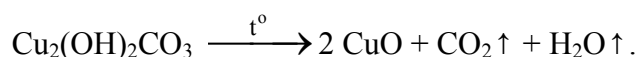
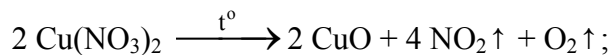
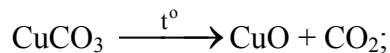
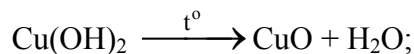
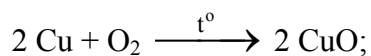


**Ответы на задания заключительного этапа
Межрегиональной химической олимпиады школьников имени
академика П.Д. Саркисова за 2014/15 учебный год**

1. Напишите пять уравнений различных химических реакций, с помощью которых в химической лаборатории можно получить оксид меди (II) с указанием условий их проведения.

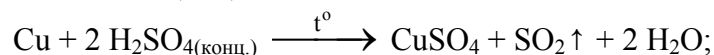
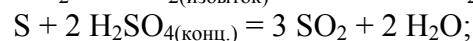
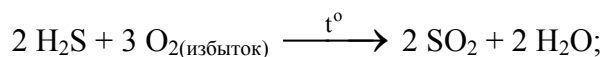
Ответ.



Возможны и другие реакции. Каждое уравнение реакции оценивалось максимально в 2 балла. Неправильные коэффициенты или их отсутствие – 1 балл.

2. Напишите пять уравнений различных химических реакций, с помощью которых в химической лаборатории можно получить оксид серы (IV) с указанием условий их проведения.

Ответ. $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{SO}_2;$

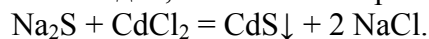


Возможны и другие реакции. Каждое уравнение реакции оценивалось максимально в 2 балла. Неправильные коэффициенты или их отсутствие – 1 балл.

3. В лаборатории в банках без этикеток имеются водные растворы сульфата и сульфида натрия. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах всех ионов. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

Ответ. Наличие в растворе сульфат ионов обнаруживается по образованию белого осадка при добавлении растворов солей бария: $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2 \text{KCl}.$

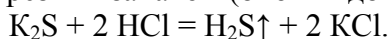
Сульфиды большинства металлов малорастворимы. При этом в различные цвета окрашены осадки **сульфидов**. Если ZnS – белого цвета, то CdS – ярко желтый, а CuS и HgS – черного цвета. Таким образом, если при добавлении к неизвестному раствору водного раствора хлорида кадмия образуется желтый осадок, значит в этом растворе сульфид натрия:



Сульфид бария растворим и в осадок не выпадает.

Сульфиды в водных растворах проявляют восстановительные свойства. Причем, при окислении сульфидов образуется, как правило, сера: $\text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{S} \downarrow + 2 \text{KOH}.$

При действии на раствор сульфида калия хлороводородной кислоты выделяется сероводород – бесцветный газ с характерным резким запахом (**очень ядовит!**):

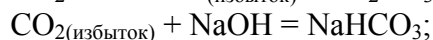
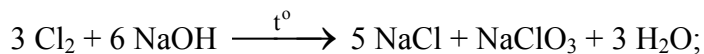


Эта реакция проводится **только под тягой**. Сульфат калия с HCl не взаимодействует.

Натрий обнаруживается по окраске пламени в желтый цвет. 10 баллов выставилось при условии обнаружения **всех ионов** и написания всех уравнений химических реакций.

4. В химической лаборатории имеются следующие вещества: Cl_2 , CO_2 и NaOH . Напишите **максимально возможное** число уравнений химических реакций, которые можно провести с использованием этих веществ и укажите условия их проведения.

Ответ: $\text{Cl}_2 + 2 \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$;



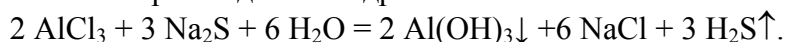
10 баллов выставлялось при условии написания всех четырех реакций с указанием условий их проведения. Отсутствие условий (избыток, t°) – минус 1 балл.

5. В водном растворе взаимодействием AlCl_3 с Na_2S не удастся получить сульфид алюминия. Объясните почему. Как получить сульфид алюминия? Напишите уравнения соответствующих химических реакций.

Ответ: В водном растворе сульфид алюминия полностью гидролизуется:



Поэтому реакция обмена сопровождается гидролизом:

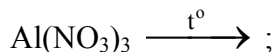
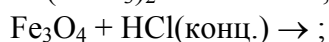
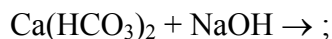


и в осадок выпадает гидроксид алюминия. Сульфид алюминия может быть получен прямым

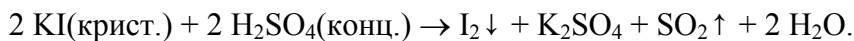
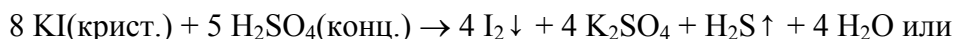
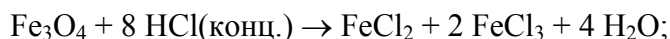
синтезом из элементов: $2 \text{Al} + 3 \text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{Al}_2\text{S}_3$.

10 баллов ставилось при условии написания трех реакций с указанием условий их проведения. Отсутствие условий – минус 1 балл. Отсутствие реакции гидролиза Al_2S_3 – минус 1 балл.

6. Напишите уравнения химических реакций:



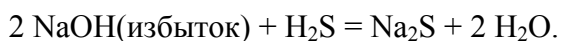
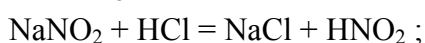
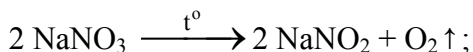
Ответ: $\text{Zn} + 2 \text{NaOH} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$;



10 баллов выставлялось за ответ, содержащий **все уравнения** химических реакций со стехиометрическими коэффициентами. Неправильные коэффициенты или их отсутствие – минус 1 балл за каждую реакцию.

7. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием условий их проведения: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \dots \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \dots \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$.

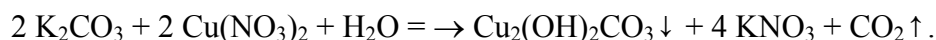
Ответ: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2 \text{NaNO}_3$;



10 баллов выставлялось за ответ, содержащий **все стадии** химических превращений и **все уравнения** химических реакций с указанием **условий** их проведения.

8. При сливании водных растворов карбоната калия и нитрата меди в осадок выпало неизвестное вещество. Установите формулу этого вещества, если после прокаливания его масса уменьшилась в 1,3875 раз, причем выделился газ и вода. Напишите уравнения соответствующих химических реакций.

Решение. При сливании водных растворов карбоната калия и нитрата меди образуется осадок основного карбоната меди $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ голубовато-зеленого цвета:



При прокаливании этого соединения происходит его разложение с образованием оксида меди (II) черного цвета: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2 \text{CuO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow.$

Молярная масса основного карбоната меди равна 222 г/моль, а оксида – 80г/моль. При прокаливании 1 моль основного карбоната образуется 2 моль оксида и масса вещества уменьшается в $222:160=1,3875$ раз.

Ответ: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. 10 баллов выставилось за правильный ответ и написание двух уравнений, каждое из которых оценивалось в 2 балла.

9. Неорганическое вещество содержит 6,33 мас.% водорода, 15,19 мас.% углерода, 17,72 мас.% азота и 60,76 мас.% кислорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как оно разлагается при нагревании? Напишите уравнение протекающей химической реакции.

Решение. $\text{H}_x\text{C}_y\text{N}_z\text{O}_w$; $X:Y:Z:W = 6,33/1 : 15,19/12 : 17,72/14 : 60,76/16 = 6,33:1,27:1,27:3,80 = 5:1:1:3$. Брутто-формула – H_5NCO_3 . Соединение NH_4HCO_3

Термическое разложение: $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Ответ: NH_4HCO_3 .

10 баллов выставилось, если правильно определены формула вещества и написано уравнение термического разложения гидрокарбоната аммония. Отсутствие уравнения реакции – минус 3 балла.

10. Смешали 212,4 мл 14 мас.% раствора хлорида кальция (плотность равна 1,12 г/мл) и 369 г 20 мас.% раствора фосфата натрия. Рассчитайте массу образовавшегося осадка и массовую долю солей в полученном растворе.

Решение.

Масса раствора CaCl_2 равна $212,4 \cdot 1,12 = 237,89$ г. Масса CaCl_2 равна $237,89 \cdot 0,14 = 33,3$ г или $33,3:111 = 0,3$ моль. Масса фосфата натрия равна $369 \cdot 0,2 = 73,8$ г или $73,8:164 = 0,45$ моль.

Уравнение протекающей реакции: $3 \text{CaCl}_2 + 2 \text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6 \text{NaCl}$.

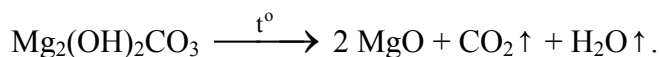
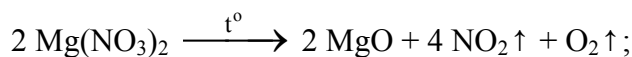
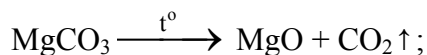
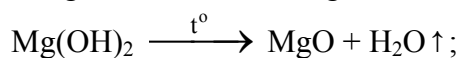
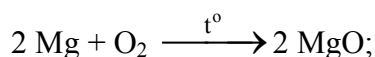
Для взаимодействия с 0,3 моль хлорида кальция потребуются 0,2 моль фосфата натрия, который взят в избытке. В результате реакции образуется 0,1 моль фосфата кальция ($310 \cdot 0,1 = 31,0$ г) и 0,6 моль хлорида натрия ($58,5 \cdot 0,6 = 35,1$ г). В растворе также остается 0,25 моль фосфата натрия ($164 \cdot 0,25 = 41,0$ г). Масса конечного раствора равна $237,89 + 369,0 - 31,0 = 575,89$ г. Массовые доли: фосфата натрия $41,0:575,89 = 0,0712$ или 7,12 %, хлорида натрия $35,1:575,89 = 0,0609$ или 6,09 %.

Ответ: 31,0 г $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, 7,12 % Na_3PO_4 , 6,09 % NaCl . 10 баллов выставилось, если в результате погрешностей расчета в ответе получались величины $31,0 \pm 0,1$ г $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $7,12 \pm 0,1$ % Na_3PO_4 , $6,09 \pm 0,1$ % NaCl . Оценка снижалась, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения.

Вариант № 9-5

1. Напишите пять уравнений различных химических реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить **оксид магния** с указанием условий их проведения.

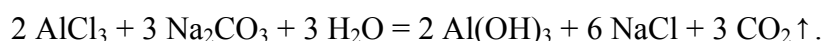
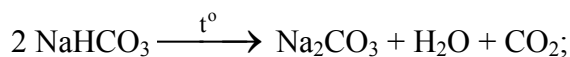
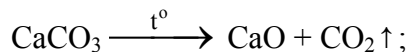
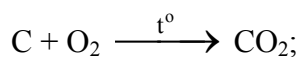
Ответ.



Возможны и другие химические реакции. Каждое уравнение реакции оценивалось максимально в 2 балла. Неправильные коэффициенты или их отсутствие – 1 балл.

2. Напишите **пять уравнений** различных химических реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить **оксид углерода (IV)** с указанием условий их проведения.

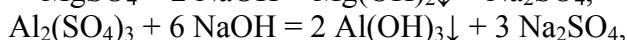
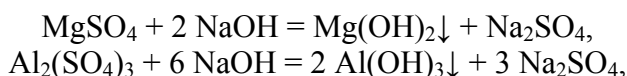
Ответ.



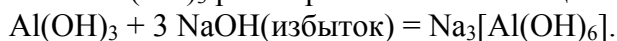
Каждое уравнение реакции оценивалось максимально в 2 балла. Неправильные коэффициенты или их отсутствие – 1 балл. Возможны и другие химические реакции. Но однотипные реакции, например, реакция $\text{MgCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{MgO} + \text{CO}_2 \uparrow$, - не учитывались.

3. В лаборатории в банках без этикеток имеются водные растворы сульфатов магния и алюминия. Предложите способы определения каждого вещества и присутствия в этих растворах **всех ионов**. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

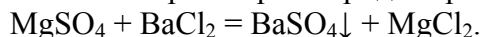
Ответ. При действии щелочи на водные растворы хлоридов металлов выпадают белые осадки оснований:



В отличие от гидроксида магния $\text{Al}(\text{OH})_3$ растворяется в избытке щелочи:



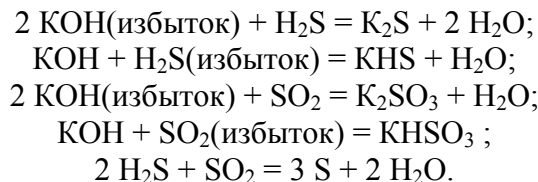
Сульфат-ионы определяются добавлением раствора хлорида бария.



Возможны и другие реакции идентификации ионов, при протекании которых в осадок выпадают малорастворимые соли магния и алюминия. 10 баллов выставлялось при условии обнаружения **всех ионов**. Причем оценка **снижалась**, если не отмечались амфотерные свойства гидроксида алюминия и не приводилось уравнение реакции его растворения в избытке раствора щелочи (- 2 балла). Эта реакция иллюстрирует **главное отличие** свойств соединений алюминия от соединений магния.

4. В химической лаборатории имеются следующие вещества: H_2S , KOH и SO_2 . Напишите **максимально возможное** число уравнений химических реакций, которые можно провести с использованием этих веществ и укажите условия их проведения.

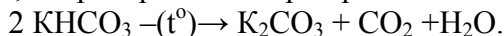
Ответ.



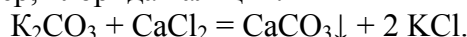
10 баллов выставлялось при условии написания всех пяти реакций с указанием условий их проведения. Отсутствие условий – минус 1 балл.

5. В двух пробирках без этикеток находятся **кристаллические** гидрокарбонат калия и его карбонат. С помощью каких реакций можно идентифицировать **каждое** из этих веществ? Напишите уравнения этих реакций.

Ответ. В отличие от карбоната, гидрокарбонат натрия разлагается при нагревании:



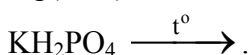
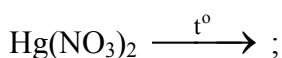
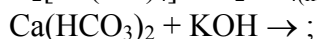
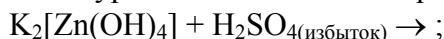
Карбонат-ионы идентифицируются в результате образования белого осадка при добавлении в водный раствор K_2CO_3 , например, хлорида кальция:



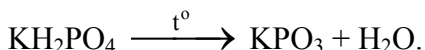
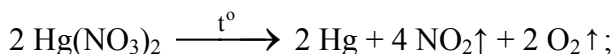
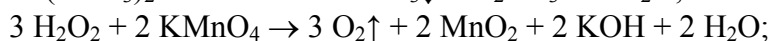
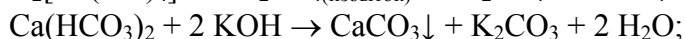
Присутствие калия в его солях определяется по фиолетовой окраске пламени ионами K^+ .

10 баллов выставлялось при условии обнаружения **всех ионов**. Оценка **снижалась**, если в работе **не приводилось** уравнение термического разложения **кристаллического** гидрокарбоната калия и не отмечено, что карбонат калия плавится без разложения, а также не указано, какие реакции протекают в твердой фазе, а какие – в растворе (минус 2 балла).

6. Напишите уравнения химических реакций:

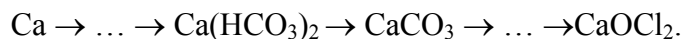


Ответ.

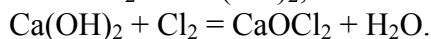
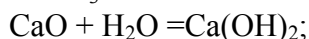
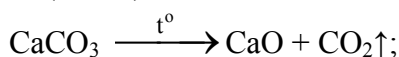
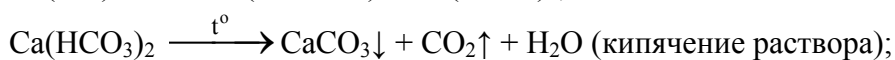
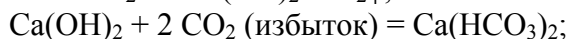
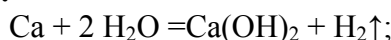


10 баллов выставлялось за ответ, содержащий **все уравнения** химических реакций со стехиометрическими коэффициентами. Неправильные коэффициенты или их отсутствие – минус 1 балл за каждую реакцию.

7. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения с указанием условий их проведения:



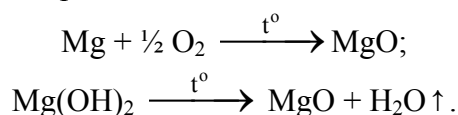
Ответ.



10 баллов выставлялось за ответ, содержащий **все стадии** химических превращений и **все уравнения** химических реакций с указанием **условий** их проведения.

8. В результате длительного прокаливании на воздухе смеси порошкообразных магния и его гидроксида масса этой смеси не изменилась. Рассчитайте массовую долю магния в исходной смеси.

Решение. Уравнения протекающих реакций:



Поскольку масса после прокаливании не изменилась, уменьшение массы за счет выделения воды во второй реакции компенсируется ее увеличением за счет образования оксида магния. Если в смеси содержится 1 моль магния, то за счет первой реакции масса смеси в результате ее прокаливании увеличится на 16 г. Чтобы масса смеси не изменилась, должно выделиться 16 г воды по реакции термического разложения $\text{Mg}(\text{OH})_2$. При разложении одного моля гидроксида магния выделяется 18 г воды. Количество вещества разложившегося гидроксида равно $16 \cdot 58 : 18 = 51,55$ г. Таким образом в исходной смеси содержится 24 г Mg и 51,55 г $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Массовая доля магния равна $24 : (24 + 51,55) = 0,318$ или 31,8 %.

Ответ. 31,8 % Mg. 10 баллов выставилось, если в результате погрешностей расчета в ответе получалась величина **31,8±0,5 % Mg**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения.

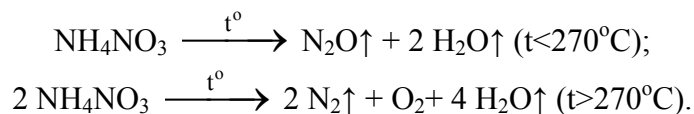
9. Неорганическое вещество содержит 5,0 мас.% водорода, 35,0 мас.% азота и 60,0 мас.% кислорода. Определите химическую формулу этого вещества. Как в зависимости от условий оно разлагается при нагревании? Напишите уравнения протекающих при этом химических реакций.

Решение.

Отношение числа атомов в молекуле равно:

$$\text{H:N:O} = 5,0 : 35,0 / 14 : 60,0 / 16 = 5,0 : 2,5 : 3,75 = 4 : 2 : 3.$$

Искомое вещество – нитрат аммония NH_4NO_3 . Термическое разложение этой соли:



Ответ: NH_4NO_3

10 баллов выставилось, если правильно найдена химическая формула и написаны оба уравнения реакций термического разложения. Отсутствие уравнений химических реакций – минус 4 балла. Неправильные коэффициенты или их отсутствие – минус 1 балл для каждой реакции.

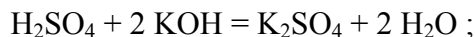
10. В 200 мл воды растворили 50 г серного ангидрида. Рассчитайте массовую долю вещества в полученном растворе. Сколько граммов едкого кали потребуется для полной нейтрализации этого раствора? Определите массу соли, оказавшейся в осадке, если её насыщенный раствор содержит 10,0 мас.% вещества.

Решение. Уравнение реакции:



Серного ангидрида $50 : 80 = 0,625$ моль. Столько же кислоты, т.е. $98 \cdot 0,625 = 61,25$ г. Массовая доля кислоты равна $61,25 : (200 + 50) = 0,245$ или 24,5 %.

Реакция нейтрализации:



Для нейтрализации потребуется $2 \cdot 0,625 = 1,25$ моль KOH или $1,25 \cdot 56 = 70,0$ г KOH.

В результате реакции образуется 0,625 моль сульфата калия, т.е. $0,625 \cdot 174 = 108,75$ г. После нейтрализации получается насыщенный раствор K_2SO_4 и осадок. Масса смеси равна $200 + 50 + 70 = 320$ г. Воды в растворе $320 - 108,75 = 211,25$ г. Вода в насыщенном растворе составляет 90%, а сульфат калия – 10%. Масса конечного раствора равна $211,25 + 108,75 = 320,0$ г. Сульфата калия в этом растворе окажется $320 \cdot 0,1 = 32,0$ г. В осадок выпадет $108,75 - 32,0 = 76,75$ г.

Ответ: 24,5% кислоты; 70,0 г KOH; в осадке 76,75 г сульфата.

10 баллов выставилось, если в результате погрешностей расчета в ответе получались величины **24,5±0,5 % кислоты, 70,0±0,5 г KOH, 76,75±0,5 г сульфата**. Оценка **снижалась**, если наблюдалось большее расхождение конечного результата при правильном ходе решения.