

9 класс

Все задачи по 20 баллов

Задача 1. Непривычные молекулы.

Вариант 1. Элемент **X** образует с кислородом несколько бинарных соединений, наиболее известными являются **A** (массовая доля элемента X, $\omega_X = 50,0\%$) и **B** ($\omega_X = 40,0\%$). Однако, существуют и другие бинарные соединения элемента X с кислородом, например, **C** ($\omega_X = 33,3\%$) и **D** ($\omega_X = 94,12\%$). Установите состав веществ **A**, **B**, **C** и **D**, нарисуйте их структурные формулы. Опишите химические свойства этих бинарных соединений. Какие еще бинарные соединения элемента X с кислородом Вам известны?

РЕШЕНИЕ

A – SO_2 , B – SO_3 , C – SO_4 , D – S_8O . SO или S_2O , так же принимаются любые другие бинарные соединения серы

По 1 баллу за молекулярные формулы A-D (но не более 3 баллов!)

По 2 балла за структурные формулы A-D (макс 8 баллов)

По 2 балла за реакции A-D (макс 8 баллов) (достаточно по 1 реакции для каждого вещества)

1 балл за любое другое бинарное соединение.

ИТОГО: 20 баллов

Вариант 2. Элемент **X** образует с кислородом несколько бинарных соединений, наиболее известными являются **A** (массовая доля элемента X, $\omega_X = 46,67\%$) и **B** ($\omega_X = 30,43\%$). Однако, существуют и другие бинарные соединения элемента X с кислородом, например, **C** ($\omega_X = 22,58\%$) и **D** ($\omega_X = 77,78\%$). Установите состав веществ **A**, **B**, **C** и **D**, нарисуйте их структурные формулы. Опишите химические свойства этих бинарных соединений. Какие еще бинарные соединения элемента X с кислородом Вам известны?

РЕШЕНИЕ

A – NO , B – NO_2 , C – NO_3 , D – N_4O (NO^+N_3^-). N_2O , так же принимаются любые другие бинарные соединения азота.

По 1 баллу за молекулярные формулы A-D (но не более 3 баллов!)

По 2 балла за структурные формулы A-D (макс 8 баллов)

По 2 балла за реакции A-D (макс 8 баллов) (достаточно по 1 реакции для каждого вещества)

1 балл за любое другое бинарное соединение.

ИТОГО: 20 баллов

Вариант 3. Элемент **X** образует с кислородом несколько бинарных соединений, наиболее известными являются **A** (массовая доля элемента X, $\omega_X = 42,86\%$) и **B** ($\omega_X = 27,27\%$). Однако, существуют и другие бинарные соединения элемента X с кислородом, например, **C** ($\omega_X = 20,0\%$) и **D** ($\omega_X = 52,94\%$). Установите состав веществ **A**, **B**, **C** и **D**, нарисуйте их

структурные формулы. Опишите химические свойства этих бинарных соединений. Какие еще бинарные соединения элемента X с кислородом Вам известны?

РЕШЕНИЕ

A – CO, B – CO₂, C – CO₃, D – C₃O₂ C₁₂O₉, так же принимаются любые другие бинарные соединения углерода

По 1 баллу за молекулярные формулы A-D (но не более 3 баллов!)

По 2 балла за структурные формулы A-D (макс 8 баллов)

По 2 балла за реакции A-D (макс 8 баллов) (достаточно по 1 реакции для каждого вещества)

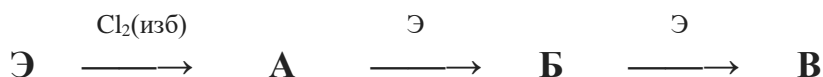
1 балл за любое другое бинарное соединение.

ИТОГО: 20 баллов

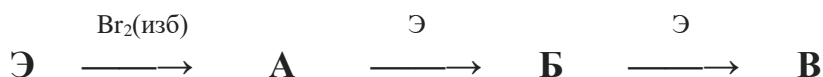
Задача 2. Реакции элемента Э.

Реакции некоторого простого вещества Э показаны на схеме. Предложите два простых вещества, удовлетворяющих указанной схеме, а также напишите формулы соответствующих им соединений А, Б, В. Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения. Что произойдет, если А растворить а) в воде; б) в водном растворе щелочи; в) в кислоте? Напишите уравнения возможных реакций.

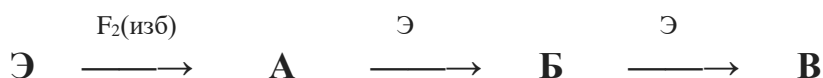
Вариант 1.



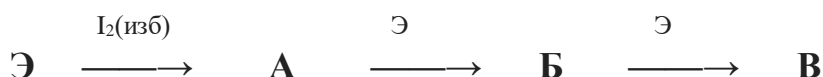
Вариант 2.



Вариант 3.



Вариант 4.



РЕШЕНИЕ

Например, Э – галлий, для варианта 1: А – GaCl₃ (Ga₂Cl₆); Б – Ga₂Cl₄ (Ga[GaCl₄]); В – GaCl.

По 1 баллу за каждый предложенный элемент (макс 2 балла)

По 1 баллу за формулы А – В для двух элементов (макс 6 баллов)

По 1 балла за реакции в цепочке, всего 6 реакций для 2 разных элементов (макс 6 баллов)

По 1 баллу за реакции А с водой, щелочью и кислотой (макс 6 баллов)

Задача 3. «Нано»

Вариант 1.

Как известно, нанотехнологии являются одним из наиболее быстро развивающихся направлений науки и техники. При этом все большее внимание уделяется синтезу и исследованию сферических биметаллических “core-shell” наночастиц, т.е., наночастиц, у которых внутреннее ядро состоит из атомов одного, а внешняя оболочка – из атомов другого металла.

А) Что такое наночастица?

Б) Оцените размер сферической наночастицы, ядро которой состоит из 80 атомов золота, а оболочка – из 100 атомов серебра. Плотность серебра примите равной 10500 кг/м^3 , а плотность золота – 19320 кг/м^3 .

В) Предложите способ синтеза суспензии, содержащей такие наночастицы, с использованием в качестве исходных веществ тетрахлороаурата натрия, ляписа, формиата натрия, воды.

Для справки: объем шара связан с радиусом согласно соотношению: $V = 4/3\pi r^3$

РЕШЕНИЕ

1. Наночастица – объект, размеры которого во всех трех измерениях составляют не более 100 нм. Однако в нанотехнологии используется другое определение – наночастица – объект диаметром до нескольких сотен нанометров, малый размер которых также играет значительную роль в их свойствах и применении (**4 балла**)

2. Определим вначале объем ядра. $V_{\text{ядро}} = m/\rho = 80 \cdot 197 \cdot 1.66 \cdot 10^{-24} / 19,32 = 1,354 \cdot 10^{-21} \text{ см}^3$
 $r = (3V/4\pi)^{1/3} = 6,86 \cdot 10^{-8} \text{ см} = 0,686 \text{ нм}$ (**4 балла**)

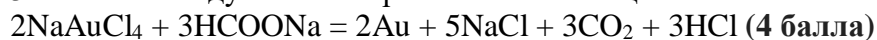
3. Определим объем оболочки. $V_{\text{об}} = m/\rho = 100 \cdot 108 \cdot 1.66 \cdot 10^{-24} / 10,50 = 1,707 \cdot 10^{-21} \text{ см}^3$

Для внешней оболочки справедливо соотношение:

$$V = 4/3\pi(r_2^3 - r_1^3)$$

Отсюда $r_2 = (3(V_{\text{ядро}} + V_{\text{об}})/4\pi)^{1/3} = 9,035 \cdot 10^{-8} \text{ см} = 0,904 \text{ нм}$ (**4 балла**)

3. Вначале следует синтезировать наночастицы золота:



Вторым этапом будет синтез серебра:



Вариант 2.

Как известно, нанотехнологии являются одним из наиболее быстро развивающихся направлений науки и техники. При этом все большее внимание уделяется синтезу и исследованию сферических биметаллических “core-shell” наночастиц, т.е., наночастиц, у которых внутреннее ядро состоит из атомов одного, а внешняя оболочка – из атомов другого металла.

А) Что такое наночастица?

Б) Оцените размер сферической наночастицы, ядро которой состоит из 120 атомов серебра, а оболочка – из 300 атомов меди. Плотность серебра примите равной 10500 кг/м^3 , а плотность меди – 8920 кг/м^3 .

В) Предложите способ синтеза суспензии, содержащей такие наночастицы, с использованием в качестве исходных веществ азурита, ляписа, формиата натрия, воды, серной кислоты.

Для справки: объем шара связан с радиусом согласно соотношению: $V = 4/3\pi r^3$

РЕШЕНИЕ

1. Наночастица – объект, размеры которого во всех трех измерениях составляют не более 100 нм. Однако в нанотехнологии используется другое определение – наночастица – объект диаметром до нескольких сотен нанометров, малый размер которых также играет значительную роль в их свойствах и применении **(4 баллов)**

2. Определим вначале объем ядра. $V_{\text{ядра}} = m/\rho = 120 \cdot 108 \cdot 1.66 \cdot 10^{-24} / 10,50 = 2,049 \cdot 10^{-21} \text{ см}^3$

$r = (3V/4\pi)^{1/3} = 7,88 \cdot 10^{-8} \text{ см} = 0,788 \text{ нм}$ **(4 баллов)**

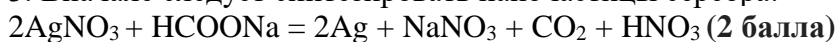
3. Определим объем оболочки. $V_{\text{об}} = m/\rho = 300 \cdot 63,5 \cdot 1.66 \cdot 10^{-24} / 8,92 = 3,545 \cdot 10^{-21} \text{ см}^3$

Для внешней оболочки справедливо соотношение:

$$V = 4/3\pi(r_2^3 - r_1^3)$$

Отсюда $r_2 = (3(V_{\text{ядра}} + V_{\text{об}})/4\pi)^{1/3} = 1,10 \cdot 10^{-7} \text{ см} = 1,10 \text{ нм}$ **(4 баллов)**

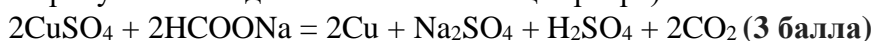
3. Вначале следует синтезировать наночастицы серебра:



Азурит следует растворить в кислоте:



Последний этап – восстановление меди формиатом натрия при нагревании (реакция идет в присутствии подложки – наночастиц серебра):



Вариант 3.

Среди многочисленных типов наноматериалов одним из важнейших являются так называемые *квантовые точки* – фрагменты проводника или полупроводника с размером, близким к длине волны электрона. К таковым относятся, например, нанокристаллы селенида кадмия. Для их приготовления в инертной атмосфере к водному раствору хлорида кадмия добавляют водный раствор селенита натрия и раствор органического соединения (например, меркаптоэтанола) для предотвращения агрегации частиц.

Для полученных наночастиц положение максимума поглощения в электронных спектрах зависит от размера частиц. Увеличение диаметра частиц при нагревании сопровождается следующим сдвигом полосы поглощения:

t, °C	10	22	30	40	50	60	70
λ , нм	420	421	421	425	433	440	448
d, нм	2.78	2.78	2.78	2.83	2.90	?	3.03

1) Напишите уравнение реакции, лежащей в основе синтеза селенида кадмия;

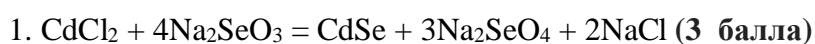
2) Для чего требуется проводить синтез в инертной атмосфере? По возможности проиллюстрируйте ответ уравнением реакции.

3) Оцените диаметр наночастиц при 60 °C;

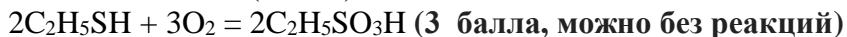
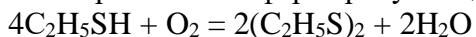
4) Как известно, в растворе происходит адсорбция молекул тиола к поверхности наночастиц. Какая доля сорбированных при комнатной температуре молекул будет переходить в раствор при нагревании до 70 °C?

Для справки: площадь сферы может быть рассчитана по уравнению $S = 4\pi r^2$, объем шара связан с радиусом согласно соотношению: $V = 4/3\pi r^3$

Решение



2. Инертная атмосфера требуется для предотвращения окисления меркаптоэтанола:



3. Из приведенной таблицы следует, что на данном участке зависимость между температурой синтеза, диаметром наночастицы и положением максимума поглощения линейна. Тогда при 60 °С диаметр составляет 2.97 нм (3 балла)

4. Пусть при комнатной температуре синтезировали 100 наночастиц. Их суммарный объем составит $100 \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot 1.39^3 = 1,125 \cdot 10^3 \text{ нм}^3$ (2 балла)

Площадь поверхности $S = 100 \cdot 4\pi \cdot 1.39^2 = 2,428 \cdot 10^3 \text{ нм}^2$ (2 балла)

При 70 °С данный объем соответствует $N = 1.125 \cdot 10^3 / (\frac{4}{3}\pi \cdot 1.5015^3) = 79.3$ частицы (2 балла)

Их суммарная площадь составит $S = 79.3 \cdot 4\pi \cdot 1.5015^2 = 2,247 \cdot 10^3 \text{ нм}^2$ (3 балла). Следовательно, количество сорбированного тиола уменьшится в 1,09 раза (2 балла)

Вариант 4.

Среди многочисленных типов наноматериалов одним из важнейших являются так называемые *квантовые точки* – фрагменты проводника или полупроводника с размером, близким к длине волны электрона. К таковым относятся, например, нанокристаллы теллурида кадмия. Для их приготовления в инертной атмосфере к водному раствору хлорида кадмия добавляют водный раствор теллурита натрия и раствор органического соединения (например, меркаптоэтанола) для предотвращения агрегации частиц.

Для полученных наночастиц положение максимума поглощения в электронных спектрах зависит от размера частиц. Увеличение диаметра частиц при нагревании сопровождается следующим сдвигом полосы поглощения:

t, °С	10	22	30	40	50	60	70
λ, нм	420	421	421	425	433	440	448
d, нм	3.09	3.09	3.11	3.25	3.40	?	3.67

1) Напишите уравнение реакции, лежащей в основе синтеза теллурида кадмия;

2) Для чего требуется проводить синтез в инертной атмосфере? По возможности проиллюстрируйте ответ уравнением реакции.

3) Оцените диаметр наночастиц при 60 °С;

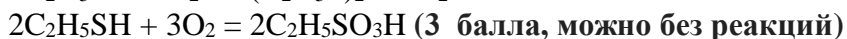
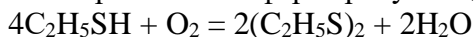
4) Как известно, в растворе происходит адсорбция молекул тиола к поверхности наночастиц. Какая доля сорбированных при комнатной температуре молекул будет переходить в раствор при нагревании до 70 °С?

Для справки: площадь сферы может быть рассчитана по уравнению $S = 4\pi r^2$, объем шара связан с радиусом согласно соотношению: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

РЕШЕНИЕ

1. $\text{CdCl}_2 + 4\text{Na}_2\text{TeO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CdTe} + 3\text{Na}_2\text{H}_4\text{TeO}_6 + 2\text{NaCl}$ (3 балла, зачитывать и с Na_2TeO_4)

2. Инертная атмосфера требуется для предотвращения окисления меркаптоэтанола:



3. Из приведенной таблицы следует, что на данном участке зависимость между температурой синтеза, диаметром наночастицы и положением максимума поглощения линейна. Тогда при 60 °С диаметр составляет 3.53 нм (3 балла)

4. Пусть при комнатной температуре синтезировали 100 наночастиц. Их суммарный объем составит $100 \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot 1.545^3 = 1,545 \cdot 10^3 \text{ нм}^3$ (2 балла)

Площадь поверхности $S = 100 \cdot 4\pi \cdot 1.545^2 = 3,00 \cdot 10^3 \text{ нм}^2$ (2 балла)

При 70 °C данный объем соответствует $N = 1.545 \cdot 10^3 / (4/3 \pi \cdot 1.835^3) = 59.7$ частицы (2 балла)

Их суммарная площадь составит $S = 59.7 \cdot 4\pi \cdot 1.835^2 = 2,526 \cdot 10^3 \text{ нм}^2$ (3 балла). Следовательно, количество сорбированного тиола уменьшится в 1,19 раза (2 балла)

Задача 4. «Минерал»

Вариант 1.

При прокаливании бесцветного природного минерала его масса уменьшается на 21,73%, а выделяющийся продукт полностью поглощается концентрированной серной кислотой. Проба минерала окрашивает пламя в фиолетовый цвет. Обработка минерала концентрированной серной кислотой приводит к выделению газа, хорошо растворимого в воде и не вызывающего помутнения известковой воды. Минерал полностью растворяется в воде, образуя бесцветный раствор. При действии на раствор минерала избытком растворов хлорида бария и нитрата серебра выпадают нерастворимые в кислотах белые осадки, массы которых соотносятся как 1.6 : 1, а при действии раствора щелочи выпадает белый осадок, растворимый в кислотах, но не в избытке щелочи. При прокаливании этого осадка его масса уменьшается на 31,03%. Определите состав минерала, приведите уравнения всех указанных в условии задачи реакций. Как называется этот минерал?

РЕШЕНИЕ

Газ, полностью поглощаемый серной кислотой – очевидно, пары воды. (1 балла)

Образование белых нерастворимых в воде и кислотах осадков как при действии соли бария так и при действии соли серебра, указывает, скорее всего, на наличие хлорид- и сульфат-ионов. Молярные массы сульфата бария и хлорида серебра соотносятся как $233:143,5 = 1.62:1$, следовательно, в составе минерала эти анионы содержатся в соотношении 1:1. (1 балла)

Образование при действии щелочи белого осадка, растворимого в кислоте, но не в избытке

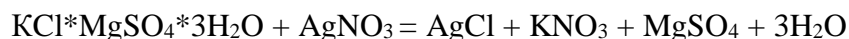
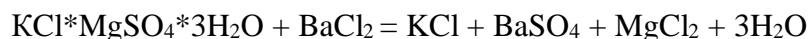
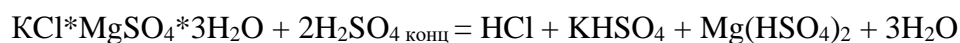
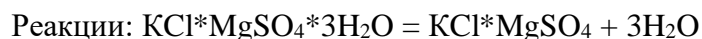
Щелочи, указывает, скорее всего, на присутствие ионов магния. Тогда осадок – гидроксид магния. При прокаливании он превращается в оксид, потеря массы составляет 18: $(24 + 2 \cdot 17) = 31,03\%$. (1 балла)

Искомый минерал тогда имеет состав $XCl \cdot MgSO_4 \cdot nH_2O$ (1 балла)

$$n \cdot 18 / (M(X) + 35.5 + 120 + n \cdot 18) = 0,2173$$

$$M(X) = 64.84n - 155,5$$

При $n = 3$ $M(X) = 39 \text{ г/моль}$ – искомый металл – калий, минерал $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ (2 балла) – каинит (2 балла за название)





Вариант 2.

При прокаливании образца природного минерала его масса уменьшается на 26,47%, а выделяющийся газ полностью поглощается концентрированной серной кислотой. Обработка минерала серной кислотой приводит к переходу части вещества в раствор, при этом остаются бесцветные кристаллы массой x , растворимые в воде. Если к этим кристаллам добавить этиловый спирт и каталитическое количество серной кислоты, то образуется газообразное вещество, горящее зеленым пламенем. При обработке полученного раствора избытком концентрированного раствора едкого кали образуется белый осадок массой y . Известно, что при прокаливании масса этого осадка уменьшается на 31,03%, а соотношение масс $x : y$ составляет 6,41 : 1. Определите состав минерала, приведите уравнения всех указанных в условии задачи реакций. При решении используйте целочисленные значения атомных масс элементов.

РЕШЕНИЕ

Газ, полностью поглощаемый серной кислотой – очевидно, пары воды. (1 балл)

Зеленое пламя указывает на наличие бора. Тогда бесцветные кристаллы, образующиеся при действии серной кислоты, – борная кислота H_3BO_3 . (2 балла)

Белый осадок, нерастворимый в избытке щелочи, очевидно, гидроксид магния. При прокаливании он превращается в оксид, потеря массы составляет 18: $(24 + 2 \cdot 17) = 31,03\%$.

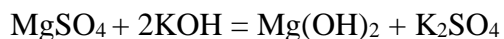
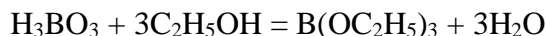
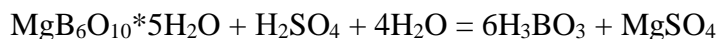
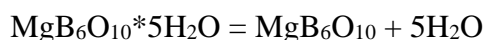
Соотношение масс $x : y = n \cdot M(\text{H}_3\text{BO}_3) : M(\text{Mg}(\text{OH})_2)$

$n \cdot 62/58 = 6,41$ Отсюда $n = 6$ (2 балла)

Состав минерала $\text{MgB}_6\text{O}_{10} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (2 балла)

$18n = M_{\text{минерала}} \cdot 26,47/73,53 = 250 \cdot 26,47/73,53$. Отсюда $n = 5$. Минерал имеет состав $\text{MgB}_6\text{O}_{10} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (3 балла)

Реакции:



Вариант 3.

При прокаливании бесцветного природного минерала его масса уменьшается на 21,56%, а выделяющийся продукт полностью поглощается концентрированной серной кислотой. Проба минерала окрашивает пламя в оранжевый цвет. Минерал полностью растворяется в воде, образуя бесцветный раствор. При действии на раствор минерала избытком растворов

хлорида бария, гидроксида бария и фосфата натрия, соответственно, выпадают белые осадки, массы которых соотносятся как 1 : 1.124 : 0.187. Первый из осадков в кислотах нерастворим, второй при обработке концентрированной соляной кислотой растворяется частично, третий – частично . Определите состав минерала, приведите уравнения всех указанных в условии задачи реакций.

РЕШЕНИЕ

Образование осадка при действии хлорида бария указывает на наличие сульфат-иона. Образование белого осадка, нерастворимого в избытке щелочи, позволяет предположить наличие иона магния. Тогда первый осадок – сульфат бария (**1 балла**), третий (образующийся при действии фосфата натрия) – фосфат магния (**1 балла**), второй – смесь сульфата бария и гидроксида магния (**1 балла**)

$$x \cdot 233 : y \cdot (262/3) = 1 : 0,187 \text{ Отсюда } x:y = 2$$

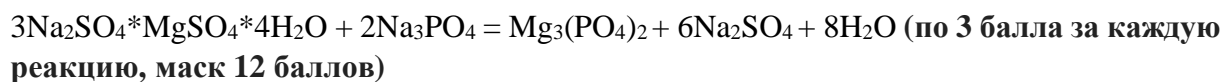
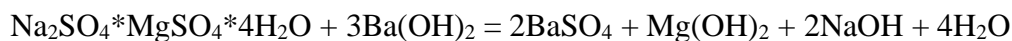
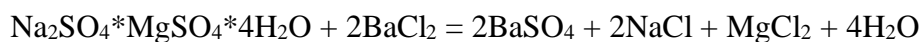
Состав минерала, вероятно, $M_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot nH_2O$ (**2 балла**)

$$18n / (2x + 96 + 120 + 18n) = 0,2156$$

$$x = 32.74n - 108$$

При $n = 4$ $x = 23$, искомый катион – натрий

Минерал – $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ (**3 балла**)



Вариант 4.

При прокаливании бесцветного природного минерала его масса уменьшается на 26,87%, а выделяющийся продукт полностью поглощается концентрированной серной кислотой. Проба минерала окрашивает пламя в фиолетовый цвет. Минерал полностью растворяется в воде, образуя бесцветный раствор. При действии на раствор минерала избытком растворов хлорида стронция, фосфата калия и гидроксида калия, соответственно, выпадают белые осадки, массы которых соотносятся как 6.34 : 1.51: 1. Первый из осадков нерастворим в кислотах, а второй и третий переходят в раствор при обработке концентрированной азотной кислотой. Определите состав минерала, приведите уравнения всех указанных в условии задачи реакций.

РЕШЕНИЕ

Образование осадка при действии хлорида стронция указывает на наличие сульфат-иона. Образование белого осадка, нерастворимого в избытке щелочи, позволяет предположить наличие иона магния. Тогда первый осадок – сульфат стронция (**1 балла**), третий (образующийся при действии фосфата натрия) – гидроксид магния (**1 балла**), второй – фосфат магния (**1 балла**).

$$x \cdot 184 : y \cdot (262/3) = 6.34 : 1.51 \text{ Отсюда } x:y = 2$$

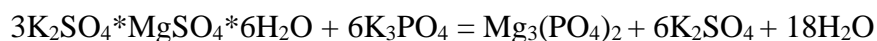
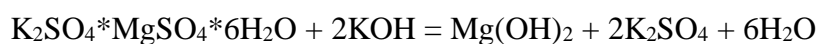
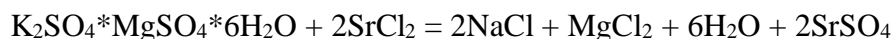
Состав минерала, вероятно, $M_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot nH_2O$ (2 балла)

$$18n / (2x + 96 + 120 + 18n) = 0,2687$$

$$x = 24,49n - 108$$

При $n = 6$ $x = 39$ искомый катион – калий

Минерал – $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ (3 балла)



(по 3 балла за каждую реакцию, макс. 12 баллов)

Задача 5. «Старый реактив»

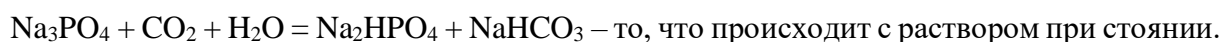
Вариант 1

Студент Никита нашел на полке 2 склянки с неизвестными растворами без крышки. Он спросил у лаборанта, что это за реактивы, а тот ответил, что в точности не помнит, помнит только, что в обеих банках находятся растворы одной и той же соли щелочного металла с массовой долей катиона 42.1% и одна из банок стоит здесь довольно давно, а другая недавно. В распоряжении Никиты оказались только раствор щелочи (NaOH), а также известковая вода и соляная кислота. При добавлении к неизвестным растворам щелочи видимых изменений не произошло. При добавлении кислоты к давно стоящему раствору выделился газ без цвета и запаха, а при добавлении к свежему раствору – газ не выделился. Никита очень удивился и провел еще один эксперимент. Он отобрал по 100 мл каждого из растворов и упарил их. Масса твердого остатка в первом случае оказалась 4.96 г, а во втором 3.28 г. Твердые остатки Никита снова растворил и обработал растворы известковой водой. В результате в первом случае выпало 5,10 г осадка, а во втором 3.10 г. Остатки после упаривания исходных растворов Никита прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 0.18 г, а второго не изменилась. Выпавшие после обработки известковой водой осадки Никита так же прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 0.88 г, а второго не изменилась. Предложите возможный состав соли. Определите молярные концентрации и массовые доли веществ в исходных растворах (плотность растворов примите равной 1 г/мл).

РЕШЕНИЕ

Ответ – фосфат натрия. (5 баллов)

Реакции



Новый раствор:

При упаривании остается чистый фосфат натрия, его масса 3,28 г

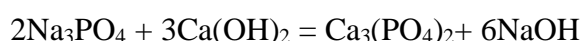
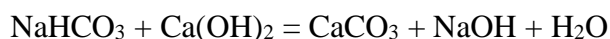
При обработке известковой водой выпадает фосфат кальция массой 3,10 г. Таким образом в 100 мл нового раствора 0,02 моль фосфата натрия.

$C = 0,2$ моль/л, $w = 3,28\%$ (**5 баллов**)

Старый раствор

Упаривание – смесь гидрофосфата, фосфата и гидрокарбоната натрия, общая масса 4,96 г

Обработка известковой водой:



5,1г – масс осадков фосфата и карбоната кальция

Прокаливание выпаренного раствора – идет реакция $2\text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$ (улетает вода, ее масса 0,18 г то есть 0,01 моль, значит гидрофосфата 0,02 моль, значит гидрокарбоната – из самой первой реакции – тоже 0,02 моль. По разнице масс можно найти фосфат)

$C(\text{NaHCO}_3) = C(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,2$ моль/л (**по 2,5 балла за каждую концентрацию**)

$w(\text{NaHCO}_3) = 1,68\%$ $w(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 2,84\%$ (**по 2,5 балла за каждую концентрацию**)

При отсутствии правильных концентраций по 1 баллу за реакции

Вариант 2

Студент Никита нашел на полке 2 склянки с неизвестными растворами без крышки. Он спросил у лаборанта, что это за реактивы, а тот ответил, что в точности не помнит, помнит только, что в обеих банках находятся растворы одной и той же соли щелочного металла с массовой долей катиона 55,2% и одна из банок стоит здесь довольно давно, а другая недавно. В распоряжении Никиты оказались только раствор щелочи (NaOH), а также баритовая вода и соляная кислота. При добавлении к неизвестным растворам щелочи видимых изменений не произошло. При добавлении кислоты к давно стоящему раствору выделился газ без цвета и запаха, а при добавлении к свежему раствору – газ не выделился. Никита очень удивился и провел еще один эксперимент. Он отобрал по 100 мл каждого из растворов и упарил их. Масса твердого остатка в первом случае оказалась 21,84 г, а во втором 14,84 г. Твердые остатки Никита снова растворил и обработал растворы баритовой водой. В результате в первом случае выпало 35,00 г осадка, а во втором 21,14 г. Остатки после упаривания исходных растворов Никита прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 0,63 г, а второго не изменилась. Выпавшие после обработки известковой водой осадки Никита так же прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 1,54 г, а второго не изменилась. Предложите возможный состав соли. Определите молярные концентрации и массовые доли веществ в исходных растворах (плотность растворов примите равной 1 г/мл).

Ответ – фосфат калия.

Вариант 3

Студент Никита нашел на полке 2 склянки с неизвестными растворами без крышки. Он спросил у лаборанта, что это за реактивы, а тот ответил, что в точности не помнит, помнит только, что в обеих банках находятся растворы одной и той же соли щелочного металла с массовой долей катиона 33.18% и одна из банок стоит здесь довольно давно, а другая недавно. В распоряжении Никиты оказались только раствор щелочи (NaOH), а также баритовая вода и соляная кислота. При добавлении к неизвестным растворам щелочи видимых изменений не произошло. При добавлении кислоты к давно стоящему раствору выделился газ без цвета и запаха, а при добавлении к свежему раствору – газ не выделился. Никита очень удивился и провел еще один эксперимент. Он отобрал по 100 мл каждого из растворов и упарил их. Масса твердого остатка в первом случае оказалась 11.68 г, а во втором 8.32 г. Твердые остатки Никита снова растворил и обработал растворы баритовой водой. В результате в первом случае выпало 35.52 г осадка, а во втором 27.60 г. Остатки после упаривания исходных растворов Никита прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 0.72 г, а второго не изменилась. Выпавшие после обработки известковой водой осадки Никита так же прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 1,76 г, а второго не изменилась. Предложите возможный состав соли. Определите молярные концентрации и массовые доли веществ в исходных растворах (плотность растворов примите равной 1 г/мл).

Ответ – арсенат натрия.

Вариант 4

Студент Никита нашел на полке 2 склянки с неизвестными растворами без крышки. Он спросил у лаборанта, что это за реактивы, а тот ответил, что в точности не помнит, помнит только, что в обеих банках находятся растворы одной и той же соли щелочного металла с массовой долей катиона 45.78% и одна из банок стоит здесь довольно давно, а другая недавно. В распоряжении Никиты оказались только раствор щелочи (NaOH), а также известковая вода и соляная кислота. При добавлении к неизвестным растворам щелочи видимых изменений не произошло. При добавлении кислоты к давно стоящему раствору выделился газ без цвета и запаха, а при добавлении к свежему раствору – газ не выделился. Никита очень удивился и провел еще один эксперимент. Он отобрал по 100 мл каждого из растворов и упарил их. Масса твердого остатка в первом случае оказалась 10.68 г, а во втором 7.68 г. Твердые остатки Никита снова растворил и обработал растворы известковой водой. В результате в первом случае выпало 14.94 г осадка, а во втором 11.94 г. Остатки после упаривания растворов Никита прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 0.54 г, а второго не изменилась. Выпавшие после обработки известковой водой осадки Никита так же прокалил, в результате масса одного уменьшилась на 1,32 г, а второго не изменилась. Предложите возможный состав соли. Определите молярные концентрации и массовые доли веществ в исходных растворах (плотность растворов примите равной 1 г/мл).

Ответ – арсенат калия