

10) CHEM. ROVNOVAHA (s důrazem na SOUCIN ROZPUSTNOSTI)

VIE. E. 6 (REAKCE KINETIKA)

→ charakterizuj chem. rovnováhu z hlediska koncentrací včl. l a produktů, probíhající chem. děje, ΔG , ΔS

• na př. $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ vysvětli a popiš grafy



- ODVOD GULDBERG-WAAGŮV ZÁKON; PRINCIP AKCE A REAKCE
- ROVNOVÁŽNÁ KONSTANTA - VÝZNAM (je hodnota rovnovážné konstanty orientovaná katalyzátorem?)

- CO TO ZNAMENÁ, KDYŽ JE VYSOKÁ HODNOTA ROVNOVÁŽNÉ KONSTANTY
- ZAPIS ROVNOVÁŽNÉ KONSTANTY OXIDACE SO_2
- ROZKLAD BROMOVODÍKY V PLYNNÉ FÁZI JE ENDOTERMNÍ DĚJ
- KONCENTRÁCI BROMU V ROVNOVÁŽNÉ SMĚSI ZVÍŠÍME JAKÝM ZPŮSOBEM?

EXTR. ROZP. < $LiClO_3$ > VĚTŠINA SOLÍ < HgS > EXTR. NEROZP.

SOUCIN ROZPUSTNOSTI (VIZ PŘÍLOHA + PŘ!) -

soli → všechny více či méně rozpustné (běh je jako silné elektrolyty!)

→ pojem **ROZPUSTNOST VE H_2O** (mn. soli (g) ve 100g H_2O při x °C)

→ znát přehled **ROZPUSTNOSTI LÁTEK (!)**

NO_3^-	(vše) → ALO
Cl^-	$AgCl$; $PbCl_2$; Hg_2Cl_2 (NE)
SO_4^{2-}	(Ca , Sr , Ba ; Hg_2^{II} , Hg^{II} , Pb^{II} , Ag_2^I) → NE
OH^-	(NE; pouze IA + Sr , Ba)
CO_3^{2-}	(NE; pouze IA)
S^{2-}	(I. a II. A, NH_4^+ → ALO)

Hg_2Cl_2 (KALOMEL) X $HgCl_2$ (SUBLIMÁT) (JED. ROZP. ČAS)
NEROZPUSTNÁ (LAXATIVUM = PROJIMADLO)

SOUCIN ROZPUSTNOSTI:

→ charakterizuj součin rozpustnosti z hlediska chem. rovnováhy (př. $AgCl$)

HETEROGENNÍ ROVNOVAHA mezi nerozp. solí a jejími ionty $n \cdot O$ JE CHARAKTERIZOVÁNA ROVNOVÁŽNOU KONSTANTOU = **SOUCIN ROZPUSTNOSTI (K_s)**



CHARAKTERIZUJE ROZPUSTNOST MÁLA ROZP. SOLÍ (ZOUŠÍ NA T)

K_s (obecně) SOUCIN KONCENTRACÍ HYDRAT. IONTŮ n NA ST. O UMOCNĚNÝCH STECH. KOEFICIENTY

- JAK SOUVISÍ ROZPUSTNOST LÁTKY S HODNOTOU K_s ?
- Pro jaké koncentrace hydratovaných iontů a začne z roztoku vylučovat sraženina?

SOUCIN KONC. IONTŮ < K_s (O) - NIC
[I] · [J] · [L] > K_s VYLUCÍ
SE PŘÁVE TOLIK SRAŽENINY, ŽE [J][L] = K_s

UMOŽŇUJE URCIT ROZPUSTNOST DANÝCH L. VE H_2O POROVNAT ROZPUSTNOST SOLÍ (POZOR PŘ. $AgCl$!!) ↑ K_s ⇒ ↑ ROZP.

SRAŽENINA x n OKÁTEKŮ IODI
SOUCIN KONC. > NE K_s ⇒ SRAŽENIN

**PŘÍKLADOVÁ ČÁST
SOUČINU ROZPUSTNOSTI**

1. Vypočítejte součin rozpustnosti PbS, je-li rozpustnost této látky $1,84 \cdot 10^{-14}$ mol · dm⁻³.

Řešení:
a) sulfid olovnatý má vzorec PbS, proto platí: $[PbS] = [Pb^{2+}] = [S^{2-}] = 1,84 \cdot 10^{-14}$
b) vyjdeme-li z definice součinu rozpustnosti, můžeme psát:
 $K_S = [1,84 \cdot 10^{-14}] \cdot [1,84 \cdot 10^{-14}] = 3,39 \cdot 10^{-28}$

Odpověď: Součin rozpustnosti sulfidu olovnatého je $3,39 \cdot 10^{-28}$.

2. Vypočítejte součin rozpustnosti Ag₂S, je-li rozpustnost této látky $2,51 \cdot 10^{-17}$ mol · dm⁻³.

Řešení:
a) Sulfid stříbrný má vzorec Ag₂S, proto platí: $[Ag_2S] = [S^{2-}]$
b) Z uvedeného vzorce je zřejmé, že koncentrace iontů stříbrných bude v porovnání s koncentrací iontů sulfidických a tedy i s koncentrací sulfidu stříbrného dvojnásobná.
c) Nyní již víme vše potřebné, abychom mohli napsat vztah pro výpočet součinu rozpustnosti sulfidu stříbrného: $K_S = [Ag^+]^2 \cdot [S^{2-}]$
Po dosazení: $K_S = [5,02 \cdot 10^{-17}]^2 \cdot [2,51 \cdot 10^{-17}] = 6,33 \cdot 10^{-50}$

Odpověď: Součin rozpustnosti sulfidu stříbrného je $6,33 \cdot 10^{-50}$.

5. Roztok jodidu olovnatého obsahuje v 1 dm³ 0,307 g jodidových iontů. Vypočítejte součin rozpustnosti této látky.

Řešení:
a) V tabulkách vyhledáme relativní atomovou hmotnost jodu a ze vztahu $n = m / A$, vypočteme látkové množství jodidových iontů v roztoku
 $n(I) = 126,9 \quad n = 0,307 / 126,9 = 2,42 \cdot 10^{-3}$ mol · dm⁻³
b) Jodid olovnatý má vzorec PbI₂, proto platí: $[Pb^{2+}] = 1/2 [I^-]$
Po dosazení: $[Pb^{2+}] = 2,42 \cdot 10^{-3} / 2 = 1,21 \cdot 10^{-3}$ mol · dm⁻³
c) Vyjdeme-li z definice součinu rozpustnosti, můžeme psát: $K_S = [Pb^{2+}] \cdot [I^-]^2$
Po dosazení: $K_S = [1,21 \cdot 10^{-3}] \cdot [2,42 \cdot 10^{-3}]^2 = 7,09 \cdot 10^{-9}$

Odpověď: Součin rozpustnosti jodidu olovnatého je $7,09 \cdot 10^{-9}$.

6. Součin rozpustnosti AgBr je $4,90 \cdot 10^{-13}$. Vypočítejte jeho rozpustnost v mol · dm⁻³.

Řešení:
a) Bromid stříbrný má vzorec AgBr, a proto platí: $[AgBr] = [Ag^+] = [Br^-]$
b) Jestliže vyjdeme z definice součinu rozpustnosti a koncentraci stříbrných iontů si označíme x, můžeme psát: $[Ag^+] = x; K_S = x^2$. Po dosazení:
 $4,90 \cdot 10^{-13} = x^2$
 $x = 7 \cdot 10^{-7}$ mol · dm⁻³

Odpověď: Rozpustnost bromidu stříbrného je $7 \cdot 10^{-7}$ mol · dm⁻³.

7. Součin rozpustnosti Ag₂S je $6,31 \cdot 10^{-50}$. Vypočítejte jeho rozpustnost v mol · dm⁻³.

Řešení:
a) Sulfid stříbrný má vzorec Ag₂S, a proto platí: $[Ag_2S] = 1/2 [Ag^+] = [S^{2-}]$
b) Nyní využijeme vztah pro výpočet součinu rozpustnosti sulfidu stříbrného:
 $K_S = [Ag^+]^2 \cdot [S^{2-}]$
Pokud koncentraci sulfidových iontů označíme x, můžeme psát: $[Ag^+] = 2x$. Dosazením do výše uvedeného vztahu získáme:
 $6,31 \cdot 10^{-50} = (2x)^2 \cdot x$
 $6,31 \cdot 10^{-50} = 4x^3$
 $x = 2,51 \cdot 10^{-17}$

Odpověď: Rozpustnost sulfidu stříbrného je $2,51 \cdot 10^{-17}$ mol · dm⁻³.

9. Rozhodněte, která z uvedených látek je nejméně rozpustná:

- A) $K_S(AgBr) = 4,90 \cdot 10^{-13}$ $K_S(AgCl) = 1,78 \cdot 10^{-10}$ $K_S(AgI) = 8,31 \cdot 10^{-17}$
- B) $K_S(AgI) = 8,31 \cdot 10^{-17}$ $K_S(BaSO_4) = 1,08 \cdot 10^{-10}$ $K_S(PbS) = 3,40 \cdot 10^{-28}$
- C) $K_S(PbS) = 3,40 \cdot 10^{-28}$ $K_S(AgBr) = 4,90 \cdot 10^{-13}$ $K_S(HgI_2) = 3,16 \cdot 10^{-29}$

Řešení A:
Součin rozpustnosti všech uvedených sloučenin lze vyjádřit vztahem $K_S = x^2$, kde x je koncentrace rozpustné soli, ale i příslušného aniontu nebo kationtu. Je jasné, že nejméně rozpustná bude ta látka, jejíž součin rozpustnosti má nejmenší hodnotu.

Odpověď: Z uvedených sloučenin je nejméně rozpustný jodid stříbrný.

Řešení B:
Součin rozpustnosti všech uvedených sloučenin lze podobně jako v bodě a) vyjádřit vztahem $K_S = x^2$, to znamená, že nejméně rozpustná bude látka jejíž součin rozpustnosti má nejmenší hodnotu.

Odpověď: Z uvedených sloučenin je nejméně rozpustný sulfid olovnatý.

Řešení C:
a) Součin rozpustnosti sulfidu olovnatého i bromidu stříbrného lze vyjádřit vztahem $K_S = x^2$, to znamená, že z těchto dvou sloučenin bude méně rozpustný sulfid olovnatý, jehož součin rozpustnosti má menší hodnotu.

b) Nyní je třeba ještě rozhodnout, zda bude rozpustnější sulfid olovnatý nebo jodid ruťnatý. V tomto případě však použijeme porovnání hodnot součinu rozpustnosti těchto látek. Součin rozpustnosti sulfidu olovnatého lze vyjádřit obecným vztahem $K_S = x^2$, zatím co pro součin rozpustnosti jodidu stříbrného platí vztah $K_S = 4x^3$, kde x je koncentrace ruťnatých iontů nebo také přímo jodidu ruťnatého. Z tohoto důvodu musíme vycházet z koncentrace obou solí; kterou vypočteme ze součinu rozpustnosti.

- sulfid olovnatý:
 $K_S = x^2$ Po dosazení: $x^2 = 3,40 \cdot 10^{-28}$
 $x = 1,84 \cdot 10^{-14}$ mol · dm⁻³
ze vztahu pro výpočet součinu rozpustnosti sulfidu olovnatého plyne:
 $x = [Pb^{2+}] = [S^{2-}] = 1,84 \cdot 10^{-14}$ mol · dm⁻³

- jodid ruťnatý:
 $K_S = 4x^3$ Po dosazení: $4x^3 = 3,16 \cdot 10^{-29}$
 $x = 1,99 \cdot 10^{-10}$ mol · dm⁻³
ze vztahu pro výpočet součinu rozpustnosti jodidu ruťnatého plyne:
 $x = [Hg^{2+}] = [I^-] = 1,99 \cdot 10^{-10}$ mol · dm⁻³

Odpověď: Z vypočtených koncentrací je zřejmé, že méně rozpustný je sulfid olovnatý, i když jeho součin rozpustnosti má v porovnání s jodidem ruťnatým větší hodnotu.

Příklad

Určete rozpustnost CH₃COOAg ve vodě při teplotě 20 °C. Hodnota $K_S(CH_3COOAg)$ při této teplotě je $2 \cdot 10^{-3}$.

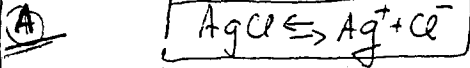
Kouk g $H_3C COOAg$ & rozpustn v 10l?

Řešení
Nejdříve zapíšeme příslušnou rovnovážnou soustavu a vyjádříme vztah pro K_S :
 $CH_3COOAg(s) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + Ag^+(aq)$
 $K_S = [CH_3COO^-][Ag^+]$
V roztoku octanu stříbrného je stejná koncentrace obou iontů. Ag^+ i CH_3COO^- . Tuto koncentraci označíme jako s, tedy
 $[Ag^+] = [CH_3COO^-] = s$
 $K_S = [Ag^+][CH_3COO^-] = s^2$
 $s^2 = 2 \cdot 10^{-3}$
 $s = 0,045$
Při teplotě 20 °C se v 1 dm³ vody rozpustí 0,045 molar octanu stříbrného.

1l - 0,045 mol (CH_3COOAg)
10l - 0,45 mol \Rightarrow m = 0,45 · M (CH_3COOAg)

UMĚT UJSVETLIT OVLIVŇOVÁNÍ ROZPUSTNOSTI (5.18 pt)

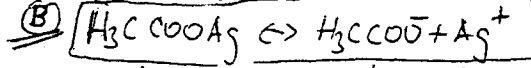
ZVÝŠENÍ ROZPUSTNOSTI →
SMĚZENÍ ROZPUSTNOST ←



↑ Ag^+ ⇒ ↑ $AgCl$ (zmenšen rozp.)

(↑ Cl^-)

kvůli dodáním rozp. NaCl



↑ Cl^- ⇒ ↓ Ag^+ ⇒ ↓ $H_3C COOAg$ (↑ rozp.)

(více)

ZVÝŠENÍ ROZP.

Ovlivňování rozpustnosti látek

Cvičení 3.18

Jak je možné změnit (např. zvýšit) rozpustnost CH_3COOAg ve vodě při stejné teplotě? Uvažujte, že v prvním případě došlo k porušení ustavené rovnováhy přidáním $AgNO_3$, ve druhém $NaCl$ do rovnovážné soustavy.

1. Přidáním $AgNO_3$ (rozpustné látky) do rovnovážné soustavy dojde k porušení ustavené rovnováhy, protože se v soustavě zvýší koncentrace iontů Ag^+ . V okamžiku přidání $AgNO_3$ je součin $[Ag^+][CH_3COO^-]$ větší/menší než K_s . Po určitém čase v nově ustavené rovnováze bude větší/menší koncentrace Ag^+ než CH_3COO^- . Došlo tedy ke zvětšení/zmenšení rozpustnosti CH_3COOAg ve vodě.

↓ ROZ

2. Po přidání chloridu sodného se v soustavě vytvoří sraženina $AgCl$. Tím se sníží koncentrace Ag^+ iontů a dojde k porušení rovnováhy. Proto se rozpustí další pevný CH_3COOAg . V nově ustaveném rovnovážném stavu je větší koncentrace iontů CH_3COO^- než Ag^+ , tedy došlo ke zvětšení/zmenšení rozpustnosti CH_3COOAg ve vodě.

↑ ROZ

PAMATUJ! ROZPUSTNĚJŠÍ SÚL EL VODIVĚJŠÍ (⇒ VÍCE IONTŮ)

! STA'LOST SRAŽENINY ↑ s ↓ K_s

• $K_s(BaSO_4) = 1,5 \cdot 10^{-9}$; $K_s(CaSO_4) = 2,4 \cdot 10^{-5}$

Která sůl je ve vodě rozpustnější?
Který z solí je elektricky vodivější?

• POKUD MÁME z SE STEJNOU KONCENTRACI Ba^{2+} ; Ca^{2+}

A ZAČEME DO UHO PŘIDÁVAT PO KAPKÁCH H_2SO_4

CO SE STANE? [pom. $K_s(BaSO_4) = 1,5 \cdot 10^{-9}$; $K_s(CaSO_4) = 2,4 \cdot 10^{-5}$]

NEJDÍVÍ SE VYLOUCÍ SRAŽENINA $BaSO_4$, PROTOŽE MÁ ↓ K_s , PAK $CaSO_4$

• Uveď koncentraci $CaSO_4$ v jeho nasyceném o, je-li rozpustnost této látky určena $K_s = 3 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$

P⁶ prvky-vzácné plyny-VIII.A skupina

(18 sk.)

- obecná elektronová konfigurace je $ns^2 np^6$ (p^6 prvky)

PRVEK	ZNAČKA	Z	EL.KONFIGURACE
HELIUM	He	2	$1s^2$
NEON	Ne	10	$(He)2s^2 2p^6$
ARGON	Ar	18	$(Ne)3s^2 3p^6$
KRYPTON	Kr	36	$(Ar)3d^4 4s^2 4p^6$
XENON	Xe	54	$(Kr)4d^10 5s^2 5p^6$
RADON	Rn	86	$(Xe)4f^14 5d^10 6s^2 6p^6$

- mají zcela zaplněnou valenční vrstvu 8 valenčními elektrony- elektronový oktet, **POZOR** He má pouze 2 val. el. tvoří el. dublet.
- Tato skutečnost se projevuje jejich obrovskou stabilitou(netečností, nereaktivnosti)- říkáme jim také inertní -netečné plyny.
- Nemají snahu vytvářet sloučeniny, jako jediné látky jsou tvořeny z nesloučených atomů, jediné plyny co píšeme jednoatomové
- Snahou („snem“ většího atomů je získat el. konfiguraci nejbližšího vzácného plynu
- Mají výjimečně nízké teploty tání(slabé Van der Waals síly)
- Nejnižší teplotu tání má Helium -272°C(bliží se absolutní nule), t.v -269°C
- Kapalně He je supravodivé a supratekuté, tzn. že má velmi malou viskozitu a výborně vede el. proud

VÝSKYT V PŘÍRODĚ:

- tvoří asi 1% vzduchu, nejvíce je argonu 0,933%
- na Zemi je He jen velmi málo, ale ve vesmíru je ho obrovské množství (2.nejrozšířenější prvek za H)

-He vzniká termojadernou fúzí v nitru hvězd při vysokých teplotách

-vyskytl se i jako produkty radioaktivních rozpadů nerostů

VLASTNOSTI:

- vše plynné látky
- netvoří za běžných podmínek molekuly, velmi stabilní
- vysoké hodnoty ionizační energie

VÝROBA:

Získávají se jako vedlejší produkty při destilaci zkapalněného vzduchu(trakční destilace) Ne,Ar

Trochu He je v zemním plynu

POUŽITÍ:

-náplně do výbojek a žárovek-neonové reklamy

Žárovky (směs N_2 a Kr, nebo Ar) těžký inertní plyn sráží

odpařené atomy W zpět na vláknko

fluorescenční trubice(Ar, Kr) laserové trubice(Kr)

-He plnění balónů(má nízkou hustotu), na rozdíl od dřívějšího vodíku je He nehořlavé

-spolu s Ar tvoří ochrannou atmosféru při svařování některých kovů Mg, Al, výrobě Ti

-radioaktivní Rn – léčba radioaktivit, jeho vyšší obsah

v ovzduší je škodlivý, vzniká zde jako produkt radioaktivního rozpadu uranu, viz Vysocina. $^{238}U \rightarrow \dots \rightarrow ^{222}Rn \xrightarrow{\alpha} ^{218}Po$ (náleží

v plicích), Rn se uvolňuje i z některých stavebních materiálů

SLOUČENINY:

-od 60. let příprava umělých sloučenin vzácných plynů s prvky s vysokou elektronegativitou F, O (především Xe: XeF_4 , XeO_3) -sloučeniny He, Ne, Ar nejsou známy