

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
KİMYA I
DERS NOTLARI**

Yrd. Doç. Dr. Atilla EVCİN



Tampon Sistemler

- Bir çözeltiliye belli miktarlara kadar asit veya baz eklendiğinde, çözeltinin pH değerinin değişmesini engeller yönde tepkime verebilen özel çözeltilere "tampon çözelti" denir.
- Örneğin 0.01 mol hidroklorik asit, 1 litre saf suya eklenirse; çözeltinin pH'ı 7'den 2'ye düşer.
- Ancak aynı miktarda hidroklorik asidi, 1 litre tampon çözeltiliye eklersek, pH değişimi sadece 0.1 birim civarında olur.

■ Tampon çözeltinin içinde ya zayıf asit ve onun konjuge bazı; ya da zayıf baz ve onun konjuge asidi bulunur.


$$\begin{array}{ccc} \text{CH}_3\text{COOH (sulu)} + \text{H}_2\text{O (s)} & \rightleftharpoons & \text{CH}_3\text{COO}^- \text{ (sulu)} + \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (sulu)} \\ \text{Asit 1} & & \text{Baz 1} \quad \text{Asit 2} \\ \text{Baz 2} & & \end{array}$$

1 ve 2 iki konjuge asit-baz çiftini gösterir. Asetat iyonu (CH_3COO^-), CH_3COOH in konjuge bazıdır.

- Böylece tampon çözeltinin içinde hem asit hem de baz karakterli parçacıklar bulunur. Tampon çözeltinin nasıl bir etkileşme yaptığını bir örnekle açıklayalım.
- Yaklaşık olarak eşit miktarlarda zayıf bir asit (HA diyelim) ve onun konjuge bazı (A^-) bulunan bir tampon çözeltilimiz olsun. Eğer çözeltiliye kuvvetli asit eklenirse, çözeltideki A^- iyonlarıyla tepkimeye girer ve HA oluşur.

■ Vücudumuzdaki kan, bir çeşit tampon çözeltilidir. Kan ve benzeri biyolojik sıvıların işlevlerini yerine getirebilmeleri için, ortamın pH değeri belirli olmalı ve ani değişiklikleri engellemelidir.


- Kanın oksijen taşıyabilmesi için ortamın pH değeri 7.4 olmalıdır. Eğer pH değeri 0.1 birim kadar bile değişseydi, kan oksijen taşıma özelliğini kaybederdi.
- Kanımızdaki tampon çözeltide karbonik asit (H_2CO_3) ve bikarbonat (HCO_3^-) konjuge asit baz çifti yanında, başka konjuge asit baz çiftleri de vardır.



Bir tampon çözelti zayıf bir asit ve onun konjuge bazını içerir.

- $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (asetik asit) ve $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (sodyum asetat)
- NH_4Cl (amonyum klorür) ve NH_3 (amonyak)
- NaH_2PO_4 (sodyumdihidrojen fosfat) ve Na_2HPO_4 (disodyumhidrojen fosfat)

Genellikle bir tampon sistemi "tuz-asit" veya basitçe "konjuge baz-asit" olarak gösterilir. Böylece, sodyum asetat-asetik asit tampon sistemi $\text{CH}_3\text{COONa}/\text{CH}_3\text{COOH}$ veya $\text{CH}_3\text{COO}^-/\text{CH}_3\text{COOH}$ olarak gösterilir.




Asetik asit/asetat tamponu

Sisteme baz eklenmesi, sistemin konjuge asidi ile reaksiyonuyla sonuçlanır.

- $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq})$
Asetik asit eklenen hidroksit iyonuyla asetat iyonu oluşturmak üzere reaksiyona girer.

Sisteme asit eklenmesi, sistemin konjuge bazi ile reaksiyonuyla sonuçlanır.

- $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
Asetat iyonu eklenen hidronyum iyonuyla asetik asit oluşturmak üzere reaksiyona girer.



Amonyak/amonyum tamponu

Bu sisteme baz eklenmesi, sistemin konjuge asidi ile reaksiyonuyla sonuçlanır:


- $\text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_3 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

Amonyum iyonu eklenen hidroksit ile reaksiyona girer.

Bu sisteme asit eklenmesi, sistemin konjuge bazi ile reaksiyonuyla sonuçlanır:

- $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{NH}_3 (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

Amonyak eklenen hidronyum iyonuyla reaksiyona girer.



Örnek

Aşağıdakilerden hangisi bir tampon sistemidir ?

(a) KF/HF (b) KBr/HBr (c) $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$

(a) KF zayıf bir asittir, F^- onun konjuge bazıdır
Tampon çözelti

(b) HBr kuvvetli bir asittir
Tampon çözelti değil

(c) CO_3^{2-} zayıf bir bazdır, HCO_3^- onun konjuge asididir
Tampon çözelti

Örnek

Aşağıdaki çözeltilerden hangisi tampon sistemidir?

a) $\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{H}_3\text{PO}_4$
b) $\text{NaClO}_4/\text{HClO}_4$
c) $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}/\text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$ ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$: Piridin)

a) H_3PO_4 zayıf bir asittir ve konjuge bazı H_2PO_4^- zayıf bir bazdır. Bu yüzden, sistem bir tampondur.
b) HClO_4 kuvvetli bir asit olduğundan konjuge bazı ClO_4^- çok zayıf bir bazdır. Bu nedenle ClO_4^- iyonu, HClO_4 oluşturmak için H^+ iyonu ile birleşmeyecektir. Böylece sistem tampon değildir.
c) $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ zayıf bir bazdır ve konjuge asidi $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}^+\text{H}$ ($\text{C}_5\text{H}_5\text{NHCl}$ tuzunun katyonu) zayıf bir asittir. Bu nedenle sistem tampondur.

Tampon Sistemler

pH aralığı	Tampon Karışım
1,0 - 3,7	Glisin – Glisin hidroklorür
1,2 - 3,8	Ftalik asit – Potasyum asit ftalat
3,7 - 5,6	Asetik asit – Sodyum asetat
5,8 - 8,0	Mono sodyum fosfat – disodyum fosfat
6,8 - 9,2	Borik asit – boraks
9,2 - 11,0	Boraks – Sodyum hidroksit
11,0 - 12,0	Disodyum fosfat – trisodyum fosfat

Tamponlarda pH hesabı

Henderson-Hasselblach deklemini kullanırız.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{baz}]}{[\text{asit}]}$$
$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{asit}]}{[\text{baz}]}$$

Örnek

■ 25°C da 0,1 M asetik asit ve 0,1 M sodyum asetat karışımının pH si ne kadardır? ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

$$\text{pH} = 4,74 + \log \frac{0,1}{0,1} = 4,74$$

Örnek

- 1 L tampon çözeltide 0.1 mol asetik asit ile 0.1 mol sodyum asetat bulunduğuna göre ;
- a) Bu çözeltinin pH değerini hesaplayınız
- b) 0.2 g NaOH ilave edildikten sonra çözeltinin pH değerini hesaplayınız. $K_a=1.8 \times 10^{-5}$

$$pH = pK_a - \log \frac{[asit]}{[baz]}$$
$$pH = -\log(1.8 \times 10^{-5}) - \log \frac{0.1}{0.1}$$
$$pH = 4.7474$$

Örnek

- b) 0.2 g NaOH ilave edildikten sonra çözeltinin pH değerini hesaplayınız. $K_a=1.8 \times 10^{-5}$

0.2 g NaOH \rightarrow 0.005 mol NaOH \rightarrow 0.005 mol NaCH₃COO

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$
$$CH_3COOH + H_2O \rightarrow CH_3COO^- + OH_3^+$$

Kalan asit = (0.1 mol - 0.005 mol) = 0.095 mol
Toplam asetat = (0.1 mol + 0.005 mol) = 0.105 mol

$$pH = -\log(1.8 \times 10^{-5}) - \log \frac{0.095}{0.105} = 4.78$$

Örnek

- 1 L tampon çözeltide 0.1 mol asetik asit ile 0.1 mol sodyum asetat bulunduğuna göre 0.01 M HCl ilave edildikten sonra çözeltinin pH değerini hesaplayınız. $K_a=1.8 \times 10^{-5}$

$$pH = pK_a - \log \frac{[asit]}{[baz]}$$

Toplam asit = (0.1 mol + 0.01 mol) = 0.11 mol
Kalan asetat = (0.1 mol - 0.01 mol) = 0.09 mol

$$pH = -\log(1.8 \times 10^{-5}) - \log \frac{0.11}{0.09} = 4.65$$