

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2019-20 уч.год
Муниципальный этап
11 класс

Решения и критерии оценивания
Максимальное количество баллов - 50.

11-1

Соль А

В 100 г вещества масса неизвестного элемента X_1 составит

$$100 - 45 - 17 = 38 \text{ (г)}$$

Соотношение количества вещества атомов элементов O, Mg и X_1 , входящих в состав соли составит:

$$\begin{aligned} n(\text{Mg}) : n(\text{O}) : n(X_1) &= \frac{17 \text{ г}}{24 \text{ г/моль}} : \frac{45 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} : \frac{38 \text{ г}}{Z \text{ г/моль}} \\ &= 0,708 : 2,81 : \frac{38}{Z} \end{aligned}$$

Для приведения соотношения к целым числам разделим на меньшее и получим:

$$1 : 4 : \frac{53,7}{Z}$$

Подставляя вместо Z атомные массы элементов можно найти, что практически целое число (1,99) получается в случае молярной массы алюминия. Следовательно, $X_1 = \text{Al}$.

В этом случае брутто-формула соли будет иметь вид MgO_4Al_2 или $\text{Mg}(\text{AlO}_2)_2$ – алюминат магния.

Соль Б

Действуя по той же логической схеме, найдем формулу второго вещества.

Масса неизвестного элемента X_2 в этой порции вещества составит

$$100 - 49,2 - 1,5 - 30,8 = 18,5 \text{ (г)}$$

Соотношение числа атомов элементов N, O и X_2 , входящих в состав соли составит:

$$\begin{aligned} n(\text{Ca}) : n(\text{O}) : n(\text{H}) : n(X_2) &= \frac{30,8 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} : \frac{49,2 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} : \frac{1,5 \text{ г}}{1 \text{ г/моль}} : \frac{18,5 \text{ г}}{Z \text{ г/моль}} \\ \text{или} &= 0,77 : 3,08 : 1,5 : \frac{18,5}{Z} \end{aligned}$$

Для приведения соотношения к целым числам разделим на меньшее и получим:

$$1 : 4 : 2 : \frac{24}{Z}$$

Подставляя вместо Z атомные массы элементов можно найти, что при $Z = 12$ ($X_2 = \text{C}$) и при $Z = 24$ ($X_2 = \text{Mg}$).

В случае углерода простейшая формула соединения имеет вид $\text{CaO}_4\text{H}_2\text{C}_2$ соответствует формиату кальция $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$.

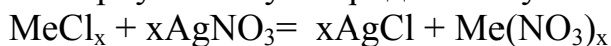
В случае Mg формула $\text{CaO}_4\text{H}_2\text{Mg}$ не отвечает реально существующей соли.

Критерии оценивания

1.	За расчет массы неизвестного элемента по 0,5 балла в каждой соли	1 балл
2.	За выражение соотношения количества вещества элементов по 2 балла	4 балла
3.	За определение неизвестного элемента в составе солей по 1 баллу	2 балла
4.	За установление формул солей по 1 баллу	2 балла
5.	За названия солей по 0,5 балла	1 балл
	Итого:	10 баллов

11-2

Молярную массу хлорида Б получим по осаждению хлорида серебра:



$n(\text{AgCl}) = n(\text{MeCl}_x) = 14,35 : 143,5 = 0,1$ моль; $M(\text{MeCl}_x) = 5,85 : 0,1 = 58,5$ г/моль.

Следовательно, соль Б - NaCl .

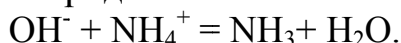
По уравнению электролиза



Образование соли А из газов возможно, если одним из газов был аммиак, а при смешении газов на свету образовался хлороводород:



Аммиак образуется в катодном пространстве при реакции щелочи с хлоридом аммония:



Он не восстанавливается на катоде. Этот вывод можно сделать даже без учета окислительно-восстановительных потенциалов, зная, что соли аммония по свойствам похожи на соли щелочных металлов, катионы которых не восстанавливаются из растворов.

Таким образом, на катоде образуется два объема газов, на аноде - один.

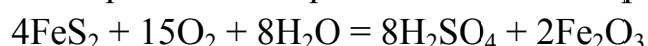
Соль А - NH_4Cl , соль Б - NaCl .

Критерии оценивания

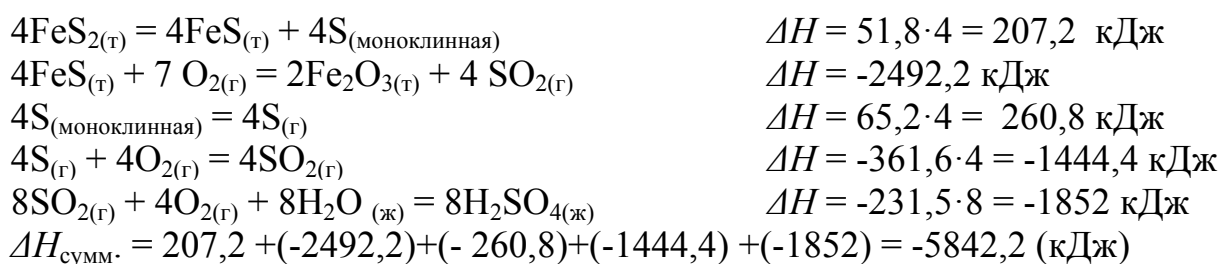
1.	За определение соли Б	1 балл
2.	За уравнение электролиза раствора хлорида натрия	1 балл
3.	За обоснованное установление катиона аммония	5 баллов
	Итого:	7 баллов

11-3

Суммарное уравнение образования серной кислоты из пирита



может быть представлено как сумма следующих процессов:



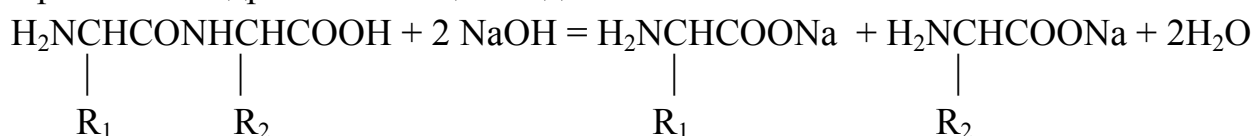
В последние годы серную кислоту практически не производят из пирита, поскольку он, как правило, содержит значительные примеси мышьяка, загрязняющего окружающую среду. Кроме того, при обжиге пирита образуется значительное количество твердых отходов (пиритных огарков).

Критерии оценивания

1.	За составление суммарного уравнения образования серной кислоты	4 балла
	За расчет теплового эффекта	3 балла
2.	За объяснение исключения пирита из возможного сырья	3 балла
	Итого:	10 баллов

11-4

Уравнение гидролиза в общем виде:



Молярная масса одной из солей рассчитывается по массовой доле натрия:

$$M = \omega(\text{Na}) : M(\text{Na}) = 0,2072 : 23 = 111 \text{ г/моль.}$$

$$\text{Количество вещества этой соли: } n = m : M = 1,11 : 111 = 0,1 \text{ моль.}$$

Молекулярная масса радикала, входящего в ее состав:

$$M(\text{R}) = 111 - M(\text{NH}_2) - M(\text{CH}) - M(\text{COONa}) = 111 - 16 - 13 - 67 = 15.$$

Этот радикал R_1 - CH_3 .

Определим второй радикал.

$$M(\text{дипептида}) = m : n = 14,6 : 0,1 = 146 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{R}_2) = M(\text{дипептида}) - M(\text{NH}_2) - M(\text{CHR}_1) - M(\text{CONH}) - M(\text{CH}) -$$

$$M(\text{COOH}) = 146 - 16 - 28 - 43 - 13 - 45 = 1$$

Этот радикал R_2 - H .

Таким образом, в результате реакции образовались аминокпропионовая и аминоксусная кислоты.

Для такого сочетания возможно существование двух пептидов:

1) $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ аланилглицин;

2) $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$ глицилаланин.

Рассчитаем объем раствора щелочи, вступившей в реакцию.

$$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{дипептида}) = 0,2 \text{ моль.}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 8 \text{ г.}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{NaOH}) : \omega(\text{NaOH}) = 8 : 0,12 = 66,7 \text{ г.}$$

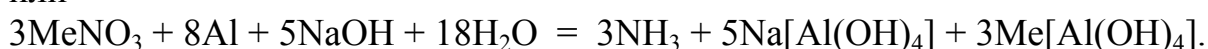
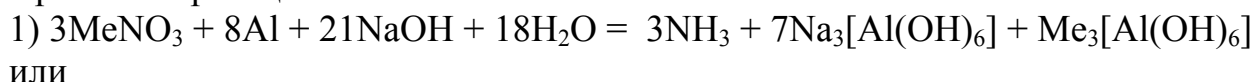
$$V = m_{\text{р-ра}} : \rho = 66,7 \text{ г} \cdot 1,2 \text{ г/мл} = 80 \text{ мл}$$

Критерии оценивания

1.	За уравнение гидролиза а общем виде	1 балл
2.	За установление состава радикалов R ₁ и R ₂ по 2 балла	4 балла
3.	За установление возможных формул дипептидов и названия по 2 балла	4 балла
4.	За расчет объема раствора щелочи	1 балл
	Итого	10 баллов

11-5

Уравнения реакций:



По уравнению 2: $n(\text{HNO}_3) = n(\text{NH}_3)$.

По условию:

$$n(\text{HNO}_3) = (m_{\text{р-ра}} \cdot \rho \cdot \omega(\text{HNO}_3)) : M(\text{HNO}_3) = (80\text{мл} \cdot 1,3\text{г/мл} \cdot 0,48) : 63 \text{ г/моль} = 0,792 \text{ моль}$$

По уравнению 1: $n(\text{NH}_3) = n(\text{MeNO}_3)$.

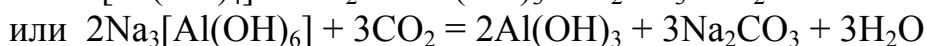
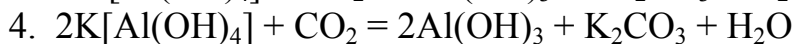
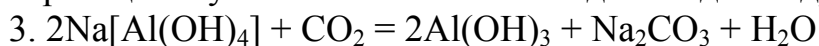
Отсюда молярная масса нитрата: $M = m(\text{MeNO}_3) : n(\text{MeNO}_3) = 80\text{г} : 0,792\text{моль} = 101 \text{ г/моль}$.

Молярная масса катиона металла: $101 - 62 = 39 \text{ г/моль}$.

Формула нитрата металла - KNO_3 .

В растворе остались гидроксокомплексы алюминия.

В реакции с углекислым газом выпадет осадок гидроксида алюминия:



Независимо от их состава, приведенного участником, общее количество вещества алюминия в комплексах и в осадке будет одинаковым.

Общее количество вещества комплексов: $n_{\text{общ}} = 0,792 \cdot 8 = 6,336 \text{ моль}$.

$n_{\text{общ}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = 6,336 \text{ моль}$, $m(\text{Al}(\text{OH})_3) = 6,336 \text{ моль} \cdot 78 \text{ г/моль} = 494,2 \text{ г}$.

Критерии оценивания

1.	За уравнение 1 в любом стехиометрическом соотношении	6 баллов
2.	За уравнение 2	1 балл
3.	За уравнения 3-4 в любом стехиометрическом соотношении по 0,5 балла	1 балл
4.	За определение катиона металла	3 балла
5.	За определение состава осадка	1 балл
6.	За расчет массы осадка	1 балл
	Итого:	13баллов