

Asit/Baz Dengeleri Devamı (Bölümler 10 ve 11)

Konular: Zayıf baz içeren dengeler, tuz çözeltilerinin pH'sı ve tamponlar

---

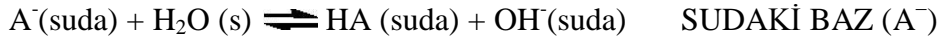
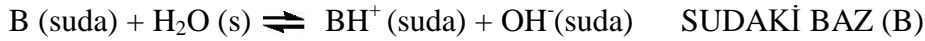
Çarşamba'nın ders notlarından

---

2. Suda Baz

$$\text{Bazın iyonlaşma sabiti } K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

25°C' de  $K_b$   $1.8 \times 10^{-5}$  dir. Bu küçük değer,  $\text{NH}_3$  ün çok az bir kısmının suda  $\text{NH}_4^+$  olarak bulunduğu anlamına gelir. Bir kuvvetli baz, suda tamamen  $\text{OH}^-$  iyonu verecek şekilde tepkimeye girer.  $\text{NH}_3$  kuvvetli bir baz değildir, orta kuvvette bir bazdır.



$$\text{p}K_b = -\log K_b$$

Daha büyük  $K_b$ , daha kuvvetli baz

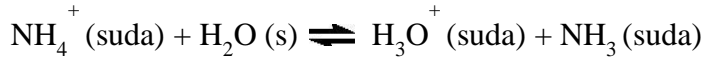
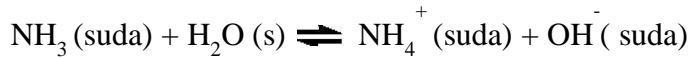
Daha büyük  $\text{p}K_b$ , daha zayıf baz

3. Eşlenik asit ve bazlar

Kuvvetli asitlerin, eşlenik bazları zayıftır.

Kuvvetli bazların, eşlenik asitleri zayıftır.

Eşlenik asit-baz çifti olarak  $\text{NH}_3$  ve  $\text{NH}_4^+$  ü düşünün.

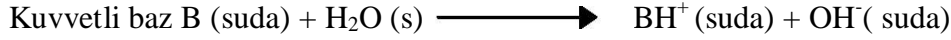


K lar birbiri ile çarpılınca şu elde edilir:

$$K_a \times K_b = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \times \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

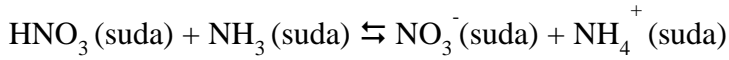
$$K_a \times K_b = K_{su}$$

$$\log K_a + \log K_b = \log K_{su} \quad \text{veya} \quad pK_a + pK_b = pK_{su} = 14.00$$



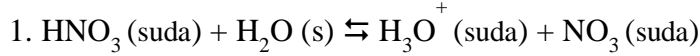
#### 4. Asitlerin bağıl kuvvetleri

$\text{HNO}_3$  ' mi yoksa  $\text{NH}_4^+$  ' mi daha kuvvetli asittir? Tepkime sağa mı yoksa sola mı ilerler?

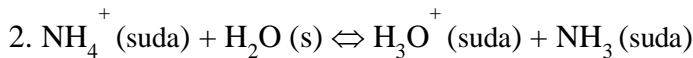


$$K = \frac{[\text{NO}_3^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{HNO}_3][\text{NH}_3]}$$

Her bir asiti ayrı ayrı düşünün:



$$K_a (\text{HNO}_3) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_3^-]}{[\text{HNO}_3]} = 20$$



$$K_a (\text{NH}_4^+) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 5.6 \times 10^{-10}$$

2. eşitlikten 1. eşitliği çıkartın ve bunlara karşılık gelen denge sabitlerini bölün.

$$K = \frac{K_a (\text{HNO}_3)}{K_a (\text{NH}_4^+)} = \frac{\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_3^-]}{[\text{HNO}_3]}}{\frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}} = \frac{[\text{NO}_3^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{HNO}_3][\text{NH}_3]} = \frac{20.}{5.6 \times 10^{-10}} = 3.6 \times 10^{10}$$

Tepkime \_\_\_\_\_ doğru ilerler.  $\text{HNO}_3$  asiti,  $\text{NH}_4^+$  den daha \_\_\_\_\_ dir.

Asit-baz problem tipleri

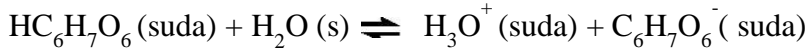
1. sudaki zayıf asit
2. sudaki zayıf baz ← sudaki tuz
3. sudaki kuvvetli asit
4. sudaki kuvvetli baz
5. tampon

Zayıf asit içeren dengeler

Örnek: C vitaminine ait (askorbik asit,  $\text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_6$ )  $K_a$  değeri  $8.0 \times 10^{-5}$  dir. 100. mL suda 500. mg asit çözülerek hazırlanmış bir çözeltinin pH sını hesaplayın.

$$0.500 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{176.126 \text{ g}} = 2.84 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$2.84 \times 10^{-3} \text{ mol} / 0.100 \text{ L} = 0.0284 \text{ M}$$



	$\text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_6$	$\text{H}_3\text{O}^+$	$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$
başlangıç molaritesi	0.0284	0	0
molaritedeki değişim	-x	+x	+x
dengedeki molarite	0.0284 - x	+x	+x

$$K_a = 8.0 \times 10^{-5} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]}{[\text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_6]} = \frac{x^2}{0.0284 - x}$$

Eğer  $x \ll 0.0284$  ise, o zaman  $(0.0284 - x) \approx 0.0284$

$$K_a = 8.0 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.0284}$$

$x = 0.00151$  (gerçekte 2 anlamlı rakam, burada bir fazlası var)

İhmali kontrol edin.  $0.0284 - 0.00151 \approx 0.0284$  midir?

$x$  in değeri sorudaki değerden %5 daha küçükse, ihmal edilebilir.

Burada  $(0.00151/0.0284) \times 100 = \%5.3$  (%5 den fazla), kuadratik eşitlik kullanılmalıdır.

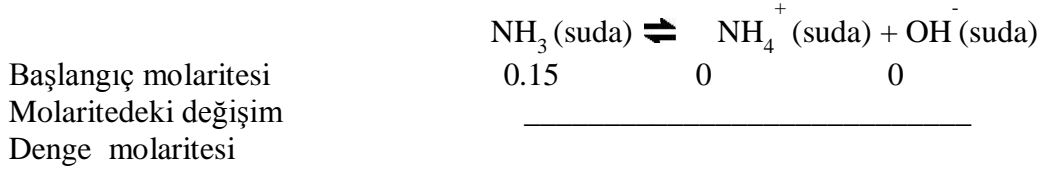
Kuadratik eşitlik kullanıldığında,  $x = 0.00147$  (gerçekte 2 anlamlı rakam)

$$\text{pH} = -\log [1.47 \times 10^{-3}] = 2.83$$

Zayıf baz içeren dengeler

Örnek:  $\text{NH}_3(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$   $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$  (25°C de).

25°C da 0.15 M  $\text{NH}_3$  çözeltisinin pH sını hesaplayın.



baz

iyonlaşma

sabiti

İhmali kullanarak,  $x =$

İhmali kontrol edin (iyonlaşma yüzdesini hesaplayın)

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

$\text{pH} =$

Tuz çözeltilerinin pH sı

Tuz, bir asitin bir baz ile nötralleşmesi ile oluşur. Tuzların sudaki pH sı daima nötral değildir.

Zayıf bazların eşlenik asitlerini içeren tuzlar, asidik çözelti oluşturur; çapı küçük, yükü büyük metal katyonu içeren tuzlar da benzer şekilde asidik çözelti oluşturur (örneğin,  $\text{Fe}^{3+}$ ). [Not: Tüm Grup 1 ve Grup 2 metalleri (örneğin  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ) ve +1 yüklü tüm metal katyonları (örneğin,  $\text{Ag}^{+1}$ ) nötraldir.]

Zayıf asitlerin eşlenik bazlarını içeren tuzlar bazik çözelti oluştururlar.

Aşağıdaki çözeltiler için pH' nın asidik, nötral veya bazikliğini tahmin edin.

1)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (suda)

$\text{NH}_4^+$   $\text{NH}_4^+$  zayıf bir bazın eşlenik asiti midir?  
 $\text{NH}_3$  zayıf bir baz mıdır?

$\text{Cl}^-$   $\text{Cl}^-$  zayıf bir asitin eşlenik bazı mıdır?  
 $\text{HCl}$  zayıf bir asit midir?

2)  $\text{NaCH}_3\text{CO}_2$ (suda)

3) XY bileşiği için genel kural

$\text{X}^+$   $\text{X}^+$  zayıf bir bazın eşlenik asidi midir? Evet ise, asidik; Hayır ise, nötral  
 $\text{Y}^-$   $\text{Y}^-$  zayıf bir asitin eşlenik bazı mıdır? Evet ise, bazik; Hayır ise, nötral

Genel olarak : asidik+nötral=asidik; bazik+nötral=bazik; nötral+ nötral = nötral

### **Tamponlar**

**Tampon** çözelti, az miktarda asit veya baz ilavesine rağmen pH değeri yaklaşık olarak sabit kalan çözeltilerdir.

**Asit tamponu:** bir zayıf asit ve onun eşlenik bazını içeren tuzlardan oluşur. Asidik bölgede tamponlar.

**Baz tamponu:** bir zayıf baz ve onun eşlenik asitini içeren tuzlardan oluşur. Bazik bölgede tamponlar.

Asidik Tampon Örneği: asetik asit ile asetat tuzunu karıştırın ve dinamik dengeye getirin:

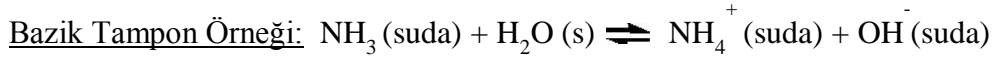


Yaklaşık olarak eşit miktarda  $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$  ve  $\text{CH}_3\text{COOH}$  içeren bir çözeltiliye kuvvetli asit ilave edilirse ne olur? İlave edilen  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonları, hidrojen iyonlarını (protonları)  $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$  ye aktararak  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  molekülleri oluşturur (geri tepkime). Böylece, ortama ilave edilmiş olan  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonları etkin bir şekilde ortadan kaldırılmış olur ve pH sabit kalır.

Ortama  $\text{OH}^-$  bazı ilave edilirse, baz  $\text{CH}_3\text{COOH}$  den bir proton alır,  $\text{H}_2\text{O}$  ve  $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$  molekülleri oluşturur. Böylece ortama ilave edilmiş olan  $\text{OH}^-$  iyonları etkin bir şekilde ortadan kaldırılmış olur ve pH sabit kalır.

**Asidik tampon etkisi:** Zayıf asit, HA, protonlarını ortamdaki kuvvetli bazın  $\text{OH}^-$  iyonlarına aktarır. Zayıf asidin eşlenik bazı,  $\text{A}^-$ , protonları ortamdaki kuvvetli asitin  $\text{H}_3\text{O}^+$  iyonlarından alır.

Kuvvetli asit ve onun eşlenik bazının tuzu iyi bir tampon oluşturmaz. Niçin?



Kuvvetli asit ilavesinde,  $\text{NH}_3$  asitin protonlarını alarak  $\text{NH}_4^+$  oluşturur. Kuvvetli baz ilavesinde,  $\text{NH}_4^+$  protonlarını vererek  $\text{NH}_3$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  oluşturur. pH aynı kalır.

**Bazik tampon etkisi:** Zayıf baz, B, ortamdaki kuvvetli asitten proton alır. Zayıf bazın eşlenik asiti,  $\text{BH}^+$ , protonunu ortamdaki kuvvetli bazın  $\text{OH}^-$  iyonlarına aktarır.

Bir tampon, ortama proton vererek veya ortamdaki protonu alarak çözeltilinin pH sını sabit tutan zayıf eşlenik asitlerin ve bazların karışımıdır.

Örnek Tampon Problemi: 1.00 mol  $\text{HCOOH}$  ve 0.500 mol  $\text{NaHCOO}$  suda çözülür, çözeltili 1.0 L'ye tamamlanır. Bu tampon çözeltilinin pH'yı hesaplayınız. ( $K_a = 1.77 \times 10^{-4}$ )

	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCOO}^-$		
Başlangıç molaritesi	1.00	0	0.500
Molaritedeki değişim	-x	+x	+x
Denge molaritesi	1.00 - x	+x	0.500 + x

$$K_a = 1.77 \times 10^{-4} =$$

Yaklaştırma yapın, 1.00 ve 0.500 ile mukayese edilirse  $x'$  in değeri küçüktür,  $x =$

İhmali kontrol edin

pH =

Şimdi - 1.0 L tampon çözeltiye 0.100 mol kuvvetli asit (HCl) ilave edilirse ne olur?

0.100 mol HCl , aynı mol  $\text{HCOO}^-$  ile tepkimeye girerek, eşit mol sayısında HCOOH oluşturur:

$\text{HCOO}^-$  için,  $0.500 \text{ mol} - 0.100 \text{ mol} = 0.400 \text{ mol}$       $[\text{HCOO}^-] = 0.400 \text{ mol}/1.0 \text{ L} = 0.400 \text{ M}$

HCOOH için,  $1.00 \text{ mol} + 0.100 \text{ mol} = 1.10 \text{ mol}$       $[\text{HCOOH}] = 1.10 \text{ mol}/1.0 \text{ L} = 1.10 \text{ M}$



Başlangıç molaritesi

Molaritedeki değişim

Denge molaritesi

$$K_a = 1.77 \times 10^{-4}$$

Yaklaştırma yapın, 1.10 ve 0.40 ile mukayese edilirse  $x'$  in değeri küçüktür,  $x =$

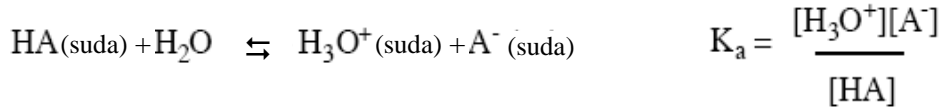
İhmali kontrol edin (% 5 kuralı)

pH = 3.31

Sonuç olarak, 0.10 mol kuvvetli asit ilave edildiğinde pH sadece 3.45' den 3.31'e düşer.

Tampon Hazırlama

Tampon hazırlamada  $[HA]/[A^-]$  oranı,  $pK_a$  ve pH arasındaki ilişki düşünülmelidir.



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

Yeniden düzenlenirse:

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

Her iki tarafın logaritmasını alın:

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

(-) ile çarpın:

$$pH = pK_a - \log \left( \frac{[HA]}{[A^-]} \right)_{\text{denge}}$$

Eşitlikteki  $[HA]$  ve  $[A^-]$  değerleri dengededir. Ancak, genelde zayıf asit HA protonlarının çok az bir kısmını kaybeder, bu nedenle  $[HA]$  tamponu hazırlamak için kullanılan asitin molaritesinden ihmal edilebilir derecede farklıdır. Benzer şekilde, zayıf bazik anyonu olan  $A^-$ 'nin çok az bir kısmı protonları alır. Bu nedenle  $[A^-]$  tamponu hazırlamak için kullanılan bazın molaritesinden ihmal edilebilir derecede farklıdır.

Bu nedenle

$$pH \cong pK_a - \log \left( \frac{[HA]_0}{[A^-]_0} \right) \quad \text{Henderson-Hasselbalch Eşitliği}$$

↙  
başlangıç

Bu varsayım,  $[HA]$  ve  $[A^-]$ 'ye nazaran  $[H_3O^+]$  küçük olduğunda (%5 den küçük) geçerlidir.



Örnek: pH' sı 4.60 olan bir tampon sistemi hazırlayın.

Bu tampon için,  $pK_a$  'sı 4.75 olan asetik asik uygundur.

Bir tampon çözeltisi  $pK_a \pm 1$  aralığında etkindir.

$$pH = pK_a - \log \frac{[CH_3COOH]_0}{[CH_3COO^-]_0}$$

$$\log \frac{[CH_3COOH]_0}{[CH_3COO^-]_0} = pK_a - pH = 4.75 - 4.60 = 0.15$$

$$\frac{[CH_3COOH]_0}{[CH_3COO^-]_0} = 10^{0.15} = 1.4$$

Oran, kullanılan miktardan çok daha önemlidir. Miktar sadece, tampon kapasitesine etki eder.

Tampon derişim arttıkça, pH değişimine karşı gösterilen direnç artar.

Çok düşük derişim kullanırsanız, Henderson-Hasselbalch eşitliği geçerli olmaz.

pH 4.60 için,  $[H_3O^+]$  derişimi  $2.5 \times 10^{-5}$  dir.

$$\frac{2.5 \times 10^{-5}}{[HA] \text{ veya } [A^-]} \times \% 100 < \% 5$$



Gereken derişim  $> 5.0 \times 10^{-4}$  M