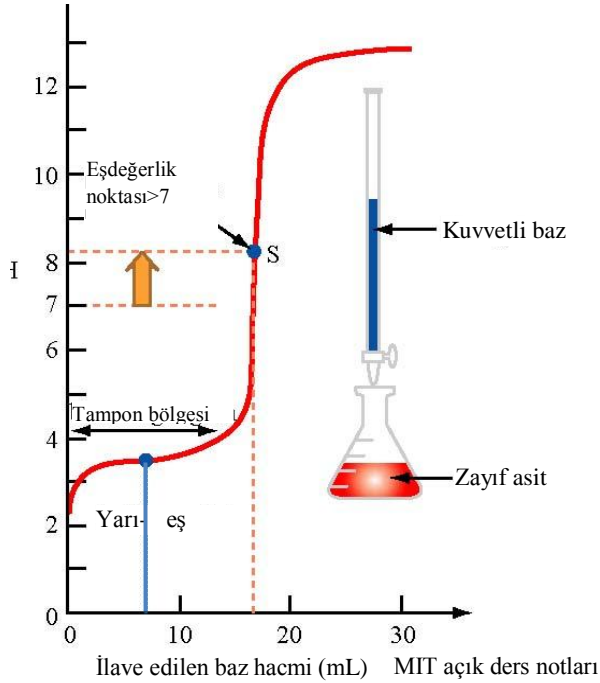


## 5.111 Ders Özeti #24

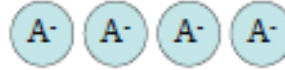
**Konular:** Yükseltgenme Basamakları ve İndirgenme/Yükseltgenme Tepkimelerinin Denkleştirilmesi ( Bölüm K, Bölüm 12' yi okuyun)

**PAZARTESİDEN: Zayıf Asit/Kuvvetli Baz ve Zayıf Baz/Kuvvetli Asit için Titrasyon Eğrileri**

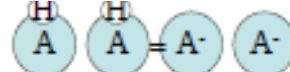


$V > V_{eş}$  Suda kuvvetli baz

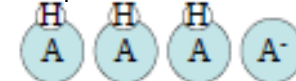
$V = V_{eş}$  (tuz) zayıf asitin eşlenik bazı



$V = V_{yarı-eş}$  Tamponun özel durumu

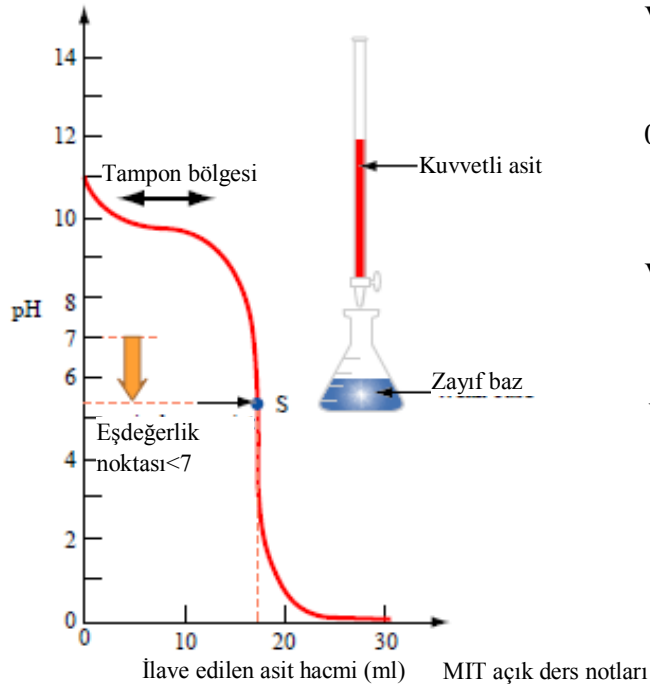


$0 < V < V_{eş}$  Tampon



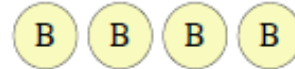
Başlangıç

$V = 0$



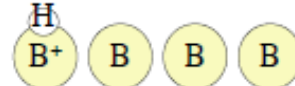
$V = 0$

Sudaki zayıf baz



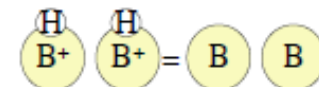
$0 < V < V_{eş}$

Tampon



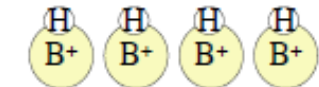
$V = V_{yarı-eş}$

Tamponun özel durumu



$V = V_{eş}$

(tuz) zayıf bazın eşlenik asidi



$V > V_{eş}$

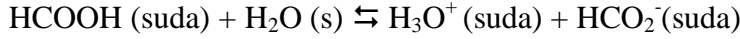
Sudaki kuvvetli asit

Örnek: Zayıf asitin kuvvetli baz ile titrasyonu

25.0 mL 0.10 M HCOOH ile 0.15 M NaOH (HCOOH için  $K_a = 1.77 \times 10^{-4}$ )

1. Hacim = 0 mL NaOH ilavesi

NaOH ilavesinden önce, problem sudaki zayıf asitin iyonlaşmasıdır.



	HCOOH (suda)	$\text{H}_3\text{O}^+$ (suda) + $\text{HCO}_2^-$ (suda)	
Başlangıç molaritesi	0.10 M	0	0
Molaritedeki değişim	-x	+x	+x
Denge molaritesi	0.10-x	x	x

$$K_a = 1.77 \times 10^{-4} = (x)^2 / (0.10 - x) \approx (x)^2 / 0.10$$

$x = 0.00421$  (0.00421 nin 0.10 in % 4.2' si olduğunu kontrol ediniz). TAMAM

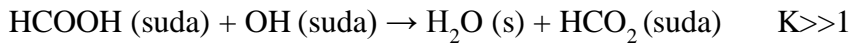
$\text{pH} = -\log [0.00421] = 2.38$  (kaç tane anlamlı rakam?)

2.  $0 < V < V_{\text{esd}}$ 

Bu aralıkta, asit kuvvetli baz tarafından kısmen iyonlaştırılmıştır (tampon bölge).

5.0 mL 0.15 M NaOH ilavesinden sonra çözeltinin pH sını hesaplayınız.

Çünkü  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_2^-$  dan daha kuvvetli bazdır, HCOOH ile neredeyse tamamen tepkimeye girer.

Başlangıç Moller

$$\text{HCOOH için, } (25.0 \times 10^{-3} \text{ L})(0.10 \text{ M}) = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{OH}^- \text{ için, } (5.0 \times 10^{-3} \text{ L})(0.15 \text{ M}) = 0.75 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Tepkimedden sonra moller

$$2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} - 0.75 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1.75 \times 10^{-3} \text{ mol HCOOH kalır}$$

$$0.75 \times 10^{-3} \text{ mol OH}^- \text{ _____ mol HCO}_2^- \text{ üretir.}$$

Molarite

$$1.75 \times 10^{-3} \text{ mol HCOOH} / (0.0250 + 0.0050 \text{ L}) = 0.0583 \text{ M HCOOH}$$

$$0.75 \times 10^{-3} \text{ mol HCO}_2^- / (0.0250 + 0.0050 \text{ L}) = 0.0250 \text{ M HCO}_2^-$$

**Seçenek 1**

	HCOOH	$\text{H}_3\text{O}^+$ + $\text{HCO}_2^-$	
başlangıç molaritesi	0.0583	0	0.0250
molaritedeki değişim	-x	+x	+x
denge molarite	0.0583 - x	+x	0.0250 + x

$$K_a = 1.77 \times 10^{-4} = \frac{(0.0250 + x)(x)}{(0.0583 - x)} \quad x' \text{ in küçük olduğunu farzedin } \approx \frac{0.0250x}{0.0583}$$

$$x = 4.13 \times 10^{-4}$$

İhmal kontrol edin:  $4.13 \times 10^{-4}$  0.025' in % 1.65' i ve 0.0583' ün % 0.7'si. TAMAM

$$\text{pH} = -\log [4.13 \times 10^{-4}] = 3.38$$

### Seçenek 2

$$\text{pH} \cong \text{p}K_a - \log \left( \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \right)$$

$$\text{pH} \cong 3.75 - \log \left( \frac{[0.0583]}{[0.0250]} \right) = 3.75 - 0.368 = 3.38$$

İhmal kontrol edin: pH 3.38 için,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 4.2 \times 10^{-4}$  yani < 0.0583' ün %5' i ve < 0.0250' in %5'i. TAMAM

% 5 ihmal geçerli değilse, seçenek 1 kullanılmalıdır ve

$$K_a = 1.77 \times 10^{-4} = \frac{(0.0250 + x)(x)}{(0.0583 - x)} \text{ eşitliği basitleştirilemez.}$$

Kuadratik eşitlikle çözülmelidir.

Not: İlave edilen NaOH hacmi 0 ve eşdeğer hacim,  $V_{\text{eşd}}$ , arasındaki problem, tampon problemine benzer. Titrasyon eğrisindeki bu bölgeye "tampon bölgesi" denir.

### Yarı-eşdeğerlik noktası

İlave edilen NaOH hacmi, eşdeğer hacmin yarısına eşitse,  $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$ .

$$\text{pH} \sim \text{p}K_a - \log \left( \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \right)$$

$$\text{pH} \sim \text{p}K_a - \log (1)$$

$$\text{pH} \sim \text{p}K_a$$

$$3. \quad \underline{V = V_{\text{eşd}}}$$

Eşdeğerlik noktasında, ilave edilen NaOH miktarı HCOOH miktarına eşittir. Kuvvetli asit ve kuvvetli bazlarda olduğu gibi pH= 7 değildir. Zayıf asit, kuvvetli baz ile titre edildiğinde pH >7 dür. pH nötralizasyon işleminde oluşan tuzun özelliklerine bağlıdır. HCOOH ve NaOH titrasyonunda,  $\text{NaHCO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$  oluşur.  $\text{Na}^+$  katyonunun pH üzerinde hiç bir etkisi yoktur.  $\text{HCO}_2^-$  anyonu bir bazdır. Bu nedenle eşdeğerlik noktasında, pH >7 dür.

Eşdeğerlik noktasında pH'ı hesaplayın

Eşdeğerlik noktasında toplam hacmi hesaplayın

$\text{HCOOH molü} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} = \text{oluşan } \text{HCO}_2^- \text{ mol sayısı} = \text{ilave edilen } \text{OH}^- \text{ sayısı}$

$2.5 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{OH}^- \times \frac{1 \text{ L}}{0.15 \text{ mol}} = 1.67 \times 10^{-2} \text{ L ilave edilen NaOH}$

Toplam hacim = 0.0250 L + 0.0167 L = 0.0417 L

$\text{HCO}_2^-$  molaritesi

$2.5 \times 10^{-3} \text{ mol } \text{HCO}_2^- / (0.0417 \text{ L}) = 0.0600 \text{ M } \text{HCO}_2^-$

Bu sudaki zayıf bazın iyonlaşma problemidir.

$\text{HCO}_2^- (\text{suda}) + \text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightleftharpoons \text{HCOOH} (\text{suda}) + \text{OH}^- (\text{suda})$

	$\text{HCO}_2^- (\text{suda})$	$\text{HCOOH} (\text{suda}) + \text{OH}^- (\text{suda})$	
başlangıç molaritesi	0.0600	0	0
molaritedeki değişim	-x	+x	+x
dengedeki molarite	0.0600-x	+x	+x

Bu çizelgeyi kullanabilirsiniz. 0.0600 M ile mukayese edildiğinde x küçükse sadeleştirin. x' i hesaplayın.  $[\text{OH}^-] = 1.83 \times 10^{-6} \text{ M}$  olarak bulunur. Sonra pOH'ı hesaplayın  $p\text{OH} = 5.74$  dir. pOH dan, pH'yı hesaplayın.  $p\text{H} = 8.26$  ( $>7$ ).

4.  $V > V_{\text{eşd}}$

Eşdeğerlik noktasından sonra, eşdeğer baz  $\text{HCO}_2^-$  çözeltisine NaOH ilave edilir.  $\text{HCO}_2^-$  çözeltiye çok fazla  $\text{OH}^-$  iyonu vermediğinden ( $1.83 \times 10^{-6} \text{ M}$ ), pOH ve pH, ortama fazladan ilave edilen NaOH miktarı kullanılarak hesaplanır. Bu problem kuvvetli asit/kuvvetli baz problemine benzer.

5.00 mL de eşdeğerlik noktası geçilir:

$0.00500 \text{ L} \times 0.15 \text{ M} = 7.5 \times 10^{-4} \text{ mol fazla } \text{OH}^-$

$7.5 \times 10^{-4} \text{ mol } \text{OH}^- / (0.00500 \text{ L} + 0.0250 \text{ L} + 0.0167 \text{ L}) = 0.016 \text{ M } \text{OH}^-$

$p\text{OH} = -\log [0.016] = 1.79$

$p\text{H} = 12.21$

---

Bugünün materyali


---

## YÜKSELTGENME/İNDİRGENME TEPKİMELERİ

### Yükseltgenme sayılarını (veya basamaklarını) belirleme kuralları

- 1) Serbest elementlerde, her atomun yükseltgenme sayısı sıfırdır. Örneğin  $H_2$
- 2) Tek atomlu iyonlarda yükseltgenme sayısı iyonun yüküne eşittir. Buna göre  $Li^{+1}$  in yükseltgenme sayısı +1 dir. Grup 1 ve Grup 2 metallerinin yükseltgenme sayısı sırasıyla +1 ve +2' dir. Alüminyumun yükseltgenme sayısı bütün bileşiklerinde +3 dür.
- 3) Oksijenin pek çok bileşiklerinde yükseltgenme sayısı -2' dir. Ancak,  $H_2O_2$  ve  $O_2^{-2}$  gibi peroksit bileşiklerinde oksijenin yükseltgenme sayısı -1 dir.
- 4) Hidrojenin yükseltgenme sayısı +1 dir.  $LiH$ ,  $NaH$ ,  $CaH_2$  gibi metalle yaptığı ikili bileşikler istisnadır. Bu durumda, yükseltgenme sayısı -1' dir.
- 5) F bütün bileşiklerinde -1 yükseltgenme sayısına sahiptir. Diğer halojenler (Cl, Br ve I) bileşiklerinde halojenür iyonu şeklinde bulunuyorsa (Örn.  $NaCl$ ) yükseltgenme sayısı negatiftir. Ancak, oksijen ile birleştiklerinde (oksoasitler), yükseltgenme sayıları pozitifdir (Örn.  $ClO$ ).
- 6) Nötral moleküllerde, bütün atomların yükseltgenme sayısı toplamı sıfır olmalıdır. Poliatomik iyonlarda, iyondaki bütün elementlerin yükseltgenme sayısı toplamı iyonun net yüküne eşit olmalıdır. Örneğin  $NH_4^+$ .

H'nin y.b.                      N'un y.b.                      Toplam y.b.

- 7) Yükseltgenme sayısı tamsayı olmak zorunda değildir. Örneğin, süperoksitlerde,  $O_2^{-1}$  oksijenin yükseltgenme sayısı  $-\frac{1}{2}$ ' dir.

### Örnekler

$Li_2O$

$PCl_5$

$HNO_3$

$N_2O$

### Tanımlar

Yükseltgenme –

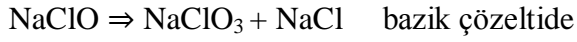
İndirgenme –

Yükseltgen –

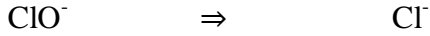
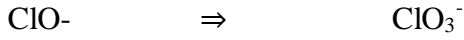
İndirgen –

### Disproporsiyon (Disproporsinasyon) Tepkimeleri

Tek yükseltgenme basamağındaki reaktif bir elementin, hem indirgenmesi hem de yükseltgenmesidir.

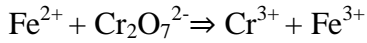


Yarı tepkimeyi yazın ve yükseltgenme sayısındaki değişimi belirleyin.  $\text{Na}^+$  gözlemci iyonudur:



### Redoks Tepkimelerini Denkleştirme (Bölüm 12.2)

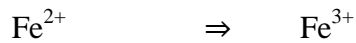
#### A. ASİDİK ÇÖZELTİLERDE DENKLEŞTİRME



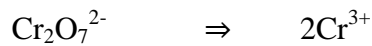
**(1) indirgenmiş ve yükseltgenmiş türler için iki denkleştirilmemiş yarı tepkimeyi yazın.**



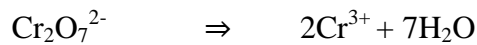
**(2) oksijen ve hidrojen hariç bütün elementlerin atom sayılarını eşitlemek için her bir eşitliğin iki tarafına uygun katsayılar koyun.**



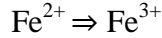
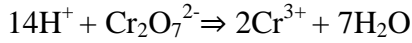
**(3) oksijeni denkleştirmek için  $\text{H}_2\text{O}$  ilave edin.**



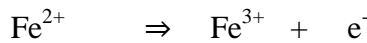
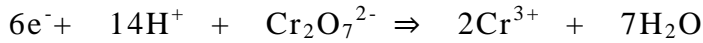
**(4) Hidrojeni  $\text{H}^+$  ile denkleştirin.**



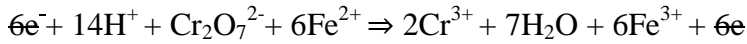
(5) Elektron ilave ederek yükleri denkleştirin.



(6) Yükseltgenme ile verilen elektron sayıları ile indirgenme ile alınan elektron sayılarını eşitlemek için yarı tepkimeleri uygun katsayılar ile çarpın.

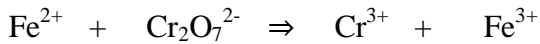


(7) Uygun sadeleştirmeler yapmak için yarı tepkimeleri toplayın.

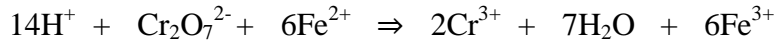


### B. BAZİK ÇÖZELTİLERDE DENKLEŞTİRME

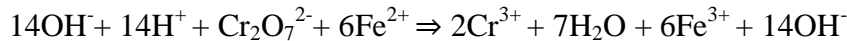
(Kitapta farklı bir yaklaşım vardır. Her ikisini de kullanabilirsiniz.)



Asidik çözeltiler için (1-7) adımlarını takip edin:



(8) Sonra  $\text{H}^+$  nötralle etmek için her iki tarafa  $\text{OH}^-$  ilave ederek "pH" yı ayarlayın"



VEYA



### SADELEŞTİRİN

