**АМФОТЕРНЫЕ ОКСИДЫ И ГИДРОКСИДЫ**

Оксиды и гидроксиды многих переходных металлов имеют амфотерные свойства. Они нерастворимы в воде, но взаимодействуют и с кислотами, и со щелочами. При подготовке к ЕГЭ нужно усвоить материал о свойствах соединений цинка, бериллия, алюминия, железа, хрома. Рассмотрим основные реакции на примере цинка, алюминия и их соединений.

* 1. Основные свойства при взаимодействии с сильными кислотами:

ZnO + 2HCl = ZnCl2 + 2H2O

Zn(OH)2 + 2HCl = ZnCl2 + 2H2O

Al2O3 + 6HCl = 2AlCl3 + 3H2O

Al(OH)3 + 3HCl = AlCl3 + 3H2O

* 1. Кислотные свойства при взаимодействии со щелочами:

а) Реакции при сплавлении.

Формулу гидроксида цинка записывают в кислотной форме H2ZnO2 (цинковая кислота).

H2ZnO2  + 2NaOH = Na2ZnO2 + 2H2O (цинкат натрия)

ZnO + 2NaOH = Na2ZnO2 + H2O

Кислотная форма гидроксида алюминия H3AlO3 (ортоалюминиевая кислота), но она неустойчива, и при нагревании отщепляется вода: H3AlO3 – H2O = HAlO2, получается метаалюминиевая кислота.

По этой причине при сплавлении соединений алюминия со щелочами получаются соли – метаалюминаты:

Al(OH)3 + NaOH = NaAlO2 + 2H2O

Al2O3 + 2NaOH = 2NaAlO2 + H2O

б) Реакции в растворе происходят с образованием комплексных солей: Zn(OH)2 + 2NaOH = Na2 [Zn(OH)4]

ZnO + 2NaOH + 2H2O = Na2[Zn(OH)4] -

тетрагидроксоцинкат натрия.

Al(OH)3 + NaOH = Na[Al(OH)4]

Al2O3 + 2NaOH + 3H2O = 2Na[Al(OH)4] -

тетрагидроксоалюминат натрия.

При взаимодействии соединений алюминия со щелочами в растворе получаются разные формы комплексных солей:

Na[Al(OH)4] - тетрагидроксоалюминат натрия,

Na3[Al(OH)6] - гексагидроксоалюминат натрия,

Na[Al(OH)4 (H2O)2] - диакватетрагидроксоалюминат натрия.

Форма соли зависит от концентрации щелочи.

Соединения бериллия - ВеО и Ве(ОН)2 - взаимодействуют со щелочами аналогично соединениям цинка, соединения хрома (III) и железа (III) - Cr2O3, Cr(OH)3, Fe2O3, Fe(OH)3 - аналогично соединениям алюминия, но оксиды этих металлов взаимодействуют со щелочами только при сплавлении.

Cr2O3 + NaOH = NaCrO2 + H2O –

метахромит натрия, хромат (III) натрия.

Fe2O3 + 2NaOH = 2NaFeO2 + H2O –

феррит натрия, феррат (III) натрия.

При взаимодействии гидроксидов этих металлов со щелочами в растворе получаются комплексные соли с координационным числом **6**.

Гидроксид хрома (III) легко растворяется в щелочах.

Cr(OH)3 + 3NaOH = Na3[Cr(OH)6 –

гексагидроксохромат (III) натрия.

Гидроксид железа (III) имеет очень слабые амфотерные свойства, взаимодействует только с горячими концентрированными растворами щелочей: Fe(OH)3 + 3NaOH = Na3[Fe(OH)6] -

тетрагидроксоферрат (III) натрия.

Из рассматриваемых металлов с растворами щелочей взаимодействуют только Ве, Zn, Al:

Be + 2NaOH + 2H2O = Na2[Be(OH)4] + H2↑ -

тетрагидроксобериллат натрия.

2n + 2NaOH + 2H2O = Na2[Zn(OH)4] + H2↑

2Al + 2NaOH + 6H2O = 2Na[Al(OH)4] + 3H2↑

Железо и хром с растворами щелочей не реагируют, эти реакции возможны только при сплавлении с твёрдыми щелочами.

При рассмотрении способов разрушения комплексных солей можно выделить несколько случаев:

1. При действии избытка сильной кислоты получается две средних соли и вода:

Na[Al(OH)4] + 4HClизб. = NaCl + AlCl3 + H2O

K3[Cr(OH)6] + 6HNO3 изб. = 3KNO3 + Cr(NO3)3 + 6H2O

1. При действии недостатка сильной кислоты получается средняя соль активного металла, амфотерный гидроксид и вода:

Na[Al(OH)4] + HClнед. = NaCl + Al(OH)3↓ + H2O

K3[Cr(OH)6] + 3HNO3 нед. = 3KNO3 + Cr(OH)3↓ + 3H2O

1. При действии слабой кислоты получается кислая соль активного металла, амфотерный гидроксид и вода:

Na[Al(OH)4] + H2S = NaHS + Al(OH)3↓ + H2O

K3[Cr(OH)6] + 3H2CO3 = 3KHCO3 + Cr(OH)3↓ + 3H2O

1. При действии углекислого или сернистого газа получается кислая соль активного металла и амфотерный гидроксид:

Na[Al(OH)4] + CO2 = NaHCO3 + Al(OH)3↓

K3[Cr(OH)6]+ 3SO2 = 3KHSO3 + Cr(OH)3

1. При действии солей, образованных сильными кислотами и катионами Fe3+, Al3+ и Cr3+ происходит взаимное усиление

гидролиза, получается два амфотерных гидроксида и соль активного металла:

3Na[Al(OH)4] + FeCl3 = 3Al(OH)3↓ + Fe(OH)3↓ + 3NaCl

K3[Cr(OH)6] + Al(NO3)3 = Al(OH)3↓ + Cr(OH)3↓ + 3KNO3

**6.** При нагревании выделяется вода:

Na[Al(OH)4] = NaAlO2 + 2H2O

K3[Cr(OH)6] = KCrO2 + 2H2O + 2KOH

Для отработки умений можно выполнить следующие задания:

1. Составить уравнения четырёх возможных реакций между растворами гексагидроксохромата (III) калия, хлорида алюминия, сероводорода, соляной кислоты.

Ответ:

**1)** K3[Cr(OH)6 + AlCl3 = Cr(OH)3↓ +Al(OH)3↓ + 3KCl

**2)** K3[Cr(OH)6] + 3H2S = 3KHS + Cr(OH)3↓ + 3H2O

1. K3[Cr(OH)6] + 6HCl изб. = 3KCl + CrCl3 + 6H2O
2. K3[Cr(OH)6] + 3HCl нед. = 3KCl + Cr(OH)3↓ + 3H2O

**2.** Даны водные растворы гексагидроксохромата натрия, сернистого газа, бромида железа (III), гидроксида натрия.

Напишите уравнения четырёх возможных реакций между ними.

**3.** Напишите уравнения четырёх возможных реакций между растворами гексагидроксоалюмината калия, карбоната калия, угольной кислоты, хлорида хрома (III).

**4.** Осуществить превращения:

**HCl NaOH NaOH изб. H2SO4** t

ZnO → **🞨 → y → z** → **y** → ZnO

**KOH Н2O KOH HCl**

Al → Al(OH)3 → **🞨**  → **y** → **z** → Al(OH)3

**спл.**