

Cz. VI Amfotery i związki amfoteryczne

Amfotery to związki chemiczne, które posiadają jednocześnie właściwości kwasowe, jak i zasadowe, czyli reagują zarówno z kwasami i zasadami.

1. **Ważniejsze tlenki amfoteryczne:** ZnO, Al₂O₃, Cr₂O₃, MnO₂, BeO, reagują one z kwasami tworząc odrwienienie sole, natomiast w reakcji z silnymi zasadami (NaOH, KOH), powstają **związki kompleksowe**. Z reguły tlenki amfoteryczne nie reagują z wodą.
2. **Związki kompleksowe (koordynacyjne)** – związek chemiczny, w którym występuje jako atom centralny najczęściej atom metalu, połączony z jonami lub cząsteczkami obojętnymi (nazywamy je ligandami), a liczba ligandów jest większa od stopnia utlenienia metalu, związki kompleksowe zapisywane z użyciem nawiasów kwadratowych bez względu czy kompleks jest obojętny czy jonem. Przykład Na[Al(OH)₄], [Al(OH)₄]⁻. Atomem centralnym jest atom glinu a ligandami jony OH⁻. Kompleksy powstają poprzez powstawanie wiązań koordynacyjnych, w których donarami par elektronowych są ligandy a akceptorem par elektronowych jest atom centralny. (ligand jest zasadą, a tom centralny kwasem zgodnie z teorią kwasów i zasad Lewisa). Liczba atomów związana bezpośrednio z atomem centralnym jest liczba koordynacyjną. Przykład: Na[Al(OH)₄], (4), Na₃[Al(OH)₆], (6).
3. **Nazewnictwo kompleksów:**
 - w kolejności alfabetycznej wymienia się ligandy z podaniem ich liczby (liczebniki di, tri, tetra, itd. (nazwy ligandów: OH⁻ hydrokso, F⁻ fluoro, Cl⁻ chloro, CN⁻ cyjano, NH₃ amina, H₂O – akwa).
 - Na₃[Al(OH)₆] – heksahydroksoglinian sodu,
 - [Al(OH)₄]⁻ - anion tetrahydroksoglinu,
 - [Ni(H₂O)₂(NH₃)₄]SO₄ – **siarczan(VI) diakwatetraaminaniklu(II)**,
 - K₃[Fe(CN)₆] - heksacyjanożelazian(III)potasu,
 - [Ag(NH₃)₂]OH – wodorotlenek diaminasrebra(I).
4. **Ważniejsze wodorotlenki amfoteryczne;** Be(OH)₂, Zn(OH)₂, Cr(OH)₃, Al(OH)₃, Mn(OH)₄, Cu(OH)₂.

Przykładowe zadanie: Stop cynku, ołowiu i żelaza roztworzono w kwasie chlorowodorowym. Do tej mieszaniny dodano nadmiar NaOH. W jakiej postaci znajduje się cynk w końcowym roztworze.

Rozwiązanie – uwaga; kompleksy z reguły są dobrze rozpuszczalne w wodzie.

Wszystkie metale znajdują się w szeregu aktywności (napęciowym) przed wodorem, więc reagują z kwasem, chlorki metali tych rozpuszczalne w wodzie z wyjątkiem PbCl₂;

- $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2$,
- $2\text{Fe} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^- + 3\text{H}_2$,
- $\text{Pb} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{H}_2$.

PbCl₂ – nierozpuszczalny,

$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$ – nierozpuszczalny rdzawy galaretowaty osad,

$\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ - anion tetrahydroksocynkowy(II)

tetrahydroksocynkanian(II) sodu jest rozpuszczalny w wodzie.

Zadanie do samodzielnego rozwiązania.

Zad. 1. 1 g glinu wprowadzono do nadmiaru stężonego roztworu HCl i do stężonego roztworu NaOH. Czy w obu przypadkach doszło do rozтворzenia glinu, w której próbie i jaką objętość ewentualnie zajął wodór (objętość mierzona w warunkach normalnych).

Zad. 2. W 5-ciu probówkach znajdują się następujące kationy: Mg^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Mn^{4+} . Do wszystkich dodano nadmiar NaOH. W której probówce postanie osad.

Zad. 3. W którym z poniższych doświadczeń nie otrzyma się wodorotlenku cynku:

- I.** W 100cm^3 wody rozpuszczono 0,02mola $ZnSO_4$ i dodano 100cm^3 0,1molewgo roztworu NaOH,
- II.** W 100cm^3 wody rozpuszczono 0,01mola $ZnSO_4$ i dodano 200cm^3 0,1molewgo roztworu NaOH,
- III.** W 100cm^3 wody rozpuszczono 0,02mola $ZnSO_4$ i dodano 500cm^3 0,1molewgo roztworu NaOH

Początek rozwiązania:

Dla kompleksu tworzonego przez kation cynku Zn^{2+} należy przyjąć liczbę koordynacyjną 4, powstaje anion $[Zn(OH)_4]^{2-}$, kompleks ten jest rozpuszczalny w wodzie więc nie daje osadu. Warunkiem otrzymania osadu $Zn(OH)_2$ jest odpowiedni stosunek stechiometryczny Zn^{2+} do OH^- . Jeżeli ten stosunek jest ≥ 4 to nie powstanie osad wodorotlenku, ponieważ powstaje anion tetrahydroksocynku(II), który przejdzie do roztworu.

- **doświadczenie III:** $[Zn^{2+}] = 0,02\text{mola}$, $[OH^-] = 0,5\text{dm}^3 \times 0,1\text{mol/dm}^3 = 0,05\text{mola}$, stąd stosunek $[Zn^{2+}] : [OH^-] = 0,02 : 0,05 = 4$ więc nie powstanie osad $Zn(OH)_2$