

Задание 1

При частичном прокаливании гидроксида меди (II) масса реакционной смеси уменьшилась на 7,35%. Полученная смесь прореагировала полностью со 150г 19,5%-ного раствора соляной кислоты. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

Ответы к заданию 1

Решение вариант 1

Ответ	баллы
(1) $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$	1
$M_{(\text{Cu}(\text{OH})_2)} = 98 \text{ г/моль}$ $M_{(\text{CuO})} = 80 \text{ г/моль}$ $M_{(\text{H}_2\text{O})} = 18 \text{ г/моль}$ При полном разложении 1 моль $\text{Cu}(\text{OH})_2$ убыль массы $18/98 = 18,36\%$	1
Если разложилось n моль $\text{Cu}(\text{OH})_2$ - то убыль массы 7,35%. Если разложилось 1 моль $\text{Cu}(\text{OH})_2$ - то убыль массы 18,36%. Решив пропорцию, находим: $n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ разл}} = 0,4$ моль	1
Если исходно было x моль $\text{Cu}(\text{OH})_2$, то разложилось $n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ разл}} = n_{(\text{CuO}) \text{ образ}} = 0,4x$ $n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ ост}} = 0,6x$	1
(2) $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1
(3) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1
$n_{(\text{HCl})} = 150 \cdot 0,195/36,5 = 0,8$ моль	1
$n_{(\text{HCl}) (2)} = 2n_{(\text{CuO})} = 2 \cdot 0,4x$ моль	1
$n_{(\text{HCl}) (3)} = 2n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ ост}} = 2 \cdot 0,6x$ моль	1
$2 \cdot 0,4x + 2 \cdot 0,6x = 0,8$ $x = 0,4$ моль. Это исходное число моль $\text{Cu}(\text{OH})_2$	1
$n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ ост}} = 0,6x = 0,6 \cdot 0,4 = 0,24$ моль	1
$n_{(\text{CuCl}_2) (3)} = n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ ост}} = 0,24$ моль	1
$n_{(\text{CuO}) \text{ образ}} = n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ разл}} = 0,4x = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16$ моль	1
$n_{(\text{CuCl}_2) (2)} = n_{(\text{CuO}) \text{ образ}} = 0,16$ моль	1
$m_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ ост}} = 0,24 \cdot 98 = 23,52 \text{ г}$	1
$m_{(\text{CuO}) \text{ образ}} = 0,16 \cdot 80 = 12,8 \text{ г}$	1
$m_{\text{р-ра}} = 23,52 + 12,8 + 150 = 186,32 \text{ г}$	1
$n_{(\text{CuCl}_2) \text{ общ}} = 0,24 + 0,16 = 0,4$ моль	1
$m_{(\text{CuCl}_2)} = 135 \cdot 0,4 = 54 \text{ г}$	1
$\omega_{(\text{CuCl}_2)} = \frac{54 \cdot 100\%}{186,32} = 28,98\% \approx 29\%$	1
Итого	20 баллов

Возможен другой вариант решения

Решение Вариант 2

ОТВЕТ	баллы
(1) $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$	1
(2) $\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1
(3) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1
Пусть $n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2)} = x$, тогда (здесь ω - это доля, на которую уменьшилась масса за счет образовавшейся воды) $m_{(\text{H}_2\text{O})1} = n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2)} \cdot M_{(\text{Cu}(\text{OH})_2)} \cdot \omega = x \cdot 98 \cdot 0,0735 = 7,2x$	1
$n_{(\text{H}_2\text{O})1} = 7,2x / 18 = 0,4x$	1
$n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ разл}} = n_{(\text{CuO}) \text{ образ}} = 0,4x$ $n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ ост}} = 0,6x$	1
$m_{(\text{Cu}(\text{OH})_2) \text{ ост}} = 0,6x \cdot 98 = 58,8x$	1
$m_{(\text{CuO}) \text{ образ}} = 0,4x \cdot 80 = 32x$	1
$m_{\text{конеч. смеси}} = 58,8x + 32x = 90,8x$	1
$\omega_{(\text{CuO})} = \frac{32x \cdot 100\%}{90,8x} = 35,2\%$ $\omega_{(\text{Cu}(\text{OH})_2)} = \frac{58,8x \cdot 100\%}{90,8x} = 64,8\%$	1
$n_{(\text{HCl})} = 150 \cdot 0,195 / 36,5 = 0,8 \text{ моль}$	1
$n_{(\text{CuO})} + n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2)} = 1/2 n_{(\text{HCl})} = 0,4 \text{ моль}$	1
Пусть масса смеси равна m . Тогда $n_{(\text{CuO})} = \frac{0,352m}{80}$	1
$n_{(\text{Cu}(\text{OH})_2)} = \frac{0,648m}{98}$	1
$\frac{0,352m}{80} + \frac{0,648m}{98} = 0,4$	1
Решив это уравнение, получим $m = 36,32 \text{ г}$	1
$m_{\text{р-ра}} = 36,32 + 150 = 186,32 \text{ г}$	1
$n_{(\text{CuCl}_2)} = 1/2 n_{(\text{HCl})} = 0,4 \text{ моль}$	1
$m_{(\text{CuCl}_2)} = 135 \cdot 0,4 = 54 \text{ г}$	1
$\omega_{(\text{CuCl}_2)} = \frac{54 \cdot 100\%}{186,32} = 28,98\% \approx 29\%$	1
Итого	20
	баллов

Задание 2

При взаимодействии с избытком водорода оксида металла 1 массой 19 г образовался металл 1 массой 13 г. Весь образовавшийся металл 1 пошел на изготовление пластинки, которую поместили в раствор хлорида металла 2. Через некоторое время пластинку вынули, промыли, высушили и взвесили, ее масса оказалась равной 15,8 г. На основании условий задачи:

1. Запишите в общем виде уравнение реакции взаимодействия оксида металла 1 с водородом. Определите металл 1, если известно, что в составе оксида он имеет степень окисления +3.

2. Определите металл 2, если известно, что его относительная атомная масса в 1,13 раз больше относительной атомной массы металла 1. В хлориде металл 2 имеет ст.ок. +2

3. Запишите уравнение реакции взаимодействия металла 1 с раствором хлорида металла 2. Рассчитайте массу выделившегося на пластине металла 2.

4. Приведите примеры использования покрытий, изготавливаемых из металлов 1 и 2.

№	Ответ	баллы
1	Записано уравнение реакции в общем виде $Me_2O_3 + 3H_2 = 2Me + 3H_2O$	1
	Пусть относительная атомная масса металла 1 = x Тогда $M(Me_2O_3) = 2x + 48$	1
	$n_{(Me_2O_3)} = 19 / (2x + 48)$ моль	1
	$n_{(Me)} = 13/x$ моль	1
	$n_{(Me_2O_3)} = 1/2 n_{(Me)}$	1
	$\frac{19}{2x + 48} = \frac{13}{2x}$	1
	x = 52 г/моль, значит металл 1 – это хром <i>Примечание: расчет может быть выполнен иначе, но ответ должен быть тот же! За расчет-определение металла 1 в этом случае ставится также 6 баллов</i>	1
2	$M(Me_2) = 52 \cdot 1,13 = 58,76 \approx 59$ г/моль Это никель	2
3	$2Cr + 3NiCl_{2p-p} = 2CrCl_{3p-p} + 3Ni$	1
	Масса пластины хрома изменится, так как на неё не только будет осаждаться никель, но часть хромовой пластинки растворится в соответствии с уравнением реакции. Пусть количество вещества хрома перешедшего в р-р x моль, тогда количество вещества выделившегося на пластинке никеля равно: $n_{(Ni)} = 3/2 n_{(Cr)} = 1,5x$	1
	Тогда масса вынутой после реакции пластинки: $m(\text{пластинки после р-ции}) = 13 - m_{(Cr)} + m_{(Ni)}$	1
	$m_{(Cr)} = 52x$	1
	$m_{(Ni)} = 59 \cdot 1,5x = 88,5x$	1
	$13 - 52x + 88,5x = 15,8$	1
	$x = 0,077$ моль	1
	$n_{(Ni)} = 1,5x = 1,5 \cdot 0,077 = 0,1155$ моль $m_{(Ni)} = 0,1155 \cdot 130 = 6,8$ г	1
<i>Примечание: Расчет может быть выполнен иным способом, но ответ – должен быть тот же - 6,8 г и оценен</i>		

	также в 8 баллов	
	Никель используют для декоративных покрытий стальных (железных) изделий. Никелированные покрытия обладают рядом ценных свойств: они хорошо полируются, приобретая красивый долго сохраняющийся зеркальный блеск.	1
	Хром используют в качестве антикоррозионных покрытий стальных изделий. Хромовые покрытия обладают высокими твердостью и износостойкостью, низким коэффициентом трения, прочно сцепляются с основным металлом, а также химически и нагревостойки.	1
	Итого	20 баллов

Задание 3

Жесткость воды обусловлена присутствием в ней растворимых солей кальция и магния (хлориды, гидрокарбонаты). Различают постоянную и временную жесткость. Временная жесткость устраняется кипячением или добавлением гашеной извести. Постоянная жесткость удаляется добавлением соды. На основании условий задачи:

1. Укажите присутствием, каких солей обусловлена постоянная и временная жесткость воды, и запишите уравнения устранения соответствующей жесткости воды.
2. Рассчитайте сколько литров воды должно пройти через стиральную машину, имеющую термоэлектронагреватель (ТЭН) площадью 157см^2 , чтобы на нем образовалась карбонатная накипь (плотность $2,37\text{г/см}^3$) толщиной 1мм. Жесткость воды учитывать только временную, обусловленную солью кальция. Содержание этой соли в воде 0,0972% (по массе). При нагревании воды в стиральной машине соль, обуславливающая жесткость, разлагается на 63% и на ТЭН оседает только 20% образовавшейся накипи.

№	Ответ	баллы
1	Постоянная жесткость обусловлена хлоридами кальция и магния	1
	Временная жесткость обусловлена гидрокарбонатами кальция и магния.	1
	Уравнения реакции устранения постоянной жесткости: $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$ $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{MgCO}_3 + 2\text{NaCl}$	2
	Уравнения реакции устранения временной жесткости: 1) Кипячением:	2

	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{MgCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
	2) Добавлением гашеной извести: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
2	Уравнение реакции $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1
	Считаем объем образовавшейся накипи: $V = S \cdot l = 157 \text{ см}^2 \cdot 0,1 \text{ см} = 15,7 \text{ см}^3$	1
	Считаем массу, образовавшейся накипи: $m(\text{CaCO}_3)_{\text{на ТЭН}} = V \cdot \rho = 15,7 \text{ см}^3 \cdot 2,37 \text{ г/см}^3 = 37,209 \text{ г}$	1
	Считаем количество вещества карбоната кальция $n(\text{CaCO}_3)_{\text{на ТЭН}} = m/M = 37,209/100 = 0,37209 \text{ моль}$	1
	Учтем, что на ТЭН осело только 20% накипи $n(\text{CaCO}_3)_{\text{всего}} = 0,37209 \text{ моль} / 0,2 = 1,86 \text{ моль}$	2
	$n_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ разложившегося практически}} = n(\text{CaCO}_3)_{\text{всего}} = 1,86 \text{ моль}$	1
	Учтем, что разложилось только 63% гидрокарбоната кальция в воде $n_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ в воде}} = n_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ разложившегося практически}} / 0,63 = 1,86 / 0,63 = 2,95 \text{ моль}$	2
	$m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ в воде}} = 2,95 \cdot 162 = 477,9 \text{ г}$	1
	$m_{\text{воды}} = m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ в воде}} \cdot 100\% / \omega = 477,9 \cdot 100\% / 0,0972 = 491666,7 \text{ г}$	1
	Объем воды $V = m_{\text{воды}} / \rho = 491666,7 \text{ г} / 1 \text{ г/мл} = 491666,7 \text{ мл}$ или 491,7 л	1
	Итого	20 баллов

Задание 4

В пронумерованных пробирках находятся пять различных **средних** солей.

1) Все соли, кроме **1**, реагируют с раствором гидроксида калия с выделением газа с резким запахом, вызывающего посинение влажной лакмусовой бумаги. Укажите катион, которым образованы соли **2,3,4,5**, дайте пояснения.

2) Соли **1** и **2** имеют одинаковый анион и дают с раствором нитрата серебра белый осадок, а соль **3** - бледно-желтый (кремовый) осадок. Полученные осадки не растворяются в соляной кислоте. Соль **1** окрашивает пламя в желтый цвет.

3) Соли **4** и **5** взаимодействуют с раствором хлорида бария, при этом образуются белые осадки. Осадок, образующийся из соли **4**, растворяется в

соляной кислоте с образованием газа без цвета и запаха, не поддерживающего горения. Осадок, образующийся из соли **5**, в соляной кислоте не растворяется.

4) Все соли, кроме **1**, при нагревании разлагаются. В процессе термического разложения солей **2,3,4** выделяются только газообразные вещества.

5) Определите составы пяти солей, указанных в задании, заполните таблицу и запишите уравнения описанных реакций.

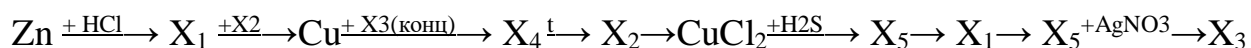
№ соли	1	2	3	4	5
формула					

№	Ответ	баллы
1	Если соли реагируют с раствором гидроксида калия с выделением газа с резким запахом, вызывающего посинение лакмусовой бумаги, смоченной водой, то это соли аммония	1
2	Белыми осадками серебра, не растворяющимися в соляной кислоте, являются AgCl , Ag_2SO_4 Бледно-желтые осадки серебра это AgBr , Ag_2CO_3 или Ag_3PO_4 . Но Ag_2CO_3 Ag_3PO_4 не подходят, т.к. они взаимодействуют с соляной кислотой. Значит соль 3 это бромид аммония Примечание: рассуждения при ответе не обязательны. Оценивается только состав соли	1
	Соли 4 и 5 взаимодействуют с раствором хлорида бария при этом образуются белые осадки. Белые осадки это могут быть карбонат бария и сульфат бария. Осадок, образующийся из соли 4 растворяется в соляной кислоте с образованием газа без цвета и запаха, не поддерживающего горения. Значит соль 4 – карбонат аммония . Осадок, образующийся из соли 5 в соляной кислоте не растворяется. Значит соль 5 – сульфат аммония Примечание: рассуждения при ответе не обязательны Оцениваются только составы солей	2
3	Все соли, кроме 1 разлагаются. Соль 1 содержит катион натрия и анион Cl^- или SO_4^{2-} . При этом анион соли 1 такой же как у соли 2. Соль 2 разлагается с образованием только газообразных веществ. Значит соль 2 это хлорид аммония , т.к. при разложении сульфата аммония не все образующиеся вещества-газы. Соль 1 окрашивает пламя в желтый цвет, значит это соль натрия Соль 1 это хлорид натрия . Примечание: рассуждения при ответе не обязательны Оцениваются только составы солей	2
4	Взаимодействие солей аммония со щелочью:	1

$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KOH} = \text{NH}_3 \uparrow + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$						
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{KOH} = 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$						1
$\text{NH}_4\text{Br} + \text{KOH} = \text{NH}_3 \uparrow + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$						1
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} = 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$						1
Взаимодействие солей с раствором нитрата серебра:						1
$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$						
$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3$						1
$\text{NH}_4\text{Br} + \text{AgNO}_3 = \text{AgBr} \downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3$						1
Взаимодействие солей с хлоридом бария						1
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$						
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$						1
Взаимодействие карбоната бария с соляной кислотой						1
$\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$						
Разложение солей при нагревании						1
$\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$						
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \uparrow$						1
$\text{NH}_4\text{Br} \xrightarrow{t} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HBr} \uparrow$						1
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t} \text{NH}_3 \uparrow + \text{NH}_4\text{HSO}_4$ или $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{SO}_4$						1
Итого					20	баллов
№ соли	1	2	3	4	5	
формула	NaCl	NH_4Cl	NH_4Br	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	

Задание 5

Осуществить цепочку превращений.



Для третьей реакции написать электронный баланс, указать окислитель и восстановитель. Для шестой реакции написать реакцию в молекулярном виде, затем полное и сокращенное ионное уравнение. Указать неизвестные вещества, заполнив таблицу:

Неизвестное вещество	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Установленная формула					

№	Ответ	баллы
1	$\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$	1
2	$\text{H}_2 + \text{CuO} = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	1
3	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{k}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
	$\text{Cu}^0 - 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}^{+2} \quad \quad 1$ $\text{N}^{+5} + 1\text{e} \rightarrow \text{N}^{+4} \quad \quad 2$	1

	Cu ⁰ -восстановитель, N ⁺⁵ (HNO ₃)-окислитель						1
4	2Cu(NO ₃) ₂ \xrightarrow{t} 2 CuO + 4NO ₂ + O ₂						2
5	CuO + 2HCl = CuCl ₂ + H ₂ O						1
6	CuCl ₂ + H ₂ S = CuS↓ + 2HCl						1
	Cu ²⁺ + 2Cl ⁻ + H ₂ S = CuS↓ + 2H ⁺ + 2Cl ⁻						1
	Cu ²⁺ + H ₂ S = CuS↓ + 2H ⁺						1
7	Zn + 2HCl = ZnCl ₂ + H ₂						1
	Возможна любая другая реакция замещения (Me до H ₂ + HCl)						
8	H ₂ + Cl ₂ = 2HCl						1
9	HCl + AgNO ₃ = AgCl + HNO ₃						1
	Неизвестное вещество	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	5
	Установленная формула	H ₂	CuO	HNO ₃	Cu(NO ₃) ₂	HCl	
	баллы	1	1	1	1	1	
	Итого						20 баллов