2022-2023 уч. год

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап (решение)
9 класс

Задание 1.

X – символ элемента, который важен для всех форм жизни. Он необходим для нормального функционирования клеточных систем. Входит в состав фермента, который ускоряет разложение гидрокарбонатов в крови и тем самым обеспечивает необходимую скорость процессов дыхания и газообмена. Входит также в состав гормона инсулина, регулирует уровень сахара в крови.

Определите X и напишите уравнения реакций, отвечающие следующей схеме (коэффициенты на схеме не приведены; точками обозначены пропущенные формулы).

$X + NaOH + H_2O \Rightarrow H_2 + \ldots$

$XCl_2 + NaHCO_3 \Rightarrow XCO_3 + CO_2 + \ldots + \ldots$

$X + HCl \Rightarrow H_2 + \ldots$

$XCO_3 + HNO_3 \Rightarrow X(NO_3)_2 + \ldots + \ldots$

$X(NO_3)_2 + NaOH_{нед} \Rightarrow \ldots + \ldots$

$X(NO_3)_2 + NaOH_{изб} \Rightarrow \ldots + \ldots$

$X + O_2 \Rightarrow \ldots$

$X(OH)_2 + SiO_2 \Rightarrow \ldots + \ldots$

$X + KClO_3 + KOH \Rightarrow \ldots + KCl + \ldots$

Решение задания № 1

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	**Баллы**
Определен элемент **X –** цинк	**1 балл**
<u>Уравнения реакций:</u> 1. $Zn + 2NaOH + 2H_2O \Rightarrow H_2 + Na_2[Zn(OH)_4]$ 2. $ZnCl_2 + 2NaHCO_3 \Rightarrow ZnCO_3 + CO_2 + 2NaCl + H_2O$ 3. $Zn + 2HCl \Rightarrow H_2 + ZnCl_2$ 4. $ZnCO_3 + 2HNO_3 \Rightarrow Zn(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O$ 5. $Zn(NO_3)_2 + 2NaOH_{нед} \Rightarrow Zn(OH)_2 + 2NaNO_3$ 6. $Zn(NO_3)_2 + 4NaOH_{изб} \Rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaNO_3$ 7. $2Zn + O_2 \Rightarrow 2ZnO$ 8. $Zn(OH)_2 + SiO_2 \Rightarrow ZnSiO_3 + H_2O$ 9. $3Zn + KClO_3 + 6KOH \Rightarrow 3K_2ZnO_2 + KCl + 3H_2O$	**9 баллов** (по 1 баллу за уравнение реакции с коэффициентами)
Итого	**10 баллов**

Задание 2.

В сульфиде металла IIIA-группы массовая доля металла относится к массовой доле неметалла как 9:16, а общее число атомов в образце сульфида

относится к числу Авогадро как 31:50. Определите массу образца сульфида металла.

Решение задания № 2

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
Общая формула: Me_2S_3 Пусть M (Me) = x г/моль. По формуле: n (Me) = 2 моль, n (S) = 3 моль Тогда M (Me_2S_3) = 2x + 3·32 = 2x + 96 г/моль	**1 балл**
Вычислим молярную массу металла. $\omega (Me) = \frac{2x}{2x+96}$ $\omega (S) = \frac{96}{2x+96}$ $\omega (Me) : \omega (S) = \frac{2x}{2x+96} : \frac{96}{2x+96} = 9 : 16$ $2x = \frac{9 \cdot 96}{16}$ 2x = 54 x = 27 M(Me) = 27 (г/моль), металл - алюминий	**1 балл**
Вычислим общее число атомов в образце. $N_{ат} (Me + S) = \frac{N\text{Авогадро} \cdot 31}{50} = 6{,}02 \cdot 10^{23} \cdot 31 / 50 =$ $= 3{,}732402 \cdot 10^{23}$	**1 балл**
Вычислим массу образца. $N (Me + S) = \frac{N\text{ат} (Me + S)}{N\text{Авогадро}} = 3{,}732402 \cdot 10^{23} : 6{,}02 \cdot 10^{23} =$ = 0,62 моль M (Me_2S_3) = 2 · 27 + 96 = 150 г/моль m (Me_2S_3) = n · M = 0,62 · 150 = 93 г Ответ: 93 г	**1 балл**
Итого	**4 балла**

Задание 3.

Про три соли: **A, B** и **C** - известно следующее. Из соли **B** при ее нагревании с концентрированной серной кислотой может быть отогнана жидкость, в которой растворяется медь и выделяется бурый газ. Соль **B** окрашивает пламя горелки в желтый цвет. Соли **A** и **C** содержат одинаковый катион. Термический распад соли **A** сопровождается явлением, похожим на извержение вулкана. При этом выделяется малоактивный бесцветный газ. При взаимодействии с раствором нитрата серебра соли **C** образуется белый осадок, а при нагревании этой же соли со щелочью образуется бесцветный газ с резким запахом. Про какие соли идет речь в этом задании? Приведите

формулы и названия веществ. Ответ подтвердите уравнениями соответствующих реакций в молекулярном виде. Для реакций ионного обмена составьте сокращенные ионные уравнения.

Решение задания № 3

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	**Баллы**
Определены соли **A, B** и **C:** A – $(NH_4)_2Cr_2O_7$ – дихромат аммония B – $NaNO_3$ – нитрат натрия C – NH_4Cl – хлорид аммония	**3 балла (**по 1 баллу за формулу и название вещества)
Уравнения реакций: 1. $NaNO_3 + H_2SO_{4(конц)} = HNO_3 + NaHSO_4$ 2. $4HNO_3 + Cu = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$ 3. $(NH_4)_2Cr_2O_7 = N_2 + Cr_2O_3 + 4H_2O$ 4. $NH_4Cl + AgNO_3 = AgCl + NH_4NO_3$ $Cl^- + Ag^+ = AgCl$ 5. $NH_4Cl + KOH = KCl + NH_3 + H_2O$ $NH_4^+ + OH^- = NH_3 + H_2O$	**7 баллов (**по 1 баллу за уравнение реакции с коэффициентами)
Итого	**10 баллов**

Задание 4.

Имеется смесь двух оксидов железа (II) и (III), в которой массовая доля железа равна 71,7%. Определите массу раствора серной кислоты с массовой долей H_2SO_4 7%, необходимого для перевода 8,2 г указанных оксидов в соли.

Решение задания № 4

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	**Баллы**
1. Уравнения реакций: $FeO + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2O$ (реакция 1) $Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 3\ H_2O$ (реакция 2)	**2 балла**
2. Вычислим общую массу железа в смеси m Fe = $\frac{71{,}7\% \cdot 8{,}2г}{100\%}$ = 5,88 г	**1 балл**
3. Установим мольный состав смеси оксидов железа Пусть *x* моль – количество вещества FeO, а *y* моль - количество вещества Fe_2O_3. Тогда *72x* г – масса FeO и *56x* г – масса Fe в нем, а *160y* г – масса Fe_2O_3 и *112y* г - масса Fe в нём: $\begin{cases} 72x + 160y = 8{,}2 \\ 56x + 112y = 5{,}88 \end{cases}$ *x* = 0,025 моль, *y* = 0,04 моль	**2 балла**
4. Вычислим количество вещества серной кислоты, израсходованной в реакциях	**1 балл**

По реакции 1: n_1 (H_2SO_4) = n_1 (FeO) = 0,025 моль По реакции 2: n_2 (H_2SO_4) = 3· n_2 (Fe_2O_3) = 3 · 0,04 = 0,12 моль Вычислим общее количество вещества серной кислоты, израсходованной в реакции N = n_1 + n_2 = 0,025 + 0,12 = 0,145 моль	
5. Вычислим массу раствора израсходованной серной кислоты M (H_2SO_4) = 98 г/моль $m_{р.в.}$ (H_2SO_4) = 0,145 · 98 = 14,21 г $m_{р\text{-}ра}$ (H_2SO_4) = $\frac{14,21\ г}{0,07}$ = 203 г Ответ: 203 г	**1 балл**
Итого	**7 баллов**

Задание 5 (эксперимент)

В пробирках без этикеток находятся растворы веществ: сульфид калия, карбонат калия, нитрат серебра, хлороводородная кислота. Распознайте, в какой пробирке находится каждое вещество, имея в своем распоряжении только эти вещества. Составьте план-схему распознавания этих веществ. Укажите признаки реакций. Напишите необходимые уравнения реакций в молекулярном и сокращенном ионном виде.

Решение задания № 5

<table>
<tr><th>Содержание верного ответа и указания к оцениванию</th><th>Баллы</th></tr>
<tr><td>План-схема распознавания веществ:
<table>
<tr><th></th><th>K_2S</th><th>K_2CO_3</th><th>$AgNO_3$</th><th>HCl</th></tr>
<tr><td>K_2S</td><td>-</td><td>Изменений нет</td><td>+
Черный осадок</td><td>+
Газ с запахом тухлых яиц</td></tr>
<tr><td>K_2CO_3</td><td>Изменений нет</td><td>-</td><td>+
Осадок желтоватого цвета</td><td>+
Газ без цвета и запаха, не поддерж. горение</td></tr>
<tr><td>$AgNO_3$</td><td>+
Черный осадок</td><td>+
Осадок желтоватого цвета</td><td>-</td><td>+
Белый творожистый осадок</td></tr>
<tr><td>HCl</td><td>+
Газ с запахом тухлых яиц</td><td>+
Газ без цвета и запаха, не поддерж. горение</td><td>+
Белый творожистый осадок</td><td>-</td></tr>
</table></td><td>2 балла, из них 1 балл за составление таблицы или словесное описание алгоритма рассуждений + 1 балл за признаки реакций (по 0,2 балла за каждый признак)</td></tr>
<tr><td>Правильное определение вещества в пробирке</td><td>4 балла
(по 1 баллу за вещество)</td></tr>
<tr><td>Уравнения реакций:</td><td>5 баллов (по</td></tr>
</table>

1. $K_2S + 2AgNO_3 = 2KNO_3 + Ag_2S\downarrow$ $S^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2S\downarrow$ 2. $K_2S + 2HCl = 2KCl + H_2S\uparrow$ $2H^+ + S^{2-} = H_2S$ 3. $K_2CO_3 + 2HCl = 2KCl + CO_2\uparrow + H_2O$ $CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2\uparrow + H_2O$ 4. $K_2CO_3 + 2AgNO_3 = 2KNO_3 + Ag_2CO_3\downarrow$ $CO_3^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2CO_3$ 5. $HCl + AgNO_3 = HNO_3 + AgCl\downarrow$ $Cl^- + Ag+ = AgCl$	0,5 балла за молекулярное и 0,5 балла за сокращенное ионное уравнение)
Итого	**11 баллов**

Всего за все задания: 10 + 4 + 10 + 7 + 11 = 42 балла