

KEMIJSKE REAKCIJE

- REDOKS REAKCIJE
- REAKCIJE KOMPLEKSA
 1. u užem smislu
 2. reakcije taloženja i otapanja
 3. protolitičke reakcije
- REAKCIJE ASOCIJACIJE I DISOCIJACIJE – dolazi do disocijacije i asocijacije molekula, atoma i iona, npr.:
$$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2; \quad \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{I}; \quad \text{Hg}_2^{2+} \rightleftharpoons \text{Hg} + \text{Hg}^{2+}$$

PROTOLITIČKE REAKCIJE

- izmjena protona između kiselina i baza
- Arrhenius 18. st,
 - kiseline su spojevi koji disocijacijom u vodenoj otopini daju oksonijev (hidronijev), H_3O^+ , ion.
 - baze su spojevi koje disocijacijom u vodenoj otopini daju hidroksidni, OH^- , ion.

Brønsted-Lowry teorija kiselina i baza 20.st

- kiselina je kemijska vrsta koja daje proton (protondonor), a baza je vrsta koja prima proton (protonakceptor).



- svaka kiselina ima svoju konjugiranu (odgovarajuću) bazu – čestica preostala nakon što se kiselini oduzme proton



- svaka baza ima svoju konjugiranu kiselinu – čestica koja nastane kada se bazi doda proton



neutralizacija



kiselina 1 baza 2 baza 1 kiselina 2

- H_3O^+ ion – jaka kiselina, H_2O je njena konjugirana slaba baza
- OH^- ion – jaka baza, H_2O je njena konjugirana slaba kiselina
- spajanjem jake kiseline i jake baze nastaje otopina soli jake baze i jake kiseline
- $\text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$

hidroliza soli je suprotan proces neutralizaciji

otopina soli jake kiseline i jake baze



- ion Na^+ je kao konjugirana kiseline jake baze slabija kiselina od vode pa s njom neće reagirati
- ion Cl^- je kao konjugirana baza jake kiseline slabija baza od H_2O pa s njom neće reagirati
- **otopina je neutralna**

Hidroliza – cijepanje kemijske veze pod utjecajem vode
(*gr. lysis* – razdvajanje)

Hidroliza

- **sol**



- **metalnih iona**



- **estera i amida**

- **ATP-a**

- **polisaharida**

otopina soli slabe baze i jake kiseline



amonijak je slaba baza



klorovodična kiselina je jaka kiselina



- ion NH_4^+ je kao konjugirana kiselina slabe baze jača kiselina od vode pa će s njom reagirati i dati joj proton



- otopina je kisela

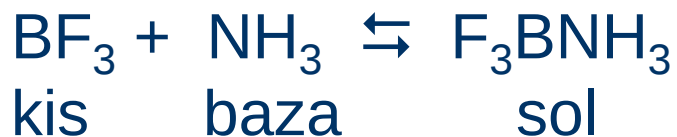
otopina soli slabe kiseline i jake baze

- $\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$ kalijev hidroksid je jaka lužina
(ili točnije $\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{K}(\text{H}_2\text{O})]^+ + \text{OH}^-$)
- $\text{HCN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CN}^-$ cijanovodična kiselina je
slaba kiselina
- $\text{KCN} \rightarrow \text{K}^+ + \text{CN}^-$
- ion CN^- je kao konjugirana baza slabe kiseline jača baza od vode pa će s njom reagirati
- $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$
- otopina je lužnata

Lewis 20. st.

- baza je tvar koja posjeduje slobodan elektronski par
- kiselina je tvar koja se radi nedostatka elektrona može vezati na taj slobodan elektronski par

- kiselina uopće ne mora imati proton



- $\text{AlCl}_3 + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AlCl}_4^-$
- kis baza sol

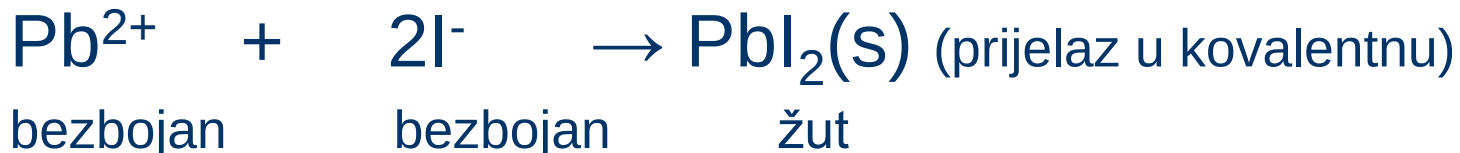
REAKCIJE KOMPLEKSA U UŽEM SMISLU

- ili nastaju ili se raspadaju ili se mijenjaju kompleksni spojevi
- reakcije između iona u otopini
- reakcije supstitucije – reakcije pri kojima dolazi do izmjene liganada
- otapanje elektrolita u vodi

REAKCIJE TALOŽENJA I OTAPANJA

- u kristalnoj rešetki kationi su obavijeni točno određenim brojem aniona (koordinacijski broj kationa)
- taložne reakcije (proces kristalizacije)
koncentracija iona otopljene tvari u otopini mora biti veća od topljivosti te tvari u datim uvjetima
- $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl (s)}$

- polarizacija aniona uzrokuje djelomični prijelaz ionske u kovalentnu vezu – promjena boje taloga u odnosu na boju otopine



- talozi u kojima je veza između iona, odnosno atoma, manje ili više kovalentne prirode obično su **teško topljivi**.

SLOŽENE REAKCIJE

- istovremeno se odvija više nego jedna vrsta kemijske reakcije

reakcija



sastoji se od:

- *raspadanja kompleksnog iona*



- *prijelaza protona*



- *izmjene liganada*



Reakcije u otopinama

- većina kemijskih reakcija provodi se u otopinama
- završna (ekvivalentna) točka reakcije - trenutak kada reaktanti kvantitativno potpuno izreagiraju
- izreagirane količine reaktanata u završnoj točki moraju biti ekvivalentne, a određene su jednažbom kemijske reakcije

kod protolitičkih reakcija dolazi do izmjene protona između protondonora (kiseline) i protonakceptora (baze)

npr. u reakciji



množine jedinki reaktanata su ekvivalentne kada je množina jedinki NaOH dva puta veća od množine jedinki H_2SO_4

$$\mathbf{n(\text{NaOH}) = 2 n(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

$$c(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) / V(\text{NaOH})$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) / V(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$\mathbf{c(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) = 2 \times c(\text{H}_2\text{SO}_4) \times V(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

ako je npr. $c(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol dm}^{-3}$, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.3 \text{ mol dm}^{-3}$, $V(\text{NaOH}) = 30 \text{ cm}^3$
onda je, da bi se neutralizacija potpuno izvršila, potrebno u 30 cm^3 otopine NaOH dodati:

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) / 2 \times c(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$\mathbf{V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1 \text{ mol dm}^{-3} \times 0.03 \text{ dm}^3 / 2 \times 0.3 \text{ mol dm}^{-3} = 0.005 \text{ dm}^3 = \mathbf{5 \text{ cm}^3}}$$

•neutralizaciju baze kiselinom možemo općenito prikazati jednadžbom



jedan proton (vodikov ion) koji ionizacijom daje jedinka kiseline ekvivalentan je jednom hidroksidnom ionu koji ionizacijom daje jedinka baze

Općenito vrijedi:

ekvivalentna jedinka kiseline (ili baze) jest ona jedinka koja u određenoj protolitičkoj reakciji daje (ili veže) proton.

ekvivalentne jedinke kiselina su npr: 1 HCl, 1 HNO₃, 1/2 H₂SO₄, 1/3 H₃PO₄...

ekvivalentne jedinke baza su npr.: NaOH, NH₃, 1/2 Ba(OH)₂, 1/3 Al(OH)₃ ...

Kod **redoks reakcija** dolazi do prijelaza elektrona s elektrodona (redukcijsko sredstvo) na elektronakceptor (oksidacijsko sredstvo)

npr.

U reakciji između FeSO_4 kao redukcijskog sredstva i KMnO_4 kao oksidacijskog sredstva u kiselj (sulfatnoj otopini) elektrondonor je Fe^{2+} ion, a elektronakceptor je permanganat ion



Vidimo da je 5Fe^{2+} , odnosno 5FeSO_4 ekvivalentno jednoj jedinki MnO_4^- , odnosno KMnO_4 .

$$\begin{aligned} n(\text{FeSO}_4) &= 5 n(\text{KMnO}_4) \\ c(\text{FeSO}_4) \times V(\text{FeSO}_4) &= 5 c(\text{KMnO}_4) \times V(\text{KMnO}_4) \end{aligned}$$

Izračunajmo npr. koliko cm^3 otopine KMnO_4 koncentracije 0.1 mol dm^{-3} je potrebno da u potpunosti oksidira 10 cm^3 kisele otopine FeSO_4 koncentracije 0.2 mol dm^{-3} .

$$c(\text{FeSO}_4) = 0.05 \text{ mol dm}^{-3}; V(\text{FeSO}_4) = 30 \text{ cm}^3; c(\text{KMnO}_4) = 0.1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V(\text{KMnO}_4) = c(\text{FeSO}_4) \times V(\text{FeSO}_4) / 5 \times c(\text{KMnO}_4)$$

$$V(\text{KMnO}_4) = 0.2 \text{ mol dm}^{-3} \times 0.01 \text{ dm}^3 / 5 \times 0.1 \text{ mol dm}^{-3} = 0.012 \text{ dm}^3 = \mathbf{4 \text{ cm}^3}$$

Općenito vrijedi: **ekvivalentna jedinka** oksidacijskog sredstva (ili redukcijskog sredstva) jest ona jedinka koja u određenoj redoks-reakciji prima (ili daje) elektron.

Tako je u navedenom primjeru ekvivalentna jedinka kalijevog permanganata $\frac{1}{5} \text{KMnO}_4$, a ekvivalentna jedinka željezovog(II) sulfata je 1FeSO_4