

Kémiai egyensúlyok

A kémiai reakciók reakcióidő szempontjából lehetnek:

- pillanatreakciók
- időreakciók

A reakciók lehetnek.

- egyirányú
- egyensúlyi reakciók

Egyensúlyi reakció: $\alpha A + \beta B + \gamma C \dots \leftrightarrow \lambda L + \mu M + \nu N \dots$

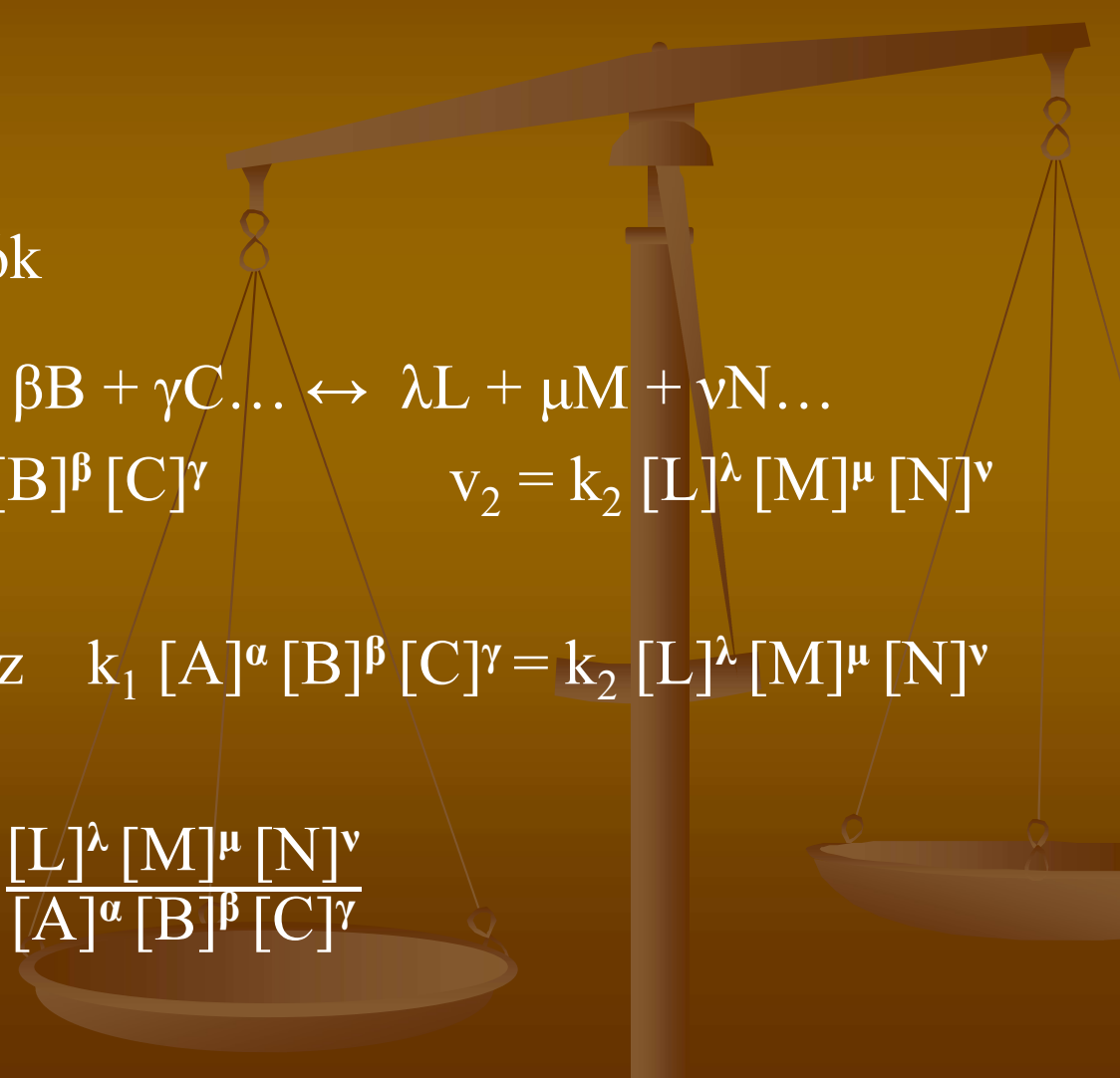
$$v_1 = k_1 [A]^\alpha [B]^\beta [C]^\gamma$$

$$v_2 = k_2 [L]^\lambda [M]^\mu [N]^\nu$$

Egyensúlyban: $v_1 = v_2$ azaz $k_1 [A]^\alpha [B]^\beta [C]^\gamma = k_2 [L]^\lambda [M]^\mu [N]^\nu$

$$K = k_1 / k_2 = \frac{[L]^\lambda [M]^\mu [N]^\nu}{[A]^\alpha [B]^\beta [C]^\gamma}$$

egyensúlyi állandó



Egyensúlyi reakció



$$v_1 = k_1 [\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]$$

$$v_2 = k_2 [\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] \cdot [\text{H}_2\text{O}]$$

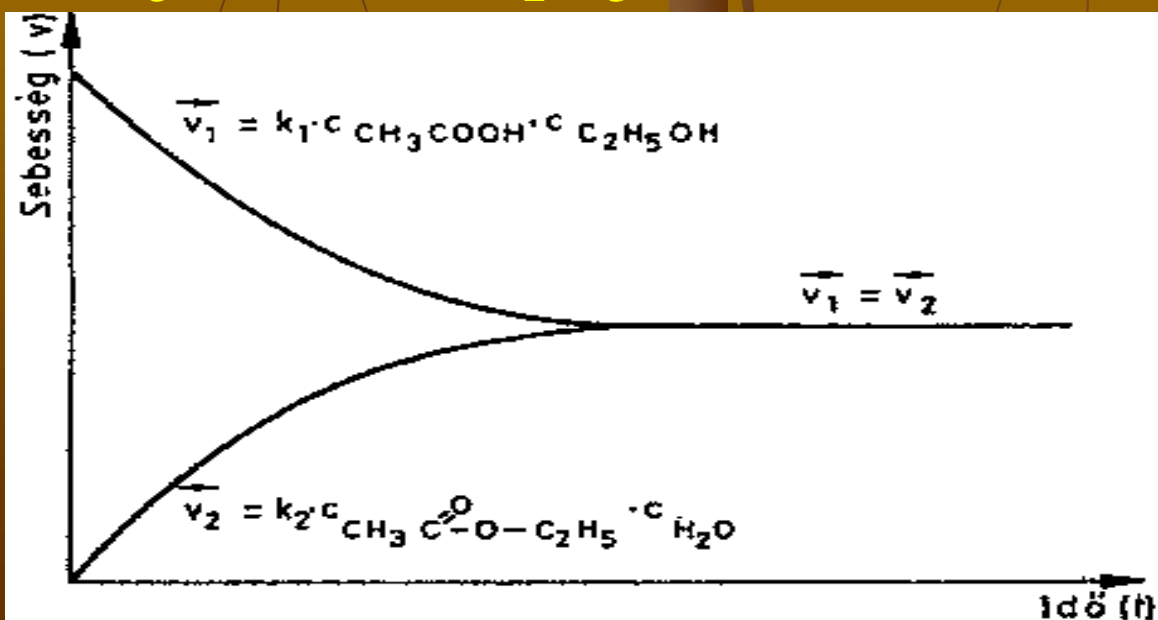
Egyensúlyban: $v_1 = v_2$ azaz

$$k_1 [\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] = k_2 [\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] \cdot [\text{H}_2\text{O}]$$

$$K = k_1 / k_2 = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]}$$

K: egyensúlyi állandó

Tömeghatás törvénye



Egyensúlyi reakció

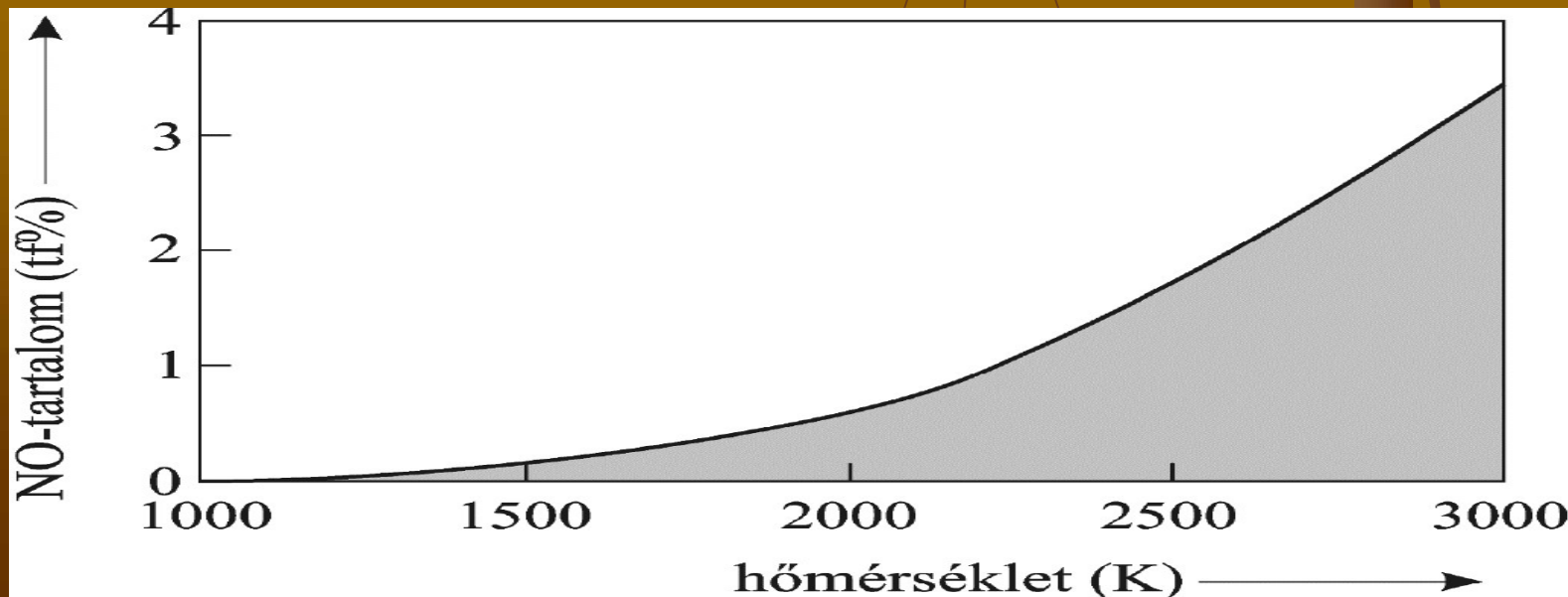


$$K = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{N}_2] * [\text{O}_2]} = 4,1 \cdot 10^{-4} = \frac{(4,99 \cdot 10^{-5})^2}{4,75 \cdot 10^{-3} * 1,28 \cdot 10^{-3}}$$

(2000 K°-on) 78 % 21%

$$[\text{NO}] = \sqrt{K * [\text{N}_2] * [\text{O}_2]} = \sqrt{4,1 \cdot 10^{-4} * 4,75 \cdot 10^{-3} * 1,28 \cdot 10^{-3}}$$

[NO] = 4,99 * 10⁻⁵ mol/l 0,82%



Sav bázis egyensúlyok vizes oldatban

Disszociációs egyensúlyi állandó



ecetsav disszociációja

$$K_{\text{sav}} = \frac{[\text{H}^+] [\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]}$$



$$K_{\text{bázis}} = \frac{[\text{NH}_4^+] [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

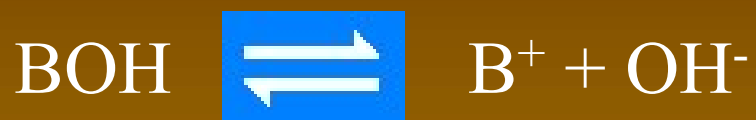
*Ammóniumhidroxid
disszociációja*

Savak disszociációja vizes oldatban



Sav	K_s	$\text{p}K_s = -\lg(K_s)$	
Sósav	∞		Erős savak
Kénsav	∞		
Salétromsav	∞		
Triklórecetsav	$3,0 \cdot 10^{-1}$	0,52	Gyenge savak
Ecetsav	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75	
Kénessav	$1,6 \cdot 10^{-2}$	1,79	
Szénsav	$4,4 \cdot 10^{-7}$	6,37	

Bázisok disszociációja vizes oldatban



$$K_b = \frac{[\text{B}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]}$$

Bázis

 K_b $\text{p}K_b = -\lg(K_b)$

Nátrium-hidroxid

 ∞

Lítium-hidroxid

 ∞

Kálium-hidroxid

 ∞

Etilamin

 $6,5 \cdot 10^{-4}$

3,19

Ammónia

 $1,8 \cdot 10^{-5}$

4,74

Piridin

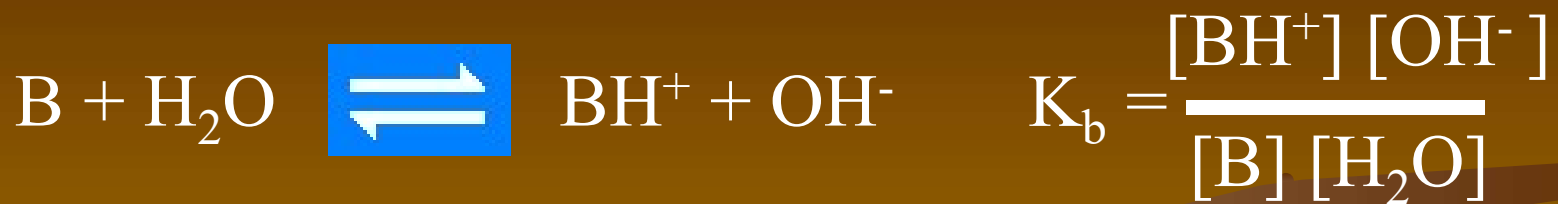
 $1,8 \cdot 10^{-9}$

4,75

Erős bázisok

Gyenge bázisok

Gyenge bázisok disszociációja vizes oldatban



Bázis

Etilamin

Ammónia

Piridin

K_b

$6,5 \cdot 10^{-4}$

$1,8 \cdot 10^{-5}$

$1,8 \cdot 10^{-9}$

pK_b

3,19

4,74

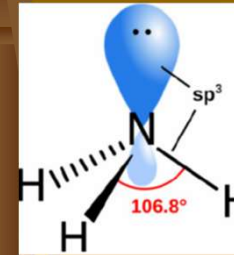
4,75

B

NH_3

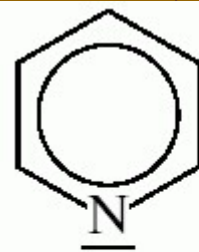
BH^+

NH_4^+

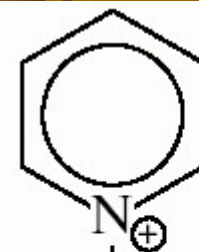
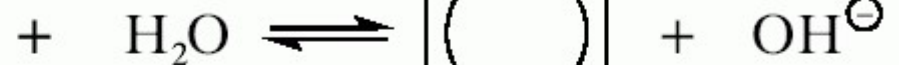


B $CH_3-CH_2-NH_2$

BH^+ $CH_3-CH_2-NH_3^+$



piridin



piridíniumion



B

BH^+

Víz disszociációja és a pH fogalma



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

$[\text{H}_2\text{O}] = \text{konstans}$

*Mert az elbomlás mértéke
elhanyagolható*

$$1000\text{g} / 18(\text{g/mol}) = 55,6 \text{ mol / l}$$

$$K_v = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

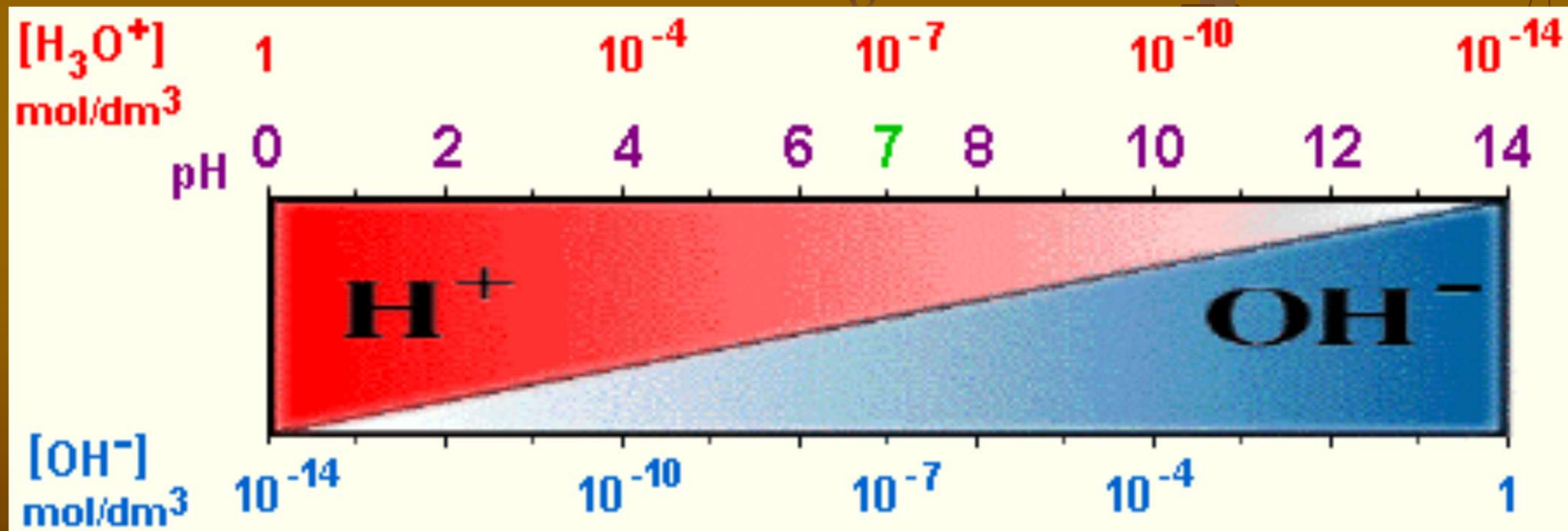
$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] \text{ és } \text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$$

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

$0 \leq \text{pH} < 7$ savas tartomány, savas jelleg a pH csökkenésével nő

$\text{pH} = 7$ semleges oldat

$7 < \text{pH} \leq 14$ lúgos tartomány, lúgos jelleg nő a pH növekedésével



$$\text{pK}_v = \text{pH} + \text{pOH} = 14,00$$

Erős savak és bázisok pH-ja disszociáció – 100%

$$[\text{H}^+] = [\text{sav}]$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg [\text{sav}]$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{bázis}] \quad \text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg [\text{bázis}]$$

$$[\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

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

$$[\text{H}^+] = 10^{-14} / [\text{OH}^-] = 10^{-14} / [\text{bázis}]$$

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

Gyenge savak pH-ja



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

$$x = [\text{H}^+] = [\text{A}^-] \ll [\text{HA}] \quad [\text{HA}]_{\text{egyens.}} \approx [\text{HA}]_{\text{kiind.}} = [\text{sav}]$$

$$K_s = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[x]^2}{[\text{sav}] - x} \quad x = [\text{H}^+] \approx \sqrt{K_s [\text{sav}]}$$

Pl.: ha $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$ és $[\text{sav}] = 1$ $x = 0,004243$ $\text{pH} = 2,372$

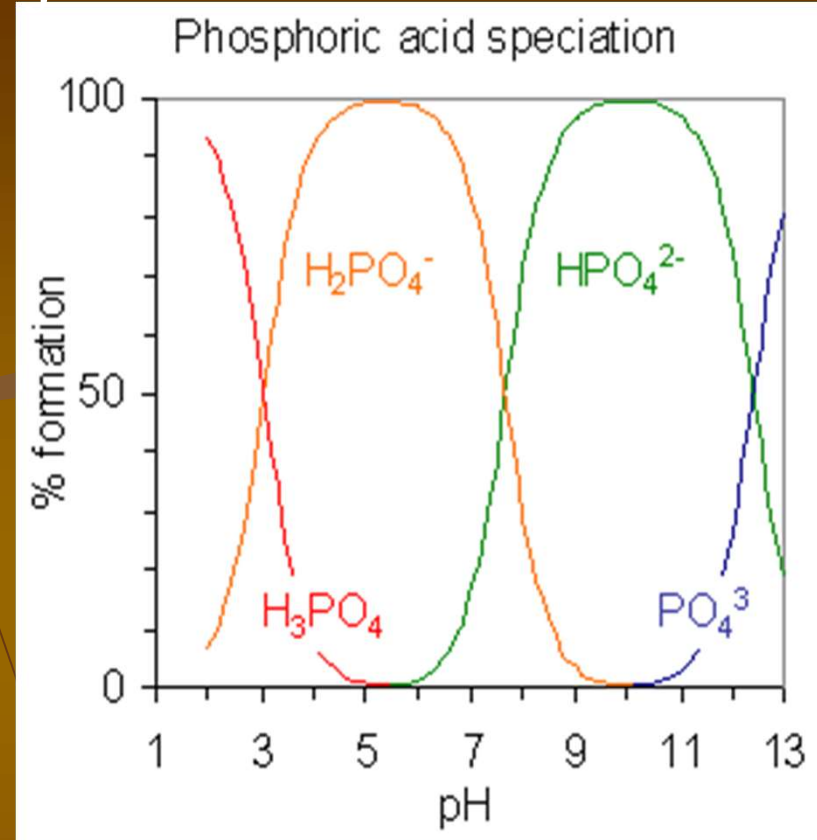
$$x^2 + K_s \cdot x - K_s \cdot [\text{sav}] = 0 \quad x = [\text{H}^+] = \frac{-K_s + \sqrt{K_s^2 + 4 \cdot K_s \cdot [\text{sav}]}}{2}$$

Pl.: ha $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$ és $[\text{sav}] = 1$ $x = 0,004234$ $\text{pH} = 2,373$

Többértékű savak disszociációja

egyensúly

pK_a értéke



Ha az egyes pK -k között a különbség kb. négynél több, akkor minden egyes termék önálló savnak tekinthető.

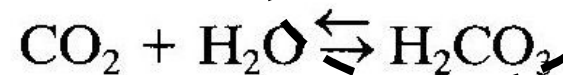
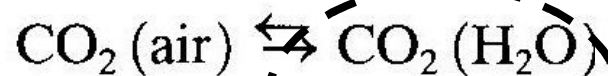
A H_2PO_4^- sói kikristályosíthatók, ha az oldat pH-ját kb. 5,5-re állítjuk,

A HPO_4^{2-} sók mintegy 10-es pH-jú oldatból kristályosíthatók ki.

Többértékű savak disszociációja: szénssav

CO₂ oldódása vízben:

reakció a vízmolekulával



H₂CO₃*

„oldott széndioxid”

szénssav disszociáció



disszociációs állandó 1.

$$K_1 = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 4.41 \times 10^{-7} \text{ at } 25^\circ\text{C}$$

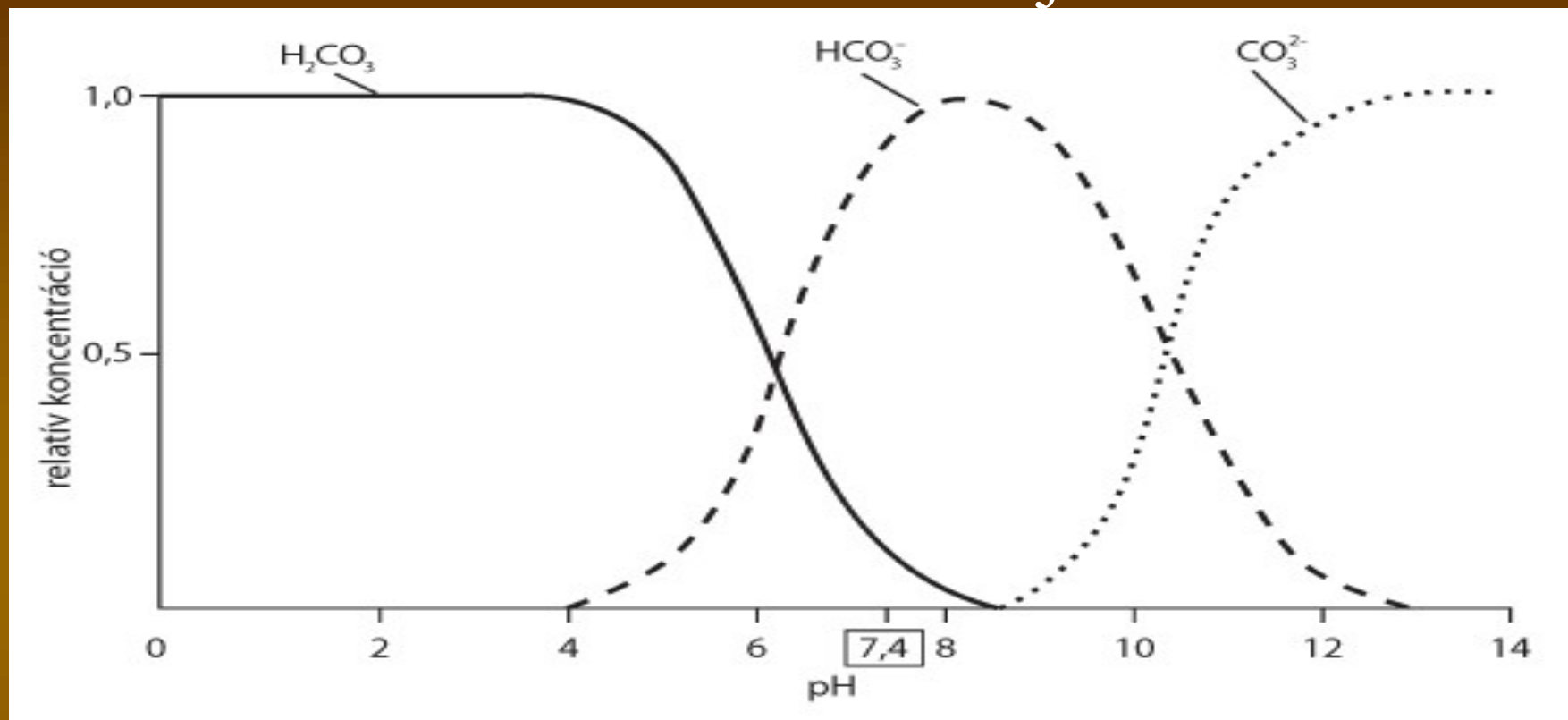
további disszociáció



disszociációs állandó 2.

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = 4.7 \times 10^{-11} \text{ at } 25^\circ\text{C}$$

Többértékű savak disszociációja: szén-sav



egyensúly



$\text{p}K_a$ értéke

$$\text{p}K_{a1} = 6,36$$

$$\text{p}K_{a2} = 10,33$$

Ha az egyes $\text{p}K$ -k között a különbség kb. négynél több, akkor minden egyes termék önálló savnak tekinthető.

KHCO_3 faktorozás

NaHCO_3 szódabikarbóna

Na_2CO_3 mosószóda (lúgos!)