательности превращений, и определите вещества X_1 - X_{10} .



Известно, что везде зашифрованы соединения кальция, X_5 и X_6 – смешанные оксиды, X_8 – простое вещество, а массовая доля кальция в X_2 равна 46,51 масс. %.

Ответ:

1. $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CaO} + 2\text{CO}_2$
2. $2\text{MgO} + 2\text{CaO} + \text{FeSi} \rightarrow 2\text{Mg} + \text{Fe} + \text{Ca}_2\text{SiO}_4$
3. $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 + 4\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Ca(OH)}_2\downarrow + \text{Na}_4\text{SiO}_4 (\text{Na}_2\text{SiO}_3)$
4. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
5. $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{Fe(OH)}_3 \rightarrow \text{CaFe}_2\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
6. $\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Ca(AlO}_2)_2$
7. $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$
8. $4\text{CaO} + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{Ca} + \text{CaAl}_2\text{O}_4$
9. $3\text{Ca} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2$
10. $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 + 4\text{HCl} + (\text{n}-2)\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CaCl}_2 + \text{SiO}_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}\downarrow$ (или $\text{H}_4\text{SiO}_4\downarrow$ или $\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$)

Критерии оценивания:

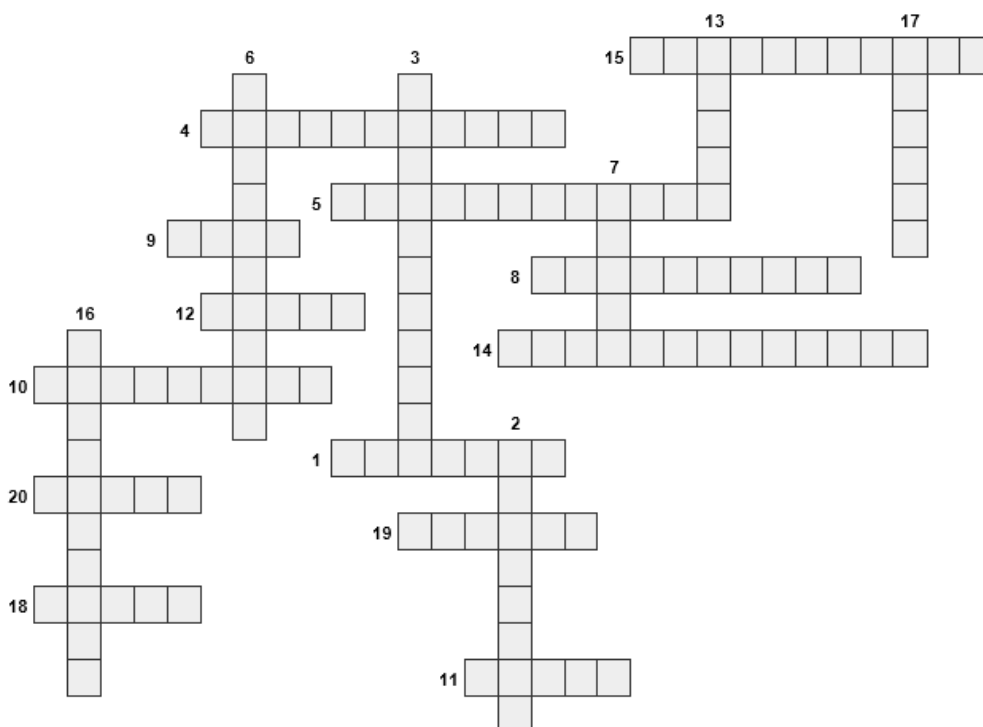
За установление веществ X₁-X₁₀ – по 1 баллу – 10 баллов

За верное написание уравнений реакций 1-10 – по 1 баллу – 10 баллов

Итого: 20 баллов

Задание 5. Химия «в клеточку». (20 баллов)

Используя подсказки, разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».



1. Лабораторный сосуд для точного определения небольших объёмов газов и жидкостей, который представляет собой тонкую градуированную стеклянную трубку, открытую на одном конце и снабжённую запорным краном или зажимом на другом.

2. Самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой.

3. Химическое вещество, ускоряющее реакцию, но не расходующееся в процессе реакции.

4. Ученый химик Я. Х. Вант-Гофф установил зависимость скорости химической реакции от этого фактора.

5. Свойство вещества изменять форму под внешним воздействием и сохранять принятую форму после прекращения этого воздействия.

6. Название процесса извлечения металла путём вытеснения из раствора его соли другим металлом, имеющим более отрицательный стандартный потенциал.

7. Вязкая маслянистая бесцветная жидкость, являющаяся раствором серного ангидрида в 100%-й серной кислоте H_2SO_4 .

8. Раствор или расплав солей, проводящий электрический ток.

9. Принцип работы первой зажигалки «дёберейнеровская лампа» (1823 г.) основан на выделении водорода при взаимодействии металла с серной кислотой. О каком металле идет речь?

10. Шведский химик, который установил закон постоянных пропорций - элементы в неорганических веществах связаны вместе в определённых пропорциях по весу.

11. Металл, который при комнатной температуре имеет плотность в 2 раза меньше плотности воды.

12. Электронная конфигурация этого атома может записана как $[\text{Rn}] 7s^2$.

13. Один из семи металлов древности, известный с незапамятных времен. «Семь металлов создал свет по числу семи планет». Металл, который обозначал планету Меркурий.

14. Способ получения металлов (титан, ниобий, цирконий и др.) из их оксидов металлическим алюминием (изобретенный Н. Н. Бекетовым) и применяемый для сварки рельсов и деталей стального литья.

15. Сплав на основе алюминия, содержащий медь, магний, марганец и никель, используемый в авиа- и автомобилестроении.

16. Индикатор, применяемый в аналитической химии и меняющий свой цвет в зависимости от кислотности среды от красного (кислотная среда) до жёлтого (щелочная среда).

17. Металл входящий в состав «метеоритного железа».

18. Соли какого щелочного металла окрашивают пламя в фиолетовый цвет?

19. Ионы какого металла наиболее распространены в водах мирового океана.

20. Металл, который входит в состав бронзы.

Ответ:

1. бюретка
2. коррозия
3. катализатор
4. температура
5. пластичность
6. цементация
7. олеум
8. электролит
9. цинк
10. Берцелиус
11. литий
12. радий
13. ртуть
14. алюминотермия
15. дюралюминий
16. метилоранж
17. никель
18. калий
19. натрий
20. олово

Критерии оценивания:

За каждое верно отгаданное слово – по 1 баллу – 20 баллов

Итого: 20 баллов

1

1 H 1,008 Водород Hydrogen	2 He 4,0026 Гелий Helium
3 Li 6,94 Литий Lithium	4 Be 9,0122 Бериллий Beryllium
11 Na 22,9898 Натрий Sodium	12 Mg 24,305 Магний Magnesium

2

19 K 39,0983 Калий Potassium	20 Ca 40,078 Кальций Calcium
37 Rb 85,4678 Рубидий Rubidium	38 Sr 87,62 Стронций Strontium
55 Cs 132,9055 Цезий Cesium	56 Ba 137,327 Барий Barium

3

21 Sc 44,9559 Скандий Scandium	22 Ti 47,887 Титан Titanium
39 Y 88,9058 Иттрий Yttrium	40 Zr 91,224 Цирконий Zirconium
57 La 138,9055 Лантан Lanthanum	58 Ce 140,116 Церий Cerium

4

23 V 50,9415 Ванадий Vanadium	24 Cr 51,9961 Хром Chromium
41 Nb 92,9064 Ниобий Niobium	42 Mo 95,95 Молибден Molybdenum
72 Hf 178,486 Гафний Hafnium	73 Ta 180,9479 Тантал Tantalum

5

25 Mn 54,938 Марганец Manganese	26 Fe 55,845 Железо Iron
43 Tc 98,9062 Технеций Technetium	44 Ru 101,07 Рутений Ruthenium
74 W 183,84 Вольфрам Tungsten	75 Re 186,207 Рений Rhenium

6

27 Co 58,9332 Кобальт Cobalt	28 Ni 58,6934 Никель Nickel
45 Rh 102,9055 Родий Rhodium	46 Pd 106,42 Палладий Palladium
76 Os 190,23 Осий Osmium	77 Ir 192,217 Иридий Iridium

7

29 Cu 63,546 Медь Copper	30 Zn 65,38 Цинк Zinc
47 Ag 107,8682 Серебро Silver	48 Cd 112,414 Кадмий Cadmium
78 Pt 195,084 Платина Platinum	79 Au 196,9666 Золото Gold

s-элементы
 p-элементы
 d-элементы
 f-элементы

символ

стандартная атомная масса

название на русском

на английском

полуметалл

Po **84**

208,9824

Полоний
Polonium

+4

радиоактивный

атомный номер

устойчивая степень окисления

относительный размер атома

8

29 Cu 63,546 Медь Copper	30 Zn 65,38 Цинк Zinc
47 Ag 107,8682 Серебро Silver	48 Cd 112,414 Кадмий Cadmium
78 Pt 195,084 Платина Platinum	79 Au 196,9666 Золото Gold

9

31 Ga 69,723 Галлий Gallium	32 Ge 72,63 Германий Germanium
49 In 114,818 Индий Indium	50 Sn 118,71 Олово Tin
81 Tl 204,383 Таллий Thallium	82 Pb 207,2 Свинец Lead

10

33 As 74,9216 Мышьяк Arsenic	34 Se 78,971 Селен Selenium
51 Sb 121,76 Сурьма Antimony	52 Te 127,6 Теллур Tellurium
83 Bi 208,9804 Висмут Bismuth	84 Po 208,9824 Полоний Polonium

Приведённые в периодической системе данные актуальны по состоянию на 01.09.2023 года. Названия химических элементов указаны в соответствии с номенклатурой IUPAC (Международного союза теоретической и прикладной химии). Данные о стандартных атомных массах предоставлены Комиссией IUPAC по изотопному содержанию и атомным массам (CIAAW), Королевским химическим обществом (RSC), Американским физическим обществом и Объединённым институтом ядерных исследований (Россия). Визуализация атомных радиусов основана на информации Кембриджской базы структурных данных (CSD). Разработано на основе варианта дизайна ПСХЭ от научно-популярного проекта «Химия – просто». Дизайнер: Андрей Заверев (<http://vk.com/ansvart>).

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	—	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	M	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	—	—	—	H	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	—	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	—	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	—	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	—	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	—	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	—	P	P	P	P	P	—	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr ₂ O ₇ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O);

«M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

«H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды);

«—» – в водной среде разлагается

«?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается →