

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап

Решение

9 класс

Задача 1.

При нагревании раствора соли А образуется осадок В. Этот же осадок образуется при действии щелочи на раствор соли А. При действии кислоты на соль А выделяется газ С, обесцвечивающий водный раствор перманганата калия. Этот газ издает резкий запах, при изменении условий легко конденсируется в прозрачную жидкость. Газ С хорошо растворим в воде, обладает антисептическими свойствами, широко используется для обработки сельскохозяйственных и пищевых продуктов, отбеливания тканей в текстильной промышленности. При нагревании с коксом газ С образует простое вещество Д желтого цвета. При пропускании газа С через известковую воду образуется осадок белого цвета В. Этот осадок растворяется в избытке раствора газа С с образованием вещества А. Соль А реагирует с известковой водой с образованием вещества В. Что из себя представляют вещества А, В, С, Д? Напишите формулы веществ, дайте им названия. Напишите уравнения всех реакций, о которых идет речь в задаче. (12 баллов)

Решение:

Элементы содержания	Баллы
А – $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ – гидросульфит кальция	1 балл
В- CaSO_3 . сульфит кальция	1 балл
С- SO_2 - сернистый газ, или диоксид серы или оксид серы (IV)	1 балл
Д – S сера	1 балл
1. $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 = \text{CaSO}_3\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
2. $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = \text{CaSO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
3. $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
4. $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$	1 балл
5. $\text{SO}_2 + \text{C} = \text{S}\downarrow + \text{CO}_2\uparrow$	1 балл
6. $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	1 балл
7. $\text{CaSO}_3\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$	1 балл
8. $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{CaSO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
За формулу вещества с названием - по 1 баллу, без названия – по 0,5 балла, всего 4 балла. За уравнение реакции с коэффициентами – по 1 баллу, всего 8 баллов	Итого - 12 баллов

Задача 2.

Смесь оксида меди (II) и оксида свинца (II) массой 4,63 г восстановили при нагревании оксидом углерода (II). Газовую смесь, образовавшуюся после реакции, пропустили через 41 мл раствора гидроксида бария, массовая доля основания 17,1 %, плотность раствора 1.22 г/мл. Выпавший осадок отфильтровали. Прошедший через фильтр раствор может прореагировать с 18,5 мл раствора серной кислоты с концентрацией 0,54 моль/л с образованием осадка. Вычислите массовые доли оксидов металлов в исходной смеси и объем оксида углерода(II), вступившего в реакцию. (15 баллов)

Решение:

Действия (элементы содержания)	Баллы
Уравнения реакций: 1. $\text{CuO} + \text{CO} = \text{Cu} + \text{CO}_2$ 2. $\text{PbO} + \text{CO} = \text{Pb} + \text{CO}_2$ 3. $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 4. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	По 1 баллу за уравнение, всего 4 балла
Расчет количества вещества гидроксида бария, находящегося в растворе: $m(\text{раствора}) = 41 \text{ мл} \cdot 1.22 \text{ г/мл} = 50 \text{ г}$ $m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 50 \text{ г} \cdot 0,171 = 8,56 \text{ г}$ $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 8,56 \text{ г} / 171 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}$	1 балл
Расчет количества вещества серной кислоты, находящейся в растворе: $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,54 \text{ моль/л} \cdot 0,0185 \text{ л} = 0,01 \text{ моль}$	1 балл
Расчет остаточного количества вещества гидроксида бария, вступившего в реакцию с серной кислотой (не вступившего в реакцию с углекислым газом) по уравнению 4 $\begin{array}{r} X \text{ моль} \qquad \qquad \qquad 0,01 \text{ моль} \\ \text{Ba}(\text{OH})_2 \text{-----} \text{H}_2\text{SO}_4 \\ 1 \text{ моль} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ моль} \\ X = 0,01 \text{ моль} \end{array}$	1 балл
Расчет количества вещества гидроксида бария, вступившего в реакцию 3 с углекислым газом Было 0,05 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ Вступило в реакцию с серной кислотой (осталось после реакции 3) 0,01 моль $0,05 \text{ моль} - 0,01 \text{ моль} = 0,04 \text{ моль}$	1 балл
Расчет количества вещества углекислого газа, вступившего в реакцию 3 (образовавшегося в реакциях 1 и 2) $\begin{array}{r} X \text{ моль} \qquad \qquad \qquad 0,04 \text{ моль} \\ \text{CO}_2 \text{-----} \text{Ba}(\text{OH})_2 \\ 1 \text{ моль} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ моль} \\ X = 0,04 \text{ моль} \end{array}$	1 балл

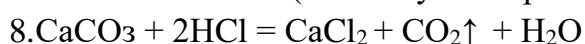
<p>Расчет массы оксида меди (II), вступившего в реакцию 1</p> $\begin{array}{ccc} \text{а г} & & \text{х моль} \\ \text{СиО} & \text{-----} & \text{СО}_2 \\ 80 \text{ г} & & 1 \text{ моль} \end{array}$ <p>$a=80x$ (г)</p>	1 балл
<p>Расчет массы оксида свинца (II), вступившего в реакцию 2</p> $\begin{array}{ccc} \text{в г} & & \text{у моль} \\ \text{РbО} & \text{-----} & \text{СО}_2 \\ 223 \text{ г} & & 1 \text{ моль} \end{array}$ <p>$v=223y$ (г)</p>	1 балл
<p>Составление и решение системы уравнений с двумя неизвестными $x+y=0,04$ (общее количество вещества углекислого газа) $a+v=4,63$ (масса исходной смеси оксидов) $y=0,04-x$ $80x+223y=4,63$ $80x+8,92-223x=4,63$ $4,29=143x$ $x=0,03$ $y=0,01$ $a=80x=2,4$ (г) $v=223y=2,23$ г ($4,63-2,2=2,23$ г)</p>	2 балла Другой правильный вариант составления системы и ее решения оценивать в 2 балла
<p>Расчет массовой доли каждого оксида в исходной смеси</p> $W(\text{СиО}) = m(\text{СиО}) / m(\text{смеси}) = 2,4 / 4,63 = 0,5183(52\%)$ $W(\text{РbО}) = m(\text{РbО}) / m(\text{смеси}) = 2,23 / 4,63 = 0,4817(48\%)$ <p>[100%-52%=48%]</p>	1 балл
<p>Расчет объема угарного газа, вступившего в реакцию 1 и 2</p> $n(\text{СО}) = n(\text{СО}_2) = 0,04 \text{ моль}$ $V(\text{СО}) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 0,04 \text{ моль} = 0,896 \text{ л}$	1 балл
Другой правильный вариант решения оценивать максимум в 15 баллов	Итого - 15 баллов

Задача 3.

Имея в своем распоряжении только воду, мел и поваренную соль, получите не менее 10 неорганических соединений. Выбор процессов и условий их проведения не ограничен. (13 баллов)

Решение:

- $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ (прокаливание)
- $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$
- $2\text{NaCl}_{(\text{расплав})} = 2\text{Na} + \text{Cl}_2$ (электролиз расплава)
- $2\text{NaCl}_{(\text{раствор})} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ (электролиз раствора)
- $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



Вещества:

1. Оксид кальция - CaO
2. Углекислый газ - CO₂
3. Гидроксид кальция- Ca(OH)₂
4. Натрий - Na
5. Хлор - Cl₂
6. Гидроксид натрия- NaOH
7. Карбонат натрия - Na₂CO₃
8. Гидрокарбонат натрия - NaHCO₃
9. Соляная кислота - HCl
10. Хлорид кальция - CaCl₂

За каждое вещество по 0,5 балла (возможны другие варианты веществ), не больше 10 веществ, всего 5 баллов.

За каждое правильно написанное уравнение реакции с коэффициентами по 1 баллу (возможны другие варианты уравнений), не больше 8 баллов.

Итого -13 баллов.

Задача 4.

При взаимодействии 11,2 г металла 8 группы Периодической системы с хлором образовалось 32,5 г хлорида. Определите, какой это металл?

Решение

Действия (элементы содержания)	Баллы
Расчет относительной молекулярной массы хлорида металла в общем виде $\text{Ar}(\text{Me}) - x$ $M_r(\text{MeCl}_y) = x + 35,5y$	1 балл
Расчет количества вещества металла $n(\text{Me}) = 11,2/x$ (моль)	1 балл
Расчет количества вещества хлорида металла $n(\text{MeCl}_y) = 32,5 / (x + 35,5y)$	1 балл
Составление и решение уравнения $11,2/x = 32,5 / (x + 35,5y)$ $32,5x = 11,2(x + 35,5y)$ $32,5x = 11,2x + 397,6y$ $21,3x = 397,6y$ $x = 18,7y$	1 балл
Установление металла по его атомной массе Если $y=1$, то $\text{Ar}(\text{Me}) = 18,7$. Такого металла в 8 группе	2 балла

нет; Если $y=2$, то $A_r(\text{Me}) = 18,7 \cdot 2 = 37,4$. Такого металла в 8 группе нет; Если $y=3$, то $A_r(\text{Me}) = 18,7 \cdot 3 = 56,1$. Это железо Формула хлорида FeCl_3	
<i>Другой правильный вариант решения оценивать максимум в 6 баллов</i>	Итого 6 баллов

5. Экспериментальная задача.

В пронумерованных пробирках имеются растворы хлорида натрия, хлорида магния и хлорида алюминия. В вашем распоряжении имеется оборудование и реактивы: спиртовка, спички, пробиркодержатель, серная кислота, карбонат натрия, гидроксид калия, оксид меди (II). Определите содержимое каждой пробирки, используя необходимые реактивы из предложенных. Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионном видах. (14 баллов)

Решение:

Действия (элементы содержания)	Баллы
Во все пробирки добавим гидроксид калия. В пробирке № 1 изменений нет. Следовательно, там раствор хлорида натрия.	1 балл
В пробирке № 2 появляется помутнение, не исчезающее при дальнейшем приливании щелочи. (1 балл) $\text{MgCl}_2 + 2 \text{KOH} = 2 \text{KCl} + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ (1 балл) $\text{Mg}^{2+} + 2\text{Cl}^- + 2 \text{K}^+ + 2\text{OH}^- = 2 \text{K}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ (1балл) $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ (1балл)	3 балла
В пробирке № 3 при добавлении щелочи появляется осадок, который при дальнейшем добавлении щелочи исчезает, идут реакции. (1 балл) $\text{AlCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{KCl}$ (1 балл) $\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^- + 3\text{K}^+ + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{K}^+ + 3\text{Cl}^-$ (1 балл) $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ (1 балл) $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{KOH} = \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ (1 балл) Возможны другие варианты солей: Na_3AlO_3 , $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, NaAlO_2 .	5 баллов
Возможна реакция ионного обмена с участием воды $3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2 \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 + 6 \text{NaCl}$ (2 балла) Тогда признаками реакции будут образование осадка и выделение газа. (2 балла)	4 балла
Хлорид натрия не реагирует ни с одним из предложенных реагентов.	1 балл
	Итого- 14 баллов.