

Задача:

Для определения содержания хрома в феррохроме (сплав, состоящий в основном из железа и хрома и микроколичеств некоторых других элементов) навеску сплава растворяют в серной кислоте (концентрации 30–40%), раствор разбавляют водой, добавляют к нему избыток персульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ и кипятят до появления окраски марганцевой кислоты (если сплав не содержит марганца, то предварительно добавляют несколько капель раствора MnSO_4). По окончании реакции в раствор вводят дополнительное количество серной кислоты и индикатор, после чего проводят титрование солью Мора, представляющей собой двойной сульфат железа(II) и аммония. Содержание хрома в феррохроме рассчитывают исходя из количества соли Мора, израсходованной на титрование.

- 1) Какой вид титрования применяется для определения хрома данным методом?
- 2) Напишите уравнения реакций, происходящих при
 - а) растворении железа и хрома в составе сплава в серной кислоте;
 - б) кипячении раствора с персульфатом аммония (в том числе образование марганцевой кислоты);
 - в) титровании раствора солью Мора.
- 3) Рассчитайте содержание хрома в сплаве (в процентах по массе), если для его определения взяли 0,2 г сплава, а на титрование израсходовано 30 мл раствора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ с концентрацией 0,25 моль/л.

Решение:

- 1) Окислительно-восстановительное титрование.
- 2) а) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ (если железо частично окисляется до Fe^{3+} , для определения это не имеет значения, так как на следующей стадии оно в любом случае окисляется);
 $2\text{Cr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$;
б) $2\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;
 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 7\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4$;
 $2\text{MnSO}_4 + 5(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{HMnO}_4 + 5(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_4$.
в) $6(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 + \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = 6(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O}$.
- 3) Согласно уравнению реакции (в), 6 моль соли Мора взаимодействуют с 1 моль двуххромовой кислоты (что соответствует 2 моль хрома) 30 мл раствора с концентрацией 0,25 моль/л содержат 0,0075 моль соли Мора, таким образом в реакцию вступило 0,00125 моль $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, что соответствует 0,0025 моль хрома, или 0,13 г. Так как исходная навеска сплава составляет 0,2 г, содержание в нем хрома равно 65%.