

Sav-bázis egyensúlyok

- 8-1 A közös ion effektus
- 8-2 Pufferek
- 8-3 Indikátorok
- 8-4 Semlegesítési reakció, titrálási görbe
- 8-5 Poliprotikus savak oldatai
- 8-6 Sav-bázis egyensúlyi számítások, összefoglaló
 - *Fókuszban* Pufferek a vérben

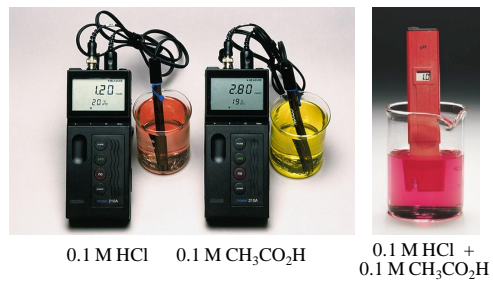
8-1 A közös ion effektus

- A közös ion effektus azt a hatást írja le, ami akkor lép fel amikor egy egyensúlyban lévő rendszerhez olyan anyagot adunk, amely az egyensúly kialakításában résztvevő ionokra disszociál.
- Az így hozzáadott ionok *közösek* az egyensúly szempontjából.

Gyenge sav és erős sav keveréke

- Oldat:
0.100 M CH₃CO₂H és 0.100 M HCl.
- $$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$$
- (0.100-x) M x M x M
- $$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$
- 0.100 M 0.100 M
- [H₃O⁺] = (0.100 + x) M gyakorlatilag mind HCl

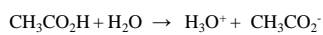
Ecetsav és sósav elegye



Példa 8-1

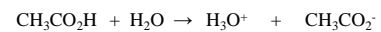
- (a) Határozzuk meg a [H₃O⁺] és [CH₃CO₂⁻] értékét a 0.100 M-os CH₃CO₂H oldatban.
- (b) Ezután határozzuk meg ugyanezeket a 0.100 M CH₃CO₂H és HCl elgyben.

Példa: 7-6:



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = 1.3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Példa 8-1



Kezdeti konc.

gyenge sav	0.100 M	0 M	0 M
erős sav	0 M	0.100 M	0 M
Változás	-x M	+x M	+x M
Egyensúly:	(0.100 - x) M	(0.100 + x) M	x M

Tegyük fel $x \ll 0.100 \text{ M}$, $0.100 - x \approx 0.100$ $x \approx 0.100 \text{ M}$

Példa 8-1

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3CO_2^-]}{[CH_3CO_2H]} = \frac{x \cdot (0.100 + x)}{(0.100 - x)}$$

$$= \frac{x \cdot (0.100)}{(0.100)} = 1.8 \cdot 10^{-5}$$

$[CH_3CO_2^-] = 1.8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ a korábbi $1.3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ helyett.
Le Chatellier elv érvényesülése

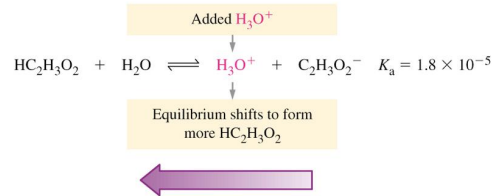
Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 7 /34

Gyenge sav ionizációjának visszaszorítása

When a strong acid supplies the common ion H_3O^+ , the equilibrium shifts to form more $HC_2H_3O_2$.



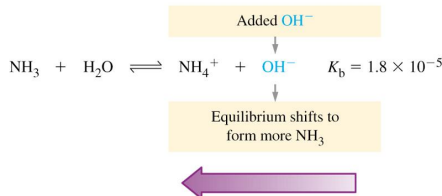
Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 8 /34

Gyenge bázis ionizációjának visszaszorítása

When a strong base supplies the common ion OH^- , the equilibrium shifts to form more NH_3 .



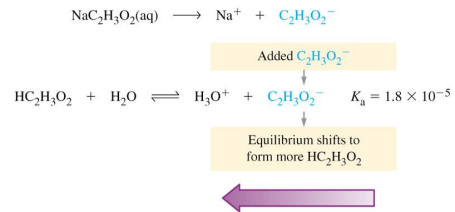
Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 9 /34

Gyenge savak és sóik elegye

When a salt supplies the common anion $C_2H_3O_2^-$, the equilibrium shifts to form more $HC_2H_3O_2$.



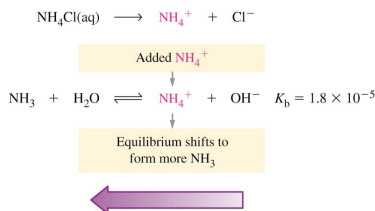
Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 10 /34

Gyenge bázisok és sóik elegye

When a salt supplies the common cation NH_4^+ , the equilibrium shifts to form more NH_3 .



Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 11 /34

8-2 Puffer oldat

- Két komponensű rendszer amelyben a pH alig változik, ha savat vagy bázist adunk hozzá.
 - A két komponens nem semlegesítheti egymást, de semlegesíteniük kell a hozzáadott erős savat vagy bázist.
- Egy gyenge sav és a belőle képzett konjugált bázis
- Egy gyenge bázis és a belőle képzett konjugált sav

Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 12 /34

Puffer oldat

- Legyen $[CH_3CO_2H] = [CH_3CO_2^-]$.

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3CO_2^-]}{[CH_3CO_2H]} = 1.8 \cdot 10^{-5}$$

$$[H_3O^+] = K_a \frac{[CH_3CO_2H]}{[CH_3CO_2^-]} = 1.8 \cdot 10^{-5}$$

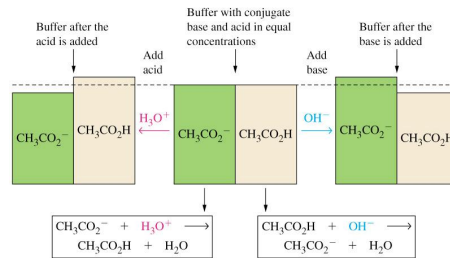
$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log K_a = -\log(1.8 \cdot 10^{-5}) = 4.74$$

Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 13 / 34

Hogyan működik a puffer?



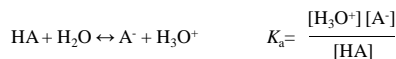
Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 14 / 34

A Henderson-Hasselbalch Egyenlet

- Az ionizációs egyensúlyi állandóból levezethető.
- Vegyünk egy tetszőleges gyenge savat, HA, és sóját NaA:



$$[H_3O^+] = K_a \frac{[HA]}{[A^-]}$$

Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 15 / 34

A Henderson-Hasselbalch Egyenlet

$$-\log[H_3O^+] = -\log K_a - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{konjugált bázis}]}{[\text{sav}]}$$

Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 16 / 34

A Henderson-Hasselbalch Egyenlet

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{konjugált bázis}]}{[\text{sav}]}$$

- Csak akkor ad jó eredményt, ha a kiindulási sav és konjugált bázis koncentráció aránya nem nagyon változik az egyensúlyban.
- Korlátai:

$$0.1 < \frac{[A^-]}{[HA]} < 10$$

$$[A^-] > 10 \cdot K_a \text{ és } [HA] > 10 \cdot K_a$$

Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 17 / 34

Példa 8-5

Adott pH-jú puffer oldat készítése.

Mennyi NaAc -ot kell feloldanunk 0.300 L 0.25 M ecetsavban (HAc), hogy a pH = 5.09 legyen? (Tegyük fel, hogy az oldat térfogata változatlan marad).

Egysúly:



$$K_a = \frac{[Ac^-]}{[H_3O^+][HAc]} = 1.8 \cdot 10^{-5}$$

Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 18 / 34

Példa 8-5

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5.09} = 8.1 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{HAc}] = 0.25 \text{ M}$$

Oldjuk meg $[\text{Ac}^-]$

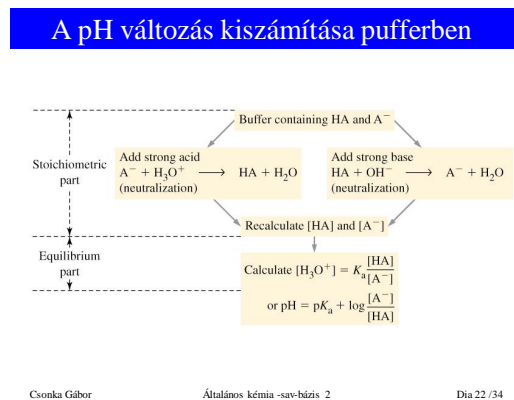
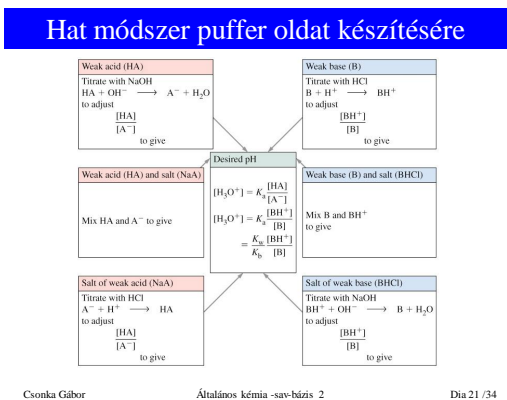
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]}$$

$$[\text{Ac}^-] = K_a \frac{[\text{HAc}]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 1.8 \cdot 10^{-5} \frac{0.25}{8.1 \cdot 10^{-6}} = 0.56 \text{ M}$$

Példa 8-5

$$[\text{Ac}^-] = 0.56 \text{ M} = \text{NaAc moljainak száma}$$

Tömeg: $0.300 \text{ l} \cdot \frac{0.56 \text{ mol NaAc}}{1 \text{ l}} \cdot \frac{82.0 \text{ g NaAc}}{1 \text{ mol NaAc}}$

$$= 14 \text{ g NaAc}$$


Puffer kapacitás és tartomány

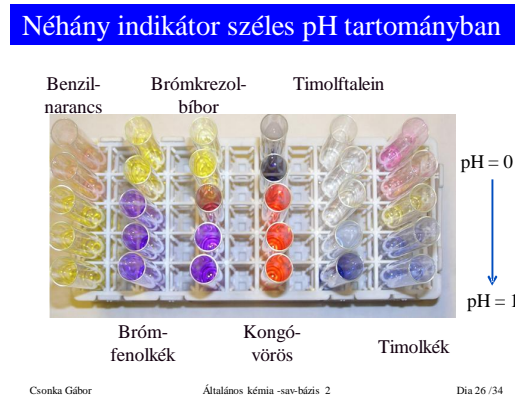
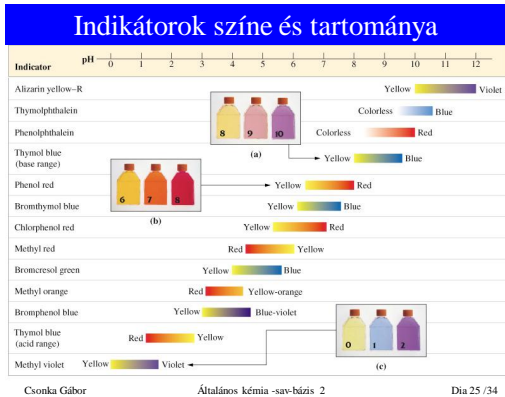
- A puffer kapacitás azt jelzi mennyire áll ellen egy puffer oldat a pH változásnak ha OH vagy H ionokat adunk az oldathoz.
 - Maximális ha $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$ és nagy ($\text{pH} = \text{p}K_a$). Minél több mol van oldva, annál stabilabb.
- Ha $\text{pH} = \text{p}K_a \pm 1$ akkor puffer kapacitás 33%-ra csökken. Ez az a tartomány amin belül a puffer jól működik. ($[\text{HA}] / [\text{A}^-] = 10/1$ vagy $1/10$).

8-3 Sav-bázis indikátorok

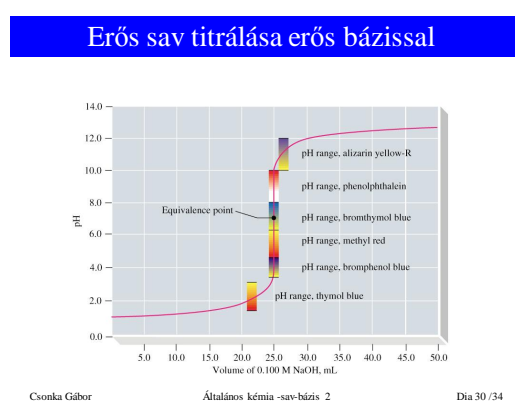
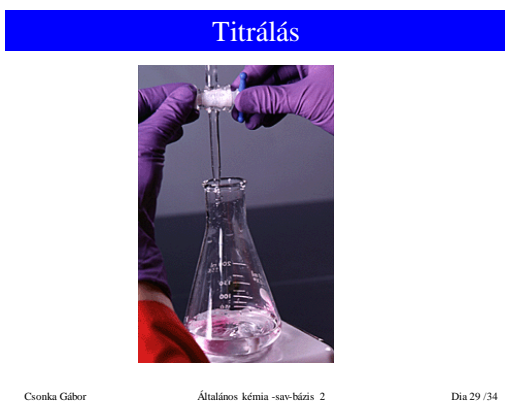
- Az anyag színe függ a pH-tól.

$$\text{HIn} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{In}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

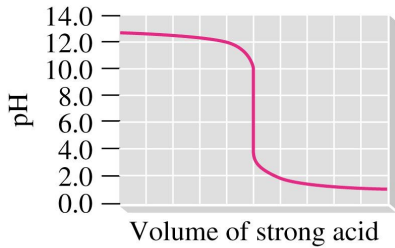
>90% sav forma: a sav színe látszik
 >90% bázis forma: a bázis színe látszik
 A két állapot között átmeneti színeket látunk.
 A szín átmenet tartománya: 2 pH egység.



- ### 8-4 Semlegesítési reakció és titrálási görbe
- **Ekvivalencia pont:**
 - A reakcióban a sav és a bázis is teljesen elreagált.
 - Sem a bázis sem a sav nincs feleslegben.
 - **Végpont:**
 - Amikor az indikátor megváltoztatja a színét (átcsap).
 - **Titráló oldat:**
 - Ismert koncentrációjú oldat, amit ismeretlen koncentrációjú oldathoz adunk.
 - **Titrálási görbe:**
 - A pH a titráló oldat függvényében.
- Csonka Gábor Általános kémia -sav-bázis 2 Dia 28 /34



Erős bázis titrálása erős savval

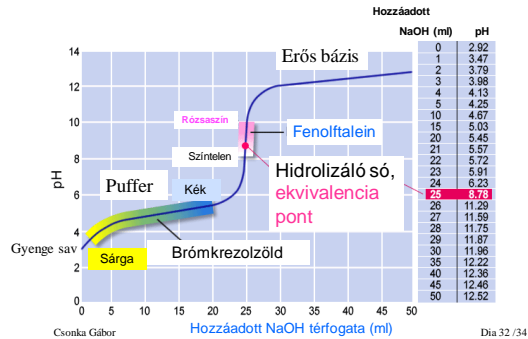


Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 31 /34

Gyenge sav titrálása erős bázissal

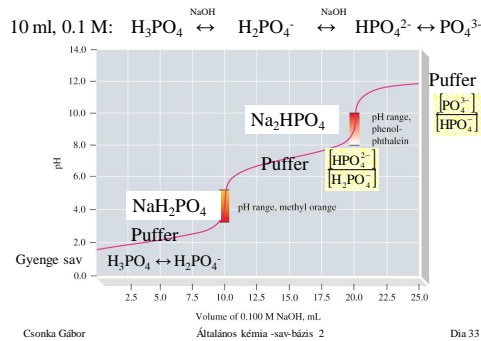


Csonka Gábor

Hozzáadott NaOH térfogata (ml)

Dia 32 /34

Gyenge poliprotikus sav titrálása



Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 33 /34

Poliprotikus savak tömény sóinak pH-ja

- Ha $C > 0.1 \text{ M}$ a pH független a koncentrációtól.



$\text{pH} = 0.5 (\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2}) = 0.5 (2.15 + 7.20) = 4.68$



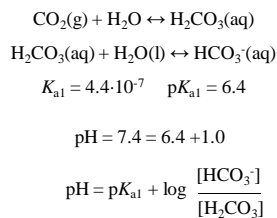
$\text{pH} = 0.5 (\text{p}K_{a2} + \text{p}K_{a3}) = 0.5 (7.20 + 12.38) = 9.79$

Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 34 /34

Fókuszban: a vér mint puffer



Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 35 /34

A vér mint puffer

- 10/1 puffer arány nem a maximális kapacitás...
 - Többnyire a savanyodás ellen kell védekezni (tejsav) kevésbé a lúgosodás ellen..
 - Ha több sav, H_2CO_3 szükséges a tudóban lévő CO_2 felhasználható.
 - A vérben más komponensek is hozzájárulna a vér pH állandó értéken tartásához (fehérjék, foszfátok).

Csonka Gábor

Általános kémia -sav-bázis 2

Dia 36 /34