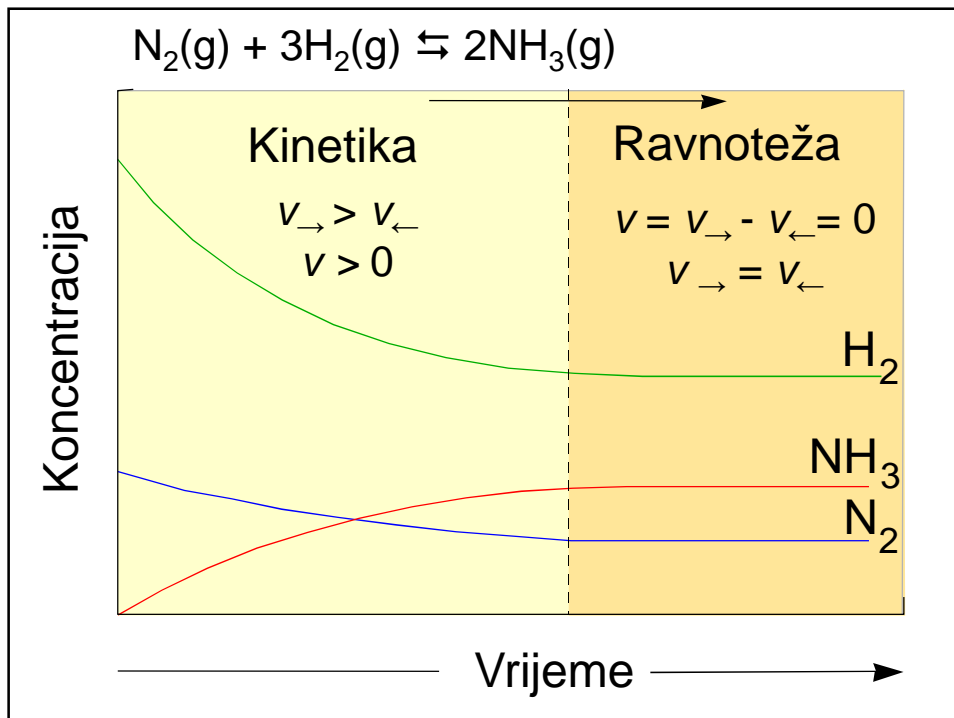


U izoliranu posudu stavimo stanovitu količinu dušika i vodika; temperatura je konstantna



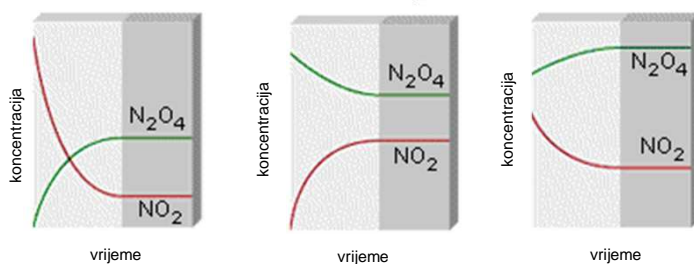
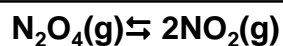
Kemijska ravnoteža

Ako je kemijski sustav koji reagira **izoliran**, on može dostići stanje **RAVNOTEŽE**

- s vremenom nema promjena u množini reaktanata i produkata
- brzina napredne (polazne) reakcije **jednaka** je brzini povratne reakcije
- molekule se nastavljaju sudarati i reagirati
- kemijska ravnoteža je **DINAMIČKO** stanje

Zakon o djelovanju masa

- Guldberg i Waage (između 1864. i 1879.) su pokazali da je za reverzibilne reakcije u ravnoteži pri danoj temperaturi, **određeni** odnos koncentracija "produkata" i "reaktanta" konstantan
- taj odnos naziva se konstantom ravnoteže



POČETNE KONCENTRACIJE		RAVNOTEŽNE KONCENTRACIJE		IZRAČUNAVANJE KONSTANTE RAVNOTEŽE	
[NO ₂]	[N ₂ O ₄]	[NO ₂]	[N ₂ O ₄]	$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$	$\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$
0.000	0.670	0.0547	0.643	0.0851	4.65×10^{-3}
0.0500	0.446	0.0457	0.448	0.102	4.66×10^{-3}
0.0300	0.500	0.0475	0.491	0.0967	4.60×10^{-3}
0.0400	0.600	0.0523	0.594	0.0880	4.60×10^{-3}
0.200	0.000	0.0204	0.0898	0.227	4.63×10^{-3}

Zakon o djelovanju masa

Za *uravnoteženu* reakciju



na određenoj temperaturi konstanta ravnoteže definirana je:

$$K_c = \frac{[\text{C}]^l [\text{D}]^m}{[\text{A}]^j [\text{B}]^k}$$

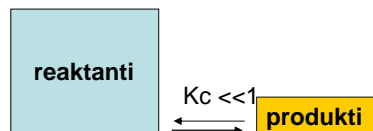
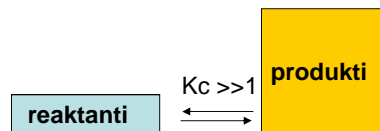
produkti
reaktanti

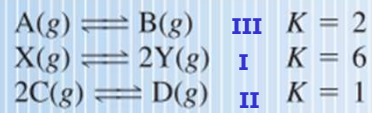
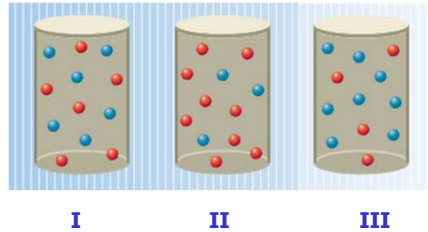
• dimenzija konstante ovisi o stehiometriji reakcije



$$K_c = \frac{[C]^l [D]^m}{[A]^j [B]^k}$$

Za uravnoteženu kemijsku reakciju umnožak ravnotežnih koncentracija produkata podignutih na potenciju broja njihovih molova, podijeljen umnoškom koncentracija reaktanata podignutih na potenciju broja njihovih molova je konstanta vrijednosti pri konstantnoj temperaturi.





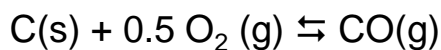
9

Konstanta kemijske ravnoteže se općenito koristi:

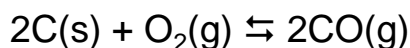
- za određivanje smjera reakcije u dotičnim uvjetima
- za izračunavanje ravnotežne koncentracije reaktanata i produkata

Napomene o ravnotežnom izrazu

- Kada je reakcijska jednadžba pomnožena s n , $K_{\text{nove}} = (K_{\text{originalne}})^n$
- Ravnotežni izraz za povratnu reakciju je recipročan, kao i vrijednost konstante.



$$K_1 = [\text{CO}]/[\text{O}_2]^{0.5} = 4.6 \times 10^{23} \text{ na } 25^\circ\text{C}$$

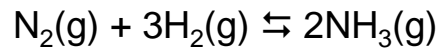


$$K_2 = [\text{CO}]^2/[\text{O}_2] = 2.1 \times 10^{47} \text{ na } 25^\circ\text{C}$$

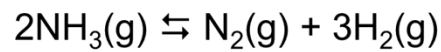
$$K_2 = [\text{CO}]^2/[\text{O}_2] = \{[\text{CO}]/[\text{O}_2]^{0.5}\}^2 = (K_1)^2$$

kada se izbalansirana jednadžba pomnoži nekim brojem **a** konstanta nove ravnoteže jednaka je staroj konstanti podignutoj na potenciju broja **a**

$$K_2 = K_1^a$$



$$K_{\rightarrow} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = 3.5 \times 10^8$$



$$K_{\leftarrow} = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} = 2.9 \times 10^{-9}$$

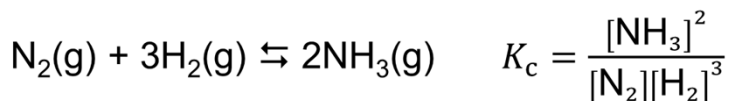
$$K_{\rightarrow} \times K_{\leftarrow} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} = 3.5 \times 10^8 \times 2.9 \times 10^{-9} = 1$$

konstante ravnoteže za naprednu i njenu povratnu reakciju su recipročne te je njihov umnožak jednak 1

Ravnoteže u homogenim sustavima

Sve reagirajuće čestice nalaze se u istoj fazi

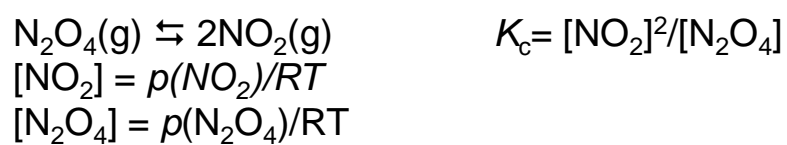
- plinoviti sustavi
- otopine



Izražavanje sastava smjese plinova:

koncentracija plina – konstanta K_c
parcijalni tlak plina – konstanta K_p

$$\begin{aligned} pV &= nRT & p &= nRT/V \\ c &= n/V & p &= cRT \\ & & c &= p/RT \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} K_c &= \{p(\text{NO}_2)/RT\}^2 / \{p(\text{N}_2\text{O}_4)/RT\} \\ K_c RT &= p^2(\text{NO}_2)/p(\text{N}_2\text{O}_4) \end{aligned}$$

$$K_c RT = K_p = p^2(\text{NO}_2)/p(\text{N}_2\text{O}_4)$$

$$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n}$$

Δn - broj molova produkata – broj molova reaktanata

UTJECAJ TEMPERATURE NA RAVNOTEŽU

- primjenjujemo Le Chatelierov princip
- endotermnu reakciju ($\Delta_r H^\circ > 0$) povećanje temperature pomiče u smjeru produkata
$$A(g) + B(g) + \text{energija} \rightleftharpoons C(g) + D(g)$$
- egzotermnu ($\Delta_r H^\circ < 0$) reakciju povećanje temperature pomiče u smjeru reaktanata
$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g) + \text{energija}$$

Utjecaj tlaka

Kako možemo mijenjati tlak?

- povećanje tlaka smanjenjem volumena =>

promjena koncentracija

ravnoteža ide u smjeru manje množine plinova

- smanjenje tlaka povećanjem volumena =>

promjena koncentracija

ravnoteža ide u smjeru veće množine plinova

- dodatak reakcijskog plina => *promjena koncentracija*

ravnoteža se mijenja ovisno je li plin reaktant ili produkt

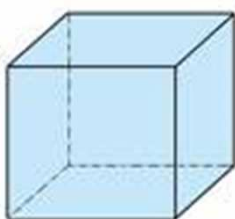
- dodatak inertnog plina => *koncentracija ostaje ista*

ravnoteža se ne mijenja

Ravnoteže u heterogenim sustavima

Heterogeni sustavi sastoje se od više faza

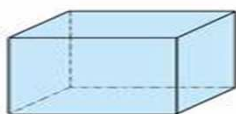
- čvrsto - plinovito
- čvrsto - tekuće
- tekuće - plinovito
- tekuće - tekuće



- CaCO_3 (kalcit) $\rho = 2.72 \text{ kg/dm}^3$
- $V = 1 \text{ dm}^3$; $m = 2720 \text{ g}$; $n = 27.2 \text{ mol}$
- $c = n / V = 27 \text{ mol} / 1 \text{ dm}^3$
- **$c = 27 \text{ mol dm}^{-3}$**



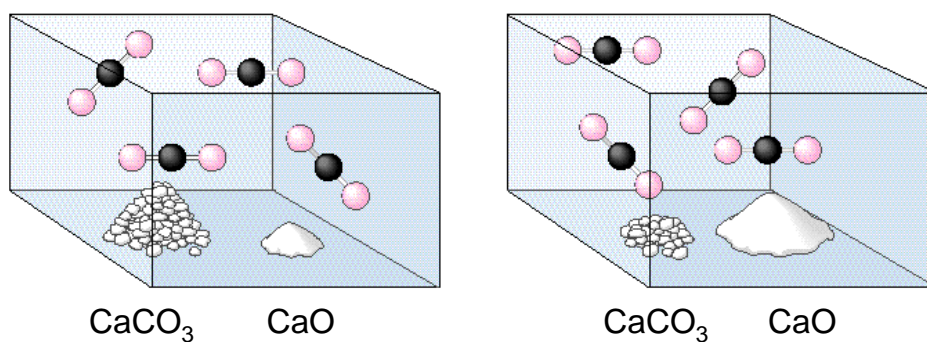
- $V = 0.5 \text{ dm}^3$; $n = 13.5 \text{ mol}$
- $c = n / V = 13.5 \text{ mol} / 0.5 \text{ dm}^3$
- **$c = 27 \text{ mol dm}^{-3}$**





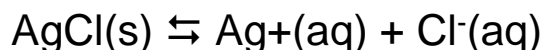
$$K = [\text{CO}_2]$$

Konstanta heterogene ravnoteže ne ovisi o količini prisutne krute ili tekuće tvari.



Čvrsto-tekuće

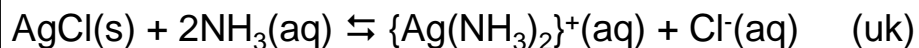
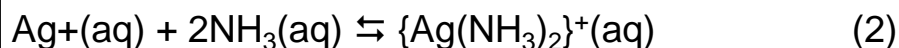
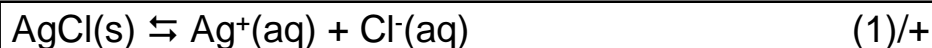
Tvar u ravnoteži sa svojom zasićenom otopinom



$$K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10}$$

K_s - produkt topljivosti

- što je tvar topljivija to je njen produkt topljivosti veći i obrnuto



$$K_1 = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10}$$

$$K_2 = [\{\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\}^+]/[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2 = 1.6 \times 10^7$$

$$K_{\text{uk}} = [\{\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\}^+][\text{Cl}^-] / [\text{NH}_3]^2 = 2.9 \times 10^{-3}$$

konstanta ravnoteže ukupne reakcije (zbroja reakcija)
dobiva se množenjem konstanti pojedinih reakcija

$$K_{\text{uk}} = K_1 \times K_2 = \cancel{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]} \times [\{\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\}^+] / \cancel{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}$$

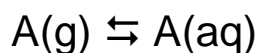
$$K_{\text{uk}} = [\{\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\}^+][\text{Cl}^-] / [\text{NH}_3]^2 = K_1 K_2 = 2.9 \times 10^{-3}$$

općenito se o topljivosti soli može kazati

- nitrati, acetati i klorati lako su topljivi
- kloridi su lako topljivi osim AgCl, Hg₂Cl₂, PbCl₂, TiCl i CuCl
- sulfati su lako topljivi osim PbSO₄, BaSO₄, SrSO₄, CaSO₄, Hg₂SO₄ i Ag₂SO₄
- karbonati i fosfati su netopljivi, osim natrijevih, kalijevih i amonijevih karbonata i fosfata
- sulfidi su netopljivi, osim alkalijskih, zemnoalkalijskih i amonijevog sulfida
- sve obične soli natrija, kalija i amonijevog iona lako su topljive

Tekuće-plinovito

plin se otapa u tekućini dok se ne uspostavi ravnoteža između plina nad otopinom i u otopini



$$K_c = [A]_{aq} / [A]_g$$

ukoliko umjesto koncentracije plina nad otopinom uvrstimo njegov parcijalni tlak dobivamo Henryev zakon

$$K = [A]/p_A$$

Tekuće-tekuće

Otapa li se tvar A u dvije tekućine koje se međusobno ne miješaju ona se razdijeli u te dvije tekuće faze i nastaje ravnoteža



$$K = [A]_{\text{faza2}} / [A]_{\text{faza1}}$$

ovaj odnos zovemo **Nernstovim zakonom razdjeljenja**, a konstantu ravnoteže konstantom razdjeljenja

RAVNOTEŽE U OTOPINAMA ELEKTROLITA

1. Ravnoteže u otopinama kiselina i baza
2. Ravnoteže u otopinama kompleksa
3. Redoks ravnoteže

Reakcije u vodenim otopinama



$$K'_c = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

koncentracija vode je u razrijeđenim vodenim otopinama vrlo velika:

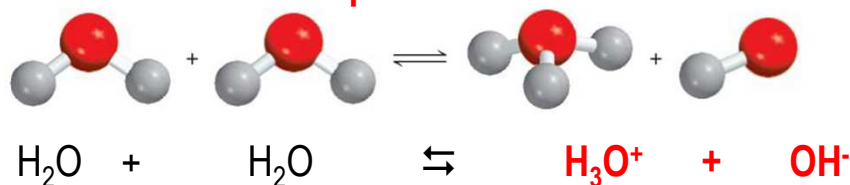
$$1\text{dm}^3 \sim 1\text{ kg} \quad n = 1000\text{ g} / 18\text{ g mol}^{-1} = 55.56\text{ mol}$$

$$c_{\text{H}_2\text{O}} = n / V = 55.56\text{ mol dm}^{-3}$$

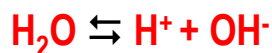
ona se bitno ne mijenja tijekom reakcije pa ulazi u vrijednost konstante

$$K'_c [\text{H}_2\text{O}] = K_c \quad K_c = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

Ionski produkt vode



ili kraće



$$K_c = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1.8 \times 10^{-16} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_c \times [\text{H}_2\text{O}] = 1.8 \times 10^{-16} \times 55.56 = 1 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

$$K_c \times [\text{H}_2\text{O}] = K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

$$K_c \times [\text{H}_2\text{O}] = K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

K_w – ionski produkt vode

u čistoj vodi, i svakoj vodenoj otopini, umnožak koncentracije vodikovih iona i hidroksidnih iona je konstantan i pri 25°C iznosi $10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$

- **Neutralna otopina**

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_w} = 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

- **Kisela otopina:**

$$[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}; [\text{OH}^-] < 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

- **Lužnata otopina:**

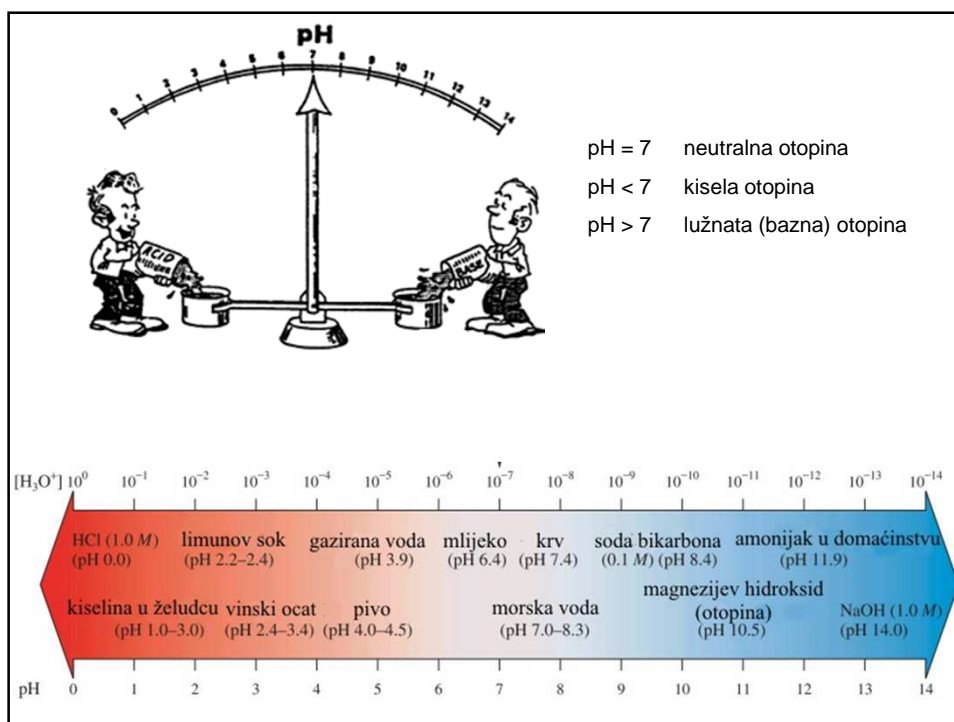
$$[\text{H}^+] < 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}; [\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$

- **Neutralna, lužnata i kisela otopina:**

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

Sorensen

- $\text{pH} = -\log ([\text{H}^+] / \text{mol dm}^{-3})$
- $\text{pOH} = -\log ([\text{OH}^-] / \text{mol dm}^{-3})$
- $\text{pH} + \text{pOH} = 14$
- $[\text{H}^+] = \text{antilog} (-\text{pH})$
- $[\text{OH}^-] = \text{antilog} (-\text{pOH})$



Ravnoteža u otopinama kiselina

- $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$
- $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$
- Konstanta ionizacije (disocijacije) kiseline

$$K_{HA} = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

K_{HA} = mjerilo jakosti kiseline

- Vrlo slabe kiseline: $K_{HA} \leq 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$
- Slabe kiseline: $10^{-7} \leq K_{HA} \leq 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
- Jake kiseline: $10^{-2} \leq K_{HA} \leq 10^3 \text{ mol dm}^{-3}$
- Vrlo jake kiseline: $K_{HA} > 10^3 \text{ mol dm}^{-3}$

Poliprotoneke kiseline

- $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$ $K_1 = 1.0 \times 10^3 \text{ mol dm}^{-3}$
- $\text{HSO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $K_2 = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

- $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ $K_1 = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
- $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$ $K_2 = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$
- $\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ $K_3 = 1.8 \times 10^{-12} \text{ mol dm}^{-3}$

Opada za $\sim 1 \times 10^{-5}$

Ravnoteža u otopinama baza

- $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$

$$K_B = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

K_B = mjerilo jakosti baze

Za jake kiseline i jake baze se smatra da su potpuno disocirane

- nakon disocijacije $[HA] = 0$ i $[H^+] = c(HA)_{\text{prije disocijacije}}$

- nakon disocijacije $[B] = 0$ i $[OH^-] = c(B)_{\text{prije disocijacije}}$

Jake kiseline su potpuno disocirane, $\alpha = 100\%$,

$c(HA) = a$, $x = a$, x je dio koji je disocirao



prije disocijacije: a 0^* 0 * pretpostavka da je $a \gg 10^{-7}$

poslije disocijacije 0 a a

Slabe kiseline su samo djelomično disocirane, $\alpha \ll 100\%$

$c(HA) = a$ $x < a$



prije disocijacije: a 0^* 0 * pretpostavka da je $a \gg 10^{-7}$

poslije disocijacije $a-x$ x x

Neke kiseline i njihove konjugirane baze:

kiselina	$K_A / \text{mol dm}^{-3}$	baza	$K_B / \text{mol dm}^{-3}$
HCl	10^3	Cl^-	10^{-17}
H_3O^+	55	H_2O	10^{-16}
CH_3COOH	10^{-5}	CH_3COO^-	10^{-9}
H_2PO_4^-	10^{-7}	HPO_4^{2-}	10^{-7}
NH_4^+	10^{-7}	NH_3	10^{-7}
HCN	10^{-10}	CN^-	10^{-4}
HS^-	10^{-13}	S^{2-}	10^{-1}
H_2O	10^{-16}	OH^-	55

$$K_K K_B = K_W$$

Produkt konstante kiseline i konstante njene konjugirane baze, odnosno konstante baze i njene konjugirane kiseline jednak je ionskom produktu vode!



$$K_{\text{NH}_3} = K_B = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \quad [\text{OH}^-] = K_W / [\text{H}^+]$$

$$K_B = \frac{[\text{NH}_4^+][K_W]}{[\text{NH}_3][\text{H}^+]} \quad \frac{[\text{NH}_3][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} K_B = K_W$$



$$K_K K_B = K_W$$

PUFERI

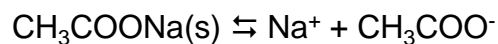
- Sastav pufera:
- Slaba kiselina i njena odgovarajuća sol (konjugirana baza)
- Slaba baza i njena odgovarajuća sol (konjugirana kiselina)
- Održavaju konstantan pH

Acetatni pufer

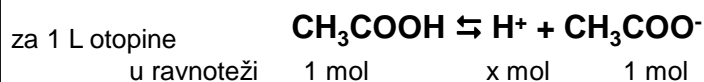
Sastav: CH_3COOH i CH_3COONa

- $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
djelomično disocirana kiselina
- $\text{CH}_3\text{COONa} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$
potpuno disocirana sol

Odredite pH pufera koji se sastoji od $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CH}_3\text{COOH}$ i $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CH}_3\text{COONa}$, ako je konstanta kiseline CH_3COOH $K_k = 1,8 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$.



$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{Na}^+] = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ jer je sva sol otopljena



$[\text{CH}_3\text{COOH}] = c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ jer je u pitanju slaba kiselina

$$K_k = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} = \frac{1 \text{ mol dm}^{-3} [\text{H}^+]}{1 \text{ mol dm}^{-3}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

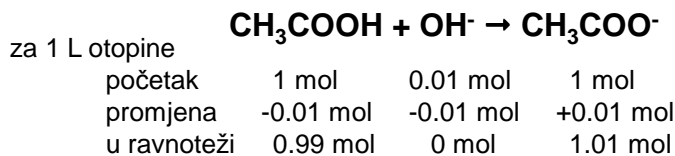
$$[\text{H}^+] = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \qquad \text{pH} = -\log(1,8 \times 10^{-5})$$

$$\text{pH} = 4,75$$

1. Ako u 1 dm^3 acetatnog pufera koji se sastoji od $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CH}_3\text{COOH}$ i $1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CH}_3\text{COONa}$ ($K_k(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$) dodate **$0,01 \text{ dm}^3$ NaOH koncentracije 1 mol dm^{-3}** koliki će biti pH?

Dodana lužina neutralizira ekvivalentnu količinu kiseline;

$$n(\text{NaOH}) = c \times V = 1 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,01 \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol}$$



$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = (1 - 0,01) = 0,99 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = (1 + 0,01) = 1,01 \text{ mol dm}^{-3}$$



$$K_{dis} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{1,01[\text{H}^+]}{0,99} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = 1,76 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \quad \text{pH} = -\log(1,76 \cdot 10^{-5})$$

$$\text{pH} = 4,75$$

2. Ako u 1 dm³ čiste vode dodate **0,01 dm³ NaOH koncentracije 1 mol dm⁻³** koliki će biti pH?

- Dodana lužina disocira potpuno na Na⁺ i OH⁻
- $n(\text{NaOH}) = c \times V = 1 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,01 \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol}$
- $[\text{OH}^-] = n / V = 0,01 \text{ mol} / 1 \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol dm}^{-3}$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log(0,01)$$

$$\text{pOH} = 2$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = 14 - 2 = 12$$

$$\Delta\text{pH} = 12 - 7 = 5$$

2a. Ako u 1 dm³ vodene otopine jake kiseline koja ima pH 4.75 dodate **0,01 dm³ NaOH koncentracije 1 mol dm⁻³** koliki će biti novi pH?

$$\text{pH } 4.75 \rightarrow [\text{H}^+] = c(\text{H}^+) = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} = 0.000018 \text{ mol dm}^{-3}$$

dodana lužina disocira potpuno na Na⁺ i OH⁻

$$n(\text{NaOH}) = c \times V = 1 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0.01 \text{ dm}^3 = 0.01 \text{ mol}$$

$$c(\text{OH}^-) = n / V = 0.01 \text{ mol} / 1 \text{ dm}^3 = 0.01 \text{ mol dm}^{-3}$$



$$[\text{OH}^-] = c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = 0.010000 - 0.000018 = 0.009982 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{OH}^-] \approx 0.01 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pOH} = -\log(0.009982)$$

$$\text{pH} = 14 - 2 = 12$$

$$\text{pOH} = 2$$

$$\Delta\text{pH} = 12 - 4.75 = 7.25$$

3. Ako u 1 dm³ acetatnog pufera koji se sastoji od 1 mol dm⁻³ CH₃COOH i 1 mol dm⁻³ CH₃COONa ($K_{\text{dis}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$) dodate 0,01 dm³ HCl koncentracije 1 mol dm⁻³ koliki će biti pH?

• Dodana kiselina veže ekvivalentnu količinu baze pufera

$$n(\text{H}^+) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) = c \times V = 1 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0.01 \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol}$$

za 1 L otopine	CH ₃ COO ⁻	+ H ⁺	→	CH ₃ COOH
početak	1 mol	0.01 mol		1 mol
promjena	-0.01 mol	-0.01 mol		+0.01 mol
u ravnoteži	0.99 mol	0.00 mol		1.01 mol

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = (1 + 0,01) = 1,01 \text{ mol dm}^{-3}$$

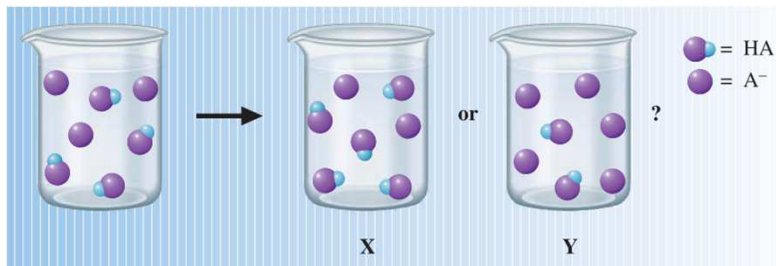
$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = (1 - 0,01) = 0,99 \text{ mol dm}^{-3}$$



$$K_{dis} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{0,99[\text{H}^+]}{1,01} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = 1,836 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3} \quad \text{pH} = -\log(1,836 \cdot 10^{-5})$$

$$\text{pH} = 4,74$$



- otopinu pufera nakon dodatka 2 molekule NaOH prikazuje čaša ___
- u pufer otopinu se može dodati ___ molekula HCl, a da se ne prijeđe kapacitet pufera.
- kako izgleda čaša kad je kapacitet pufera probijen!