

Задание 1

Имеются несколько веществ, образованных двумя разными химическими элементами в мольном соотношении 1:1. Известно, что три из них содержат только частицы с конфигурацией неона. Два других содержат только частицы с конфигурацией аргона.

1) Запишите электронные конфигурации атомов неона и аргона. Укажите, какие другие частицы могут иметь такие же конфигурации. Перечислите все частицы, включающие только первые 20 элементов Периодической системы.

2) Составьте химические формулы соединений, удовлетворяющих условиям задачи. Укажите тип химической связи в этих соединениях.

3) Рассчитайте массовую долю металла в каждом из веществ. Выберите два вещества, массовая доля металла в которых меньше 55%. К какому классу неорганических веществ они относятся? С помощью какого одного реактива можно различить водные растворы этих веществ? Напишите соответствующее уравнение (в молекулярной форме) и дайте пояснение.

Ответы и критерии оценивания к заданию 1

№	Ответ	баллы
1	Электронная конфигурация атома неона Ne: $1s^2 2s^2 2p^6$	1
	Электронная конфигурация атома аргона: $Ar 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	1
	Частицы с электронной конфигурацией неона: Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , O^{2-} , F^- , N^{3-} , C^{4-}	3,5 (по 0,5 балла за частицу)
	Частицы с электронной конфигурацией аргона: K^+ , Ca^{2+} , S^{2-} , Cl^- , P^{3-} , Si^{4-}	3 (по 0,5 балла за частицу)
2	Химические формулы бинарных соединений, удовлетворяющих условиям задачи, содержащих только частицы с конфигурацией неона: NaF, MgO, AlN	3 (по 1 баллу за в-во)
	Химические формулы бинарных соединений, удовлетворяющих условиям задачи, содержащих только частицы с конфигурацией аргона: KCl, CaS	2 (по 1 баллу за в-во)
	Тип химической связи в составленных соединениях: ионная	1
3	Рассчитана массовая доля металла в каждом из веществ: $\omega_{(Na в NaF)} = 23/42 = 0,5476$ или 54,76 %	0,5
	$\omega_{(Mg в MgO)} = 24/40 = 0,6$ или 60%	0,5
	$\omega_{(Al в AlN)} = 27/41 = 0,6585$ или 65,85 %	0,5
	$\omega_{(K в KCl)} = 39/74,5 = 0,5235$ или 52,35 %	0,5
	$\omega_{(Ca в CaS)} = 40/72 = 0,5555$ или 55,55 %	0,5
	Выбраны два вещества, массовая доля металла в которых меньше 55%: NaF и KCl. NaF и KCl – средние соли	1
	Водные растворы NaF и KCl можно различить с помощью нитрата серебра. Фторид серебра растворим, т.е. реакция	2 (1 – за ур, 1- за

$\text{NaF} + \text{AgNO}_3 \neq$ не пойдет а хлорид серебра – белый творожистый осадок. Уравнение реакции: $\text{KCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{KNO}_3$	пояснение)
Итого	20 баллов

Задание 2

Смешали в сухом виде карбонат щелочного металла и карбонат щелочноземельного металла. Масса смеси составила 1,6 г. Эта смесь прореагировала с минимальным количеством соляной кислоты, необходимым для растворения карбонатов. При этом выделилось 345 мл (н.у.) газа. К полученному в результате этой реакции раствору добавили 15,4%-ный раствор карбоната аммония массой 3,74 г до полного выпадения осадка. Известно, что относительная молекулярная масса щелочноземельного металла в 1,74 раза больше относительной молекулярной массы щелочного металла.

На основании условий задачи:

- 1) Выполните необходимые расчеты и определите, карбонаты каких металлов присутствовали в сухой смеси.
- 2) Какие способы собирания газов в лаборатории Вам известны? Как можно собрать выделившийся газ? Укажите два способа распознавания выделившегося газа.

Ответы и критерии оценивания к заданию 2

№	Ответ	баллы
	Составлены уравнения реакций в общем виде (щелочной металл - Me^1 , щелочноземельный металл – Me^2) $\text{Me}^1_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{Me}^1\text{Cl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1) $\text{Me}^2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = \text{Me}^2\text{Cl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Me}^2\text{Cl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = \text{Me}^2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ (3)	1 1 1
	Рассчитана масса и количество вещества карбоната аммония в добавленном растворе. Указано, что его количество вещества равно количеству вещества хлорида и карбоната щелочноземельного металла и соответственно равно числу моль CO_2 , выделившегося во (2) реакции $m_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3} = 0,154 \cdot 3,74 = 0,576 \text{ г}$ $\nu_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3} = 0,576/96 = 0,006 \text{ моль}$ $\nu_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3} = \nu_{(\text{Me}^2\text{Cl}_2)} = \nu_{(\text{Me}^2\text{CO}_3)} = \nu_{(\text{CO}_2)(2)} = 0,006 \text{ моль}$	1 1 1
	Рассчитано общее количество вещества углекислого газа и найдено, сколько его выделилось в (1) реакции. Указано, чему равно количество вещества карбоната щелочного металла. $\nu_{(\text{CO}_2)(\text{общ})} = 0,345/22,4 = 0,0154 \text{ моль}$	1
	$\nu_{(\text{CO}_2)(1)} = 0,0154 - 0,006 = 0,0094 \text{ моль}$	1

1	$\nu_{(\text{CO}_2)(1)} = \nu_{((\text{Me}_1)_2\text{CO}_3)} = 0,094$ моль	
	Выражена относительная молекулярная масса щелочноземельного металла (1,74x) через относительную молекулярную массу щелочного металла (x). Записана масса каждого карбоната. Составлено и решено уравнение через сумму масс карбонатов. Определены металлы в составе карбонатов в исходной смеси. $M_{(\text{Me}_2\text{CO}_3)} = 1,74x + 60$ $m_{(\text{Me}_2\text{CO}_3)} = 0,006 \cdot (1,74x + 60)$	1 1 1 1
	$M_{((\text{Me}_1)_2\text{CO}_3)} = 2x + 60$ $m_{((\text{Me}_1)_2\text{CO}_3)} = 0,094 \cdot (2x + 60)$	1 1
	$m_{(\text{Me}_2\text{CO}_3)} + m_{((\text{Me}_1)_2\text{CO}_3)} = 1,6$ $0,006 \cdot (1,74x + 60) + 0,094 \cdot (2x + 60) = 1,6$	1
	$0,36 + 0,01044x + 0,564 + 0,0188x = 1,6$ $0,02924x = 0,676$ $x = 23$ Щелочной металл - натрий	1
$1,74x = 40$ Щелочноземельный металл - кальций	1	
2	В лабораторных условиях собрать газ можно двумя методами: вытеснением воды и вытеснением воздуха. Первый из них применяется только для собирания газов, не реагирующих с водой (кислород, азот, водород и др.). Второй – для собирания как растворимых (аммиак, углекислый газ), так и нерастворимых в воде газов. Для собирания газов, которые легче воздуха, сосуд для сбора газа следует держать дном вверх, а для газов, которые тяжелее воздуха, – дном вниз.	1 (перечисление) 1 (пояснения)
	Собрать углекислый газ можно методом вытеснения воздуха. Т.к. он тяжелее воздуха, сосуд для сбора газа располагают дном вниз.	1 (0,5 + 0,5)
	Методы распознавания углекислого газа: 1) Качественная реакция с известковой водой $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Идет реакция: $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ Наблюдается помутнение известковой воды. 2) Углекислый газ не поддерживает горения. Зажженная лучина гаснет при помещении в сосуд, содержащий данный газ.	1 1
Итого		20 баллов

Задание 3

Некоторая соль, бесцветные прозрачные кристаллы которой хорошо растворяются в воде, в твердом состоянии представляет собой *кристаллогидрат*. Раствор этой соли дает с нитратом бария белый осадок, не растворимый в кислотах. При действии раствора гидроксида натрия на раствор этой соли выпадает студенистый белый осадок, который

взаимодействует и с гидроксидом натрия и с соляной кислотой. Кроме того, при взаимодействии раствора искомой соли с карбонатом натрия выпадает белый осадок - карбонат металла, растворимый в кислотах, например, в азотной кислоте. Установлено, что искомая соль массой 11,5 г может полностью прореагировать с 39 г 8%-ного раствора сульфида натрия с образованием белого сульфида металла. Металл, входящий в состав исследуемой соли является «металлом жизни», необходимым для нормального функционирования животных и растительных организмов.

1) Установите, каким анионом образована данная соль. Ответ подтвердите уравнением качественной реакции в ионном виде.

2) Поясните, каким катионом образована данная соль. Напишите уравнения всех реакций, указанных в задании.

3) Произведите расчеты и определите молекулярную формулу искомой соли.

4) Какова биологическая роль катиона металла, образующего данную соль в растительных и животных организмах?

Ответы и критерии оценивания к заданию 3

№	Ответ	баллы
1	Т.к. данная соль дает белый осадок с нитратом бария, значит, она содержит сульфат-ион	1
	Уравнение качественной реакции в ионном виде: $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$	1
2	Тот факт, что соль дает осадок с гидроксидом натрия, растворимый в кислотах и щелочах, обозначает, что образуется амфотерный гидроксид.	1
	Амфотерные гидроксиды образуют катионы цинка, хрома (III), железа (III), алюминия, свинца, бериллия и олова. Убираем из рассмотрения катионы свинца (его сульфат нерастворим), бериллия (его соединения токсичны), олова (его сульфид темно-коричневого цвета и карбонат в водных растворах не образуется), алюминия (сульфид и карбонат алюминия в растворах не образуются), железа и хрома (их соединения окрашены, сульфиды и карбонаты этих металлов в растворах также не образуются). <i>Примечание: достаточно анализа соединений цинка, хрома (III), железа (III), алюминия, бериллия.</i>	1
	Следовательно, соль образует катион цинка.	1
	$ZnSO_4 + 2NaOH = Zn(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$	1
	$Zn(OH)_2 + 2NaOH \overset{t}{=} Na_2ZnO_2 + H_2O$ (при сплавлении) или $Zn(OH)_2 + 2NaOH_{p-p} = Na_2[Zn(OH)_4]$ (в растворе)	1
	$Zn(OH)_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2H_2O$	1
	$ZnSO_4 + Na_2CO_3 = ZnCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$	1
	$ZnCO_3 + 2HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O$	1
3	Записано уравнение реакции:	1

	$ZnSO_4 + Na_2S = ZnS \downarrow + Na_2SO_4$	
	Рассчитана масса и количество вещества сульфида натрия $m_{(Na_2S)} = 39 \cdot 0,08 = 3,12$ г $\nu_{(Na_2S)} = 3,12/78 = 0,04$ моль	1(0,5 +0,5)
	Рассчитано количество вещества и масса безводного сульфата цинка: $\nu_{(ZnSO_4)} = \nu_{(Na_2S)} = 0,04$ моль $m_{(ZnSO_4)} = 0,04 \cdot 161 = 6,44$ г	1(0,5 +0,5)
	Рассчитана масса кристаллизационной воды $m_{(H_2O)} = 11,5 - 6,44 = 5,06$	1
	Найдено количество вещества воды $\nu_{(H_2O)} = 5,06/18 = 0,28$ моль	1
	Найдено соотношение $\nu_{(ZnSO_4)} : \nu_{(H_2O)} = 0,04 : 0,28 = 1:7$	1
	Установлена формула соли (кристаллогидрата) $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$	1
4	Цинк относится к 70 элементам, обнаруженным в живых клетках. По своему содержанию в живых организмах цинк является микроэлементом.	1
	Цинк входит в состав биологических катализаторов – ферментов (известно более 300).	1
	Цинк необходим для питания растений. Отсутствие или недостаток цинка приводит к замедлению роста и заболеванию растений, выражающемуся в уменьшении размера листьев и в обесцвечивании их. Внесение соединений цинка увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур и повышают их сопротивляемость к различным болезням.	1
	Итого	20 баллов

Задание 4

Известняк с примесью доломита прокалили. Получили образец, содержащий негашеную известь и 5 % жженой магнезии. Прокаленный образец вступил в реакцию с водой с выделением 108,3 кДж теплоты, тогда как при взаимодействии 1 моль негашеной извести с водой выделяется 63,7 кДж теплоты.

1) Как называется процесс взаимодействия негашеной извести с водой? Какое вещество при этом образуется? Приведите его формулу, тривиальное и систематическое названия. Напишите формулы и номенклатурные названия следующих веществ: известняк, доломит, негашеная известь, жженой магнезии.

2) Запишите уравнение разложения известняка при прокаливании и уравнение образования жженой магнезии.

3) Классифицируйте с точки зрения термохимии реакции из п.2 и реакцию взаимодействия негашеной извести с водой.

4) Составьте термохимическое уравнение взаимодействия негашеной извести с водой.

5) Рассчитайте массу известняка с примесью доломита, взятого для прокаливании.

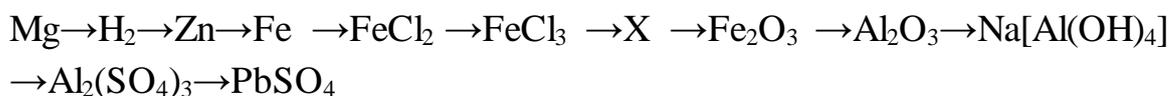
Ответы и критерии оценивания к заданию 4

№	Ответ	баллы
1	Процесс взаимодействия негашеной извести с водой называется гашение извести	0,5
	Образуется <i>гашеная известь</i> - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - гидроксид кальция	1,5(0,5 +0,5+0,5)
	Приведены формулы и названия веществ: Известняк это CaCO_3 – карбонат кальция	1(0,5 +0,5)
	Негашеная известь это CaO – оксид кальция	1(0,5 +0,5)
	Жженая магнезия это MgO – оксид магния	1(0,5 +0,5)
	Доломит это $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ или $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ – карбонат кальция-магния	1 (0,5+0,5)
2	Записано уравнение разложения известняка: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ (1)	1
	Записано уравнение образования жженой магнезии (разложение карбоната магния, содержащегося в доломите) $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$ (2)	1
3	Реакции (1) и (2) – эндотермические, протекают с поглощением тепла. Реакция (3) – экзотермическая протекает с выделением тепла	1
4	Составлено термохимическое уравнение гашения извести $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 63,7 \text{ кДж}$ (3)	1
5	Указано, что с водой взаимодействует только оксид кальция (негашеная известь), оксид магния (жженая магнезия) с водой не реагирует. Поэтому все тепло выделяется за счет гашения извести	1
	По термохимическому уравнению рассчитано количество вещества негашеной извести, вступившее в реакцию с водой 1 моль CaO - 63,7 кДж v моль CaO – 108,3 кДж $v_{(\text{CaO})} = 108,3/63,7 = 1,7$ моль	1
	Рассчитана масса негашеной извести $m_{(\text{CaO})} = 1,7 \cdot 56 = 95,2 \text{ г}$	1
	Рассчитана масса жженой магнезии: $m_{(\text{MgO})} = x \text{ (г)}$ $m_{(\text{CaO} + \text{MgO})} = 95,2 + x$ $(95,2 + x) - 100\%$ $x \quad \quad - 5\%$ $100x = 5(95,2 + x)$ $95x = 476$ $x = 5 \text{ г}$ или $95,2 \quad - 95\%$ $x \quad \quad - 5\%$ $95x = 476 \quad x = 5 \text{ г}$	1
	Найдено количество вещества жженой магнезии: $v_{(\text{MgO})} = 5/40 = 0,125$ моль	1
	В соответствии с уравнениями 1 и 2 указано, что	

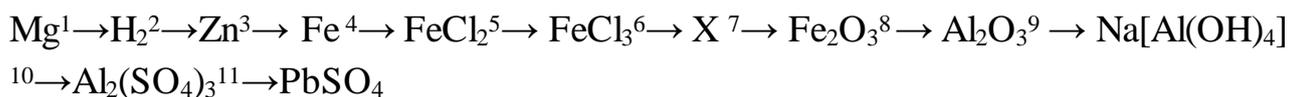
$\nu_{(\text{CaO})} = \nu_{(\text{CaCO}_3)} = 1,7$ моль	1
$\nu_{(\text{MgO})} = \nu_{(\text{MgCO}_3)} = 0,125$ моль	1
Рассчитана масса карбоната кальция $m_{(\text{CaCO}_3)} = 1,7 \cdot 100 = 170$ г	1
Рассчитана масса карбоната магния $m_{(\text{MgCO}_3)} = 0,125 \cdot 84 = 10,5$ г	1
Рассчитана масса известняка с примесью доломита $m = m_{(\text{CaCO}_3)} + m_{(\text{MgCO}_3)} = 170 + 10,5 = 180,5$ г	1
Итого	20 баллов

Задание 5

Напишите уравнения реакций, необходимых для осуществления превращений. Для пятой реакции составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель. Для всех реакций ионного обмена напишите полные и сокращенные ионные уравнения.



Ответы и критерии оценивания заданию 5



№	Ответ	баллы
1	$\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ (или разб. серная кислота)	1
2	$\text{H}_2 + \text{ZnO} = \text{Zn} + \text{H}_2\text{O}$	1
3	$\text{Zn} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_{2\text{p-p}} = \text{Fe} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ (или любой другой раствор соли железа)	1
4	$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1
5	$2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$	1
	$\text{Fe}^{+2} - 1\text{e} \rightarrow \text{Fe}^{+3} 2$ $\text{Cl}_2^0 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Cl}^- 1$	0,5
	Fe^{+2} (FeCl_2) - восстановитель, Cl_2^0 - окислитель	0,5
6	$\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$	1
	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^- + 3\text{Na}^+ + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Na}^+ + 3\text{Cl}^-$	1
	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$	1
7	$2\text{Fe}(\text{OH})_3 \uparrow = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	1
8	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$	1
9	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	1
	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$	1
	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$	1
10	$2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$	1
	$2\text{Na}^+ + 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 8\text{H}^+ + 4\text{SO}_4^{2-} = 2\text{Al}^{3+} + 4\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Na}^+ + 8\text{H}_2\text{O}$	1
	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1
11	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = 3\text{PbSO}_4 \downarrow + 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	1
	$2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Pb}^{2+} + 6\text{NO}_3^- = 3\text{PbSO}_4 \downarrow + 2\text{Al}^{3+} + 3\text{NO}_3^-$	1
	$\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 \downarrow$	1
Итого	20 баллов	

