

9 К Л А С С

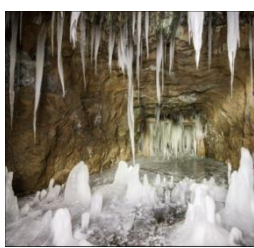
Задача 9.1 (10 баллов). Даны вещества: оксид алюминия, гидроксид алюминия, нитрат алюминия, алюминат натрия, тетрагидроксоалюминат натрия. Используя эти вещества составьте 3 цепочки последовательных превращений, включающие по 4 одностадийные реакции, в каждой из которых в качестве исходных реагентов используются все перечисленные вещества. В различных цепочках не должны повторяться уже использованные переходы веществ. Приведите уравнения реакций к цепочкам превращений.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Составлены цепочки превращений в соответствии со всеми указанными условиями (по 1 баллу за каждую составленную цепочку превращений, по 0,5 балла за уравнение реакции в соответствии с цепочкой).	
1) $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{NaAlO}_2$	1
$2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (при нагревании)	0,5
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	0,5
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{NaNO}_3$	0,5
$\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (при нагревании)	0,5
2) $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{NaAlO}_2$	1
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	0,5
$\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$	0,5
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaNO}_3$	0,5
$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (при нагревании)	0,5
3) $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	1
$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	0,5
$4\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 + 3\text{O}_2$	0,5
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2$ (при нагревании)	0,5
$\text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	0,5
Указаны условия протекания реакций	1
Итого:	10

Задача 9.2 (20 баллов). В представленных ниже рисунках отражены сведения о трех химических элементах – металлах и их соединениях:

	А	Б	В	Г
--	---	---	---	---

1				
2				
3				

Укажите, к какому химическому элементу относится каждое изображение. Обозначьте ячейку на пересечении соответствующей цифры и буквы, например, крайняя верхняя ячейка 1А, приведите краткие пояснения к изображённому объекту и формулы соответствующих химических соединений.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Определены химические элементы и соответствующие им изображения, приведены пояснения (по 1 баллу за каждое), за каждую формулу дополнительно 1 балл: <i>Натрий:</i> 1А – обнаружение соединений натрия по жёлтой окраске пламени; 3А – пищевая (питьевая сода) NaHCO_3, используется как разрыхлитель и моющее средство; 3Б – поваренная соль NaCl, используется как пищевая добавка, консервант; 3В – кальцинированная сода Na_2CO_3, используется как моющее, дезинфицирующее средство. <i>Кальций:</i> 1Б – обнаружение соединений кальция по кирпично-красной окраске пламени; 2Б – гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, используется в медицине для наложения гипсовых повязок;	1 2 2 2 1 2

2В – в составе костей присутствует фосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;	
2Г – образование сталактитов связано с превращениями солей кальция: CaCO_3 и $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;	2
<i>Железо:</i>	2
1В – образование осадка синего цвета гексацианоферрата(II) железа(III) $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ или гексацианоферрата(III) железа(II) $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$, качественная реакция на катионы железа Fe^{3+} и Fe^{2+} ;	2
1Г – образование раствора кроваво-красного цвета роданида железа(III) $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, качественная реакция на катион железа Fe^{3+} ;	2
2А – красный цвет эритроцитов обусловлен присутствием железосодержащего соединения – гемоглобина;	1
3Г – монумент «3 штыка» в Туле облицован нержавеющей сталью – сплавом на основе железа.	1
Итого:	20

Задача 9.3 (10 баллов). При пропускании тока водорода через 9,6 г оксида железа(III) при нагревании получена смесь твёрдых веществ, в которой массовая доля кислорода составляет 25%. При действии на данную смесь 200 мл соляной кислоты плотностью 1,09 г/мл с массовой долей HCl 10% выделилось 448 мл газа (н.у.). Определите массовую долю веществ в полученном растворе.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Проведена проверка и обоснование состава смеси с учётом массовой доли кислорода: $\omega(\text{O}) \text{ в } \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{48}{160} = 0,30$ $\omega(\text{O}) \text{ в } \text{FeO} = \frac{16}{72} = 0,22$ Следовательно, смесь содержит Fe_2O_3 и FeO, так как $0,22 < 0,25 < 0,30$. Выделение газа при действии соляной кислоты указывает на присутствие в смеси железа.	1
Рассчитан состав полученной смеси: $n_1(\text{исх. Fe}_2\text{O}_3) = \frac{9,6}{160} = 0,06 \text{ (моль);}$ $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \quad (1)$ $n(\text{H}_2) = \frac{0,448}{22,4} = 0,02 \text{ моль; } n(\text{Fe}) = 0,02 \text{ моль; } n(\text{FeCl}_2) = 0,02 \text{ моль (по ур-ию 1);}$ $m(\text{Fe}) = 1,12 \text{ г; } m(\text{H}_2) = 0,04 \text{ г}$ $\begin{array}{ccc} 0,01 \text{ моль} & 0,02 \text{ моль} & \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 = & \underline{2\text{Fe}} + 3\text{H}_2\text{O} & (2) \end{array}$ $n_2(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5n(\text{Fe}) = 0,01 \text{ моль (по ур-ию 2)}$ $\begin{array}{ccc} 0,5x \text{ моль} & x \text{ моль} & \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 = & \underline{2\text{FeO}} + \text{H}_2\text{O} & (3) \end{array}$ Пусть $n(\text{FeO}) = x$ моль, $n_3(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5n(\text{FeO}) = 0,5x$ моль (по ур-ию 3). $n(\text{ост. Fe}_2\text{O}_3) = 0,06 - 0,01 - 0,5x = (0,05 - 0,5x) \text{ моль;}$	0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5
Составлено и решено уравнение для расчёта массовой доли кислорода в смеси: $\frac{16x + 48 \cdot (0,05 - 0,5x)}{72x + 160 \cdot (0,05 - 0,5x) + 1,12} = 0,25$ $x = 0,02; \quad n(\text{FeO}) = 0,02 \text{ моль}$ $m(\text{FeO}) = 72 \cdot 0,02 = 1,44 \text{ (г);}$	0,5 0,5

$n(\text{ост. Fe}_2\text{O}_3) = 0,05 - 0,5 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ моль}; m(\text{ост. Fe}_2\text{O}_3) = 160 \cdot 0,04 = 6,4 \text{ (г)};$	
Составлены уравнения реакций и проведены расчёты: $\text{FeO} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \quad (4)$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \quad (5)$ $n(\text{HCl}) = \frac{200 \cdot 1,09 \cdot 0,1}{36,5} = 0,60 \text{ (моль) (в избытке)}$ $n(\text{всего FeCl}_2) = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ (моль)}; m(\text{FeCl}_2) = 127 \cdot 0,04 = 5,08 \text{ (г)}$ $n(\text{FeCl}_3) = 0,08 \text{ моль}; m(\text{FeCl}_3) = 0,08 \cdot 162,5 = 13 \text{ (г)}$	0,5 0,5 0,5 0,5
Определена масса полученного раствора и массовые доли растворённых веществ: $m(\text{полученного р-ра}) = m(\text{р-ра HCl}) + m(\text{Fe}) + m(\text{FeO}) + m(\text{ост. Fe}_2\text{O}_3) - m(\text{H}_2)$ $m(\text{полученного р-ра}) = 218 + 1,12 + 1,44 + 6,4 - 0,04 = 226,92 \text{ (г)}$ $n(\text{ост. HCl}) = 0,60 - 0,02 \cdot 2 - 0,02 \cdot 2 - 0,04 \cdot 6 = 0,28 \text{ (моль)}$ $m(\text{ост. HCl}) = 36,5 \cdot 0,28 = 10,22 \text{ (г)}$ $\omega(\text{ост. HCl}) = \frac{10,22}{226,92} = 0,0450 \text{ или } 4,50\%$ $\omega(\text{FeCl}_2) = \frac{5,08}{226,92} = 0,0223 \text{ или } 2,23\%$ $\omega(\text{FeCl}_3) = \frac{13}{226,92} = 0,0573 \text{ или } 5,73\%$	0,5 0,5 0,5 0,5
Итого:	10

Задача 9.4 (10 баллов). При проведении химических опытов были получены осадки различных веществ (табл.), но из-за рассеянности неопытного экспериментатора пробирки не были помечены.

Можно ли распознать вещества на основании их физических свойств и применения в качестве химических реagensов только соляной кислоты и раствора аммиака? Подтвердите свой вывод, заполнив таблицу с результатами наблюдений «мысленного эксперимента». Приведите по 1 уравнению реакций, протекающих при действии: а) соляной кислоты; б) раствора аммиака на распознаваемые вещества, укажите типы реакций.

Таблица

Распознавание веществ

Расознаваемые вещества	Физические свойства веществ, учитываемые для распознавания	Что наблюдали при добавлении	
		соляной кислоты	раствора аммиака
Сульфат бария			
Карбонат бария			
Фосфат бария			
Фосфат кальция			
Хромат кальция			
Хлорид свинца			

Хлорид серебра			
Иодид серебра			
Фосфат серебра			

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Заполнены ячейки таблицы (по 0,25 баллов за каждую)	6,75
Сделан вывод о возможности частичного распознавания веществ в указанных условиях: возможно распознать сульфат бария, хромат кальция, хлорид свинца, хлорид серебра, иодид серебра, фосфат серебра (по 0,25 баллов за каждое вещество); невозможно распознать фосфат бария и фосфат кальция из-за сходства свойств (по окраске пламени распознают летучие соли, например, хлориды, а не фосфаты) (по 0,125 баллов за каждое вещество)	1,5 0,25
Составлены уравнения реакций (по 0,5 балла за каждое), указан их тип (по 0,25 баллов за каждый) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{HCl} = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaCl}_2$ Реакция ионного обмена $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ Реакция комплексообразования	1,5
Итого:	10

Таблица

Распознавание веществ

Распознаваемые вещества	Физические свойства веществ, учитываемые для распознавания	Что наблюдали при добавлении	
		соляной кислоты	раствора аммиака
Сульфат бария	Белая окраска	Не растворяется	Не растворяется
Карбонат бария	Белая окраска	Растворяется с выделением газа	Не растворяется
Фосфат бария	Белая окраска	Растворяется	Не растворяется
Фосфат кальция	Белая окраска	Растворяется	Не растворяется
Хромат кальция	Желтая окраска	Растворяется	Не растворяется
Хлорид свинца	Белая окраска, растворяется при нагревании	Не растворяется	Не растворяется
Хлорид серебра	Белая окраска	Не растворяется	Растворяется
Иодид серебра	Желтая окраска	Не растворяется	Не растворяется
Фосфат серебра	Желтая окраска	Растворяется	Растворяется