

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ  
KİMYA BÖLÜMÜ

# GENEL KİMYA

## LABORATUVAR DENEYLERİ

(Ders Kodu: 2701100)

Doç.Dr.Nebahat DEMİRHAN, Doç.Dr.Mahmure Üstün ÖZGÜR  
Yrd.Doç.Dr.Alper Mert ACAR, Yr.Doç.Dr.Nergis ARSU  
Yr.Doç.Dr.Belkıs BİLGİN ERAN, Yr.Doç.Dr.Naciye COŞKUN

1999-İSTANBUL

# İÇİNDEKİLER

## 1. LABORATUVAR ÇALIŞMALARINDA UYULMASI GEREKEN KURALLAR

- 1.1. Güvenlik Önlemleri
- 1.2. Laboratuvar Teknikleri
  - 1.2.1. Katı ve Sıvıların Aktarılması
  - 1.2.2. Kütle Ölçülmesi
- 1.3. Nem Çekici Maddeler
- 1.4. Laboratuvarda Kullanılan Malzemeler

## 2. DENEYSEL BÖLÜM

- DENEY 1. Kimyasal Reaksiyonların Hızlarının İncelenmesi
- DENEY 2. Reaksiyon Hızına Sıcaklığın Etkisi
- DENEY 3. Gazlar
- DENEY 4. Bir Gazın Molar Hacmi
- DENEY 5. Kimyasal Denge
- DENEY 6. Kolorimetrik Yöntemle pH Tayini
- DENEY 7. Redoks Reaksiyonları
- DENEY 8. Avogadro Sayısı
- DENEY 9. Asit Baz Reaksiyonları
- DENEY 10. Redoks Titrasyonları
- DENEY 11. Elektrolitik Kaplama

## EK 1. PERİYODİK CETVEL

## 1. LABORATUVAR ÇALIŞMALARINDA UYULMASI GEREKEN KURALLAR

Pratik çalışmalar sırasında aşağıda belirtilen kurallara uyulması öğrencinin yararına olduğu kadar, laboratuvardaki alet ve malzemenin korunması bakımından da gereklidir.

- 1- Laboratuvar çalışmalarında mutlaka önlük giyilmelidir.
- 2-Cihazlar büyük bir itina ile kullanılmalıdır. Cihazları çalışır vaziyette bırakıp laboratuvardan ayrılmayınız.
- 3- Kimyasallar kullanıldıktan sonra eller mutlaka yıkanmalıdır.
- 4- Laboratuvarda deney masaları temiz tutulmalıdır. Masalara ve yere dökülen kimyasal maddeler hemen temizlenmelidir.
- 5- Her kullanımdan sonra laboratuvar reaktifleri ve kimyasallar raflarına yerleştirilmelidir. Tüm kimyasalların etiketleri bulunmalıdır.
- 6- Aşındırıcı maddeleri, örneğin derişik asit artıklarını lavaboya dökmeyin, laboratuvarda bunlar için ayrılan kaplara koyunuz.
- 7- Lavabolara bunların tıkanmasına yol açacak maddeler atmayınız.
- 8- Su banyosu olarak kullanılan behere ancak  $\frac{3}{4}$  ne kadar su konulmalı, amyantlı tel örgü üzerine oturtulduktan sonra bekle ısıtılmalı, kaynamaya başlayınca bek kısılmalıdır.
- 9- Cam kaplar ve içinde sıvı bulunan porselen kaplar hiçbir zaman aleve tutulmamalı, bunları ısıtırken bir amyantlı tel örgü kullanılmalıdır.
- 10- Laboratuvarda duman olmasını önlemek için derişik HCl veya derişik NH<sub>3</sub> çözeltilerinin ağzı açık bırakılmamalı, bunlarla yapılan deneyler sona erince artıklar hemen lavaboya dökülmeli ve ardından bolca su akıtılmalıdır.
- 11- Havagazı bekinin yakarken üzerine eğilmeyiniz, yüzünüz veya saçlarınız tutuşabilir. Beki söndürünce ana musluktan kapatınız, yalnızca bekin musluğunun kapatılması yeterli değildir, gaz kaçırabilir ve havagazı zehirlidir. Havagazı bekinin gazı havasından az olursa alev bekin ucunda değil, iç kısmında oluşur ve bek aşırı derecede ısınır, elinizi yakabilir, bu nedenle havasını ve gazını ayarlayarak bekin içten yanmamasını sağlayınız.
- 12- Laboratuvar bir çeşit dersane olarak kabul edildiğinden buralarda gürültü yapılmamalı ve gereksiz yere etrafta dolaşılmalıdır.

## 1.1. GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

1. Önemsiz olduğunu bile düşünseniz her kazayı anında görevlilere bildiriniz.
2. Derinize yada gözlerinize herhangi korozif bir kimyasal madde sıçrarsa hemen bol su ile yıkayınız ve görevli asistana başvurunuz.
3. Bir maddeyi koklamanız istenirse buharları yavaşça elinizle burnunuza doğru itiniz. Direkt olarak koklamayınız.
4. Tüpde bir madde ısıtırken tüpün ağzını kendinize ya da arkadaşlarınıza çevirmeyiniz.
5. Uçucu ve parlayıcı sıvıların yakınında asla açık alev kullanmayınız. Yangın söndürücülerin yerini öğreniniz.
6. Hiçbir kimyasal maddeyi tatmaya kalkışmayınız. Bunların büyük çoğunluğunun zehirli olduğunu unutmayınız.
7. Giysilerinize asit sıçrarsa sey.amonyak ya da sodyum bikarbonat çözeltisiyle; baz sıçrarsa sey.asetik asit ile yıkayarak nötralize ediniz. Sıçrayanın ne olduğunu bilmiyorsanız önce  $\text{NaHCO}_3$  sonra su ile yıkayınız.
8. Asitleri seyreltirken daima asidi suya, karıştırarak ve yavaşça ilave ediniz. Asla derişik asit üzerine su koymayınız. Yanabilirsiniz.
9. Yeni ısınmış cam kapları çıplak elle almayınız. Görüntüsü soğuk kap gibidir ama sizi yakabilir.
10. Beki yakarken üzerine doğru eğilmeyiniz. Yanabilirsiniz.
11. Giysilerinizi, daima beyaz bir laboratuvar önlüğü giyerek koruyunuz.

## 1.2. LABORATUVAR TEKNİKLERİ

Laboratuvarda çalışırken doğru alışkanlıklar edinmek çok önemlidir. Birinci konuda bunların bazılarını değinilmiştir. Hemen öğrenilmesi gereken diğer, önemli noktalar aşağıda özetlenmiştir.

### 1.2.1. KATI VE SIVILARIN AKTARILMASI

Deneylerin çoğu katı ve sıvı haldeki kimyasal maddelerin kullanımını gerektirir. Bu maddeler belirteç şişeleri yada depo ambalajları içinde bulunmaktadır. En önemli şey bu şişelerden, gerektiği kadar maddeyi, şişeleri kirletmeksizin alabilmektir.

Katı maddeler bulunduğu şişe ya da kutudan temiz bir spatül ile aktarılabilir. Bu işlem yapılırken şişe kapağı yere bırakılmamalı ve sonra sıkıca kapatılmalıdır.

Sıvı maddeler aktarılırken belirteç şişesinin kirlenmemesine dikkat edilmelidir. Bunun için şişe kapağı yere bırakılmamalı, sıvıyı bir kaptan diğerine aktarırken sıçramayı önlemek için bir cam bagetten yararlanmalıdır. Belirteç şişesindeki sıvının şişesinin dışına bulaşmaması gerekir. Bulaşmışsa bile dış kısım temizlenerek bir sonraki kullanıcının bu sıvıyla teması önlenmelidir. Ayrıca belirteç şişelerine kesinlikle baget, pipet, platin tel gibi şeyler batırılmamalıdır.

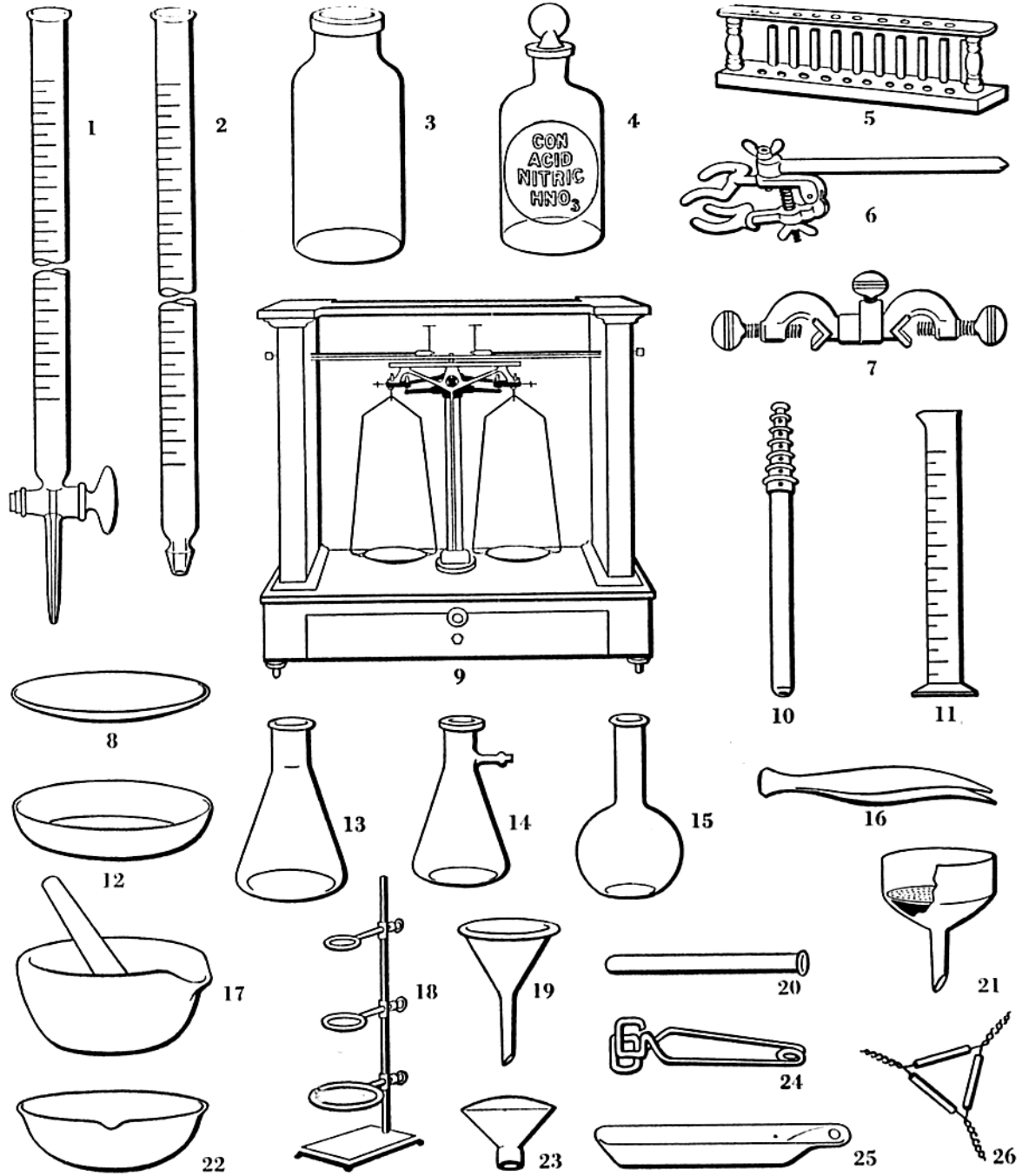
## 1.2.2. KÜTLE ÖLÇÜLMESİ

Laboratuvardaki teraziler hassas ve pahalı aletlerdir. Bu nedenle çok iyi korunmaları ve temiz tutulmaları zorunludur. Kullanılan terazi hangi türden olursa olsun (çift kefeli, üstten kefeli elektronik, analitik terazi) ilk yapılacak iş terazinin sıfır ayarının yapılmasıdır. Tartılacak maddeler uygun bir kaba ya da kağıt parçasına konulmalıdır. Bir madde asla doğrudan terazi kefesine konulamaz. Bunlar terazide hasar yapabileceği gibi kefe etrafında oluşan hava akımı nedeniyle sağlıklı tartım yapılmasını engeller. Korozif ve nem yapıcı maddeler terazi civarında bulundurulmamalıdır.

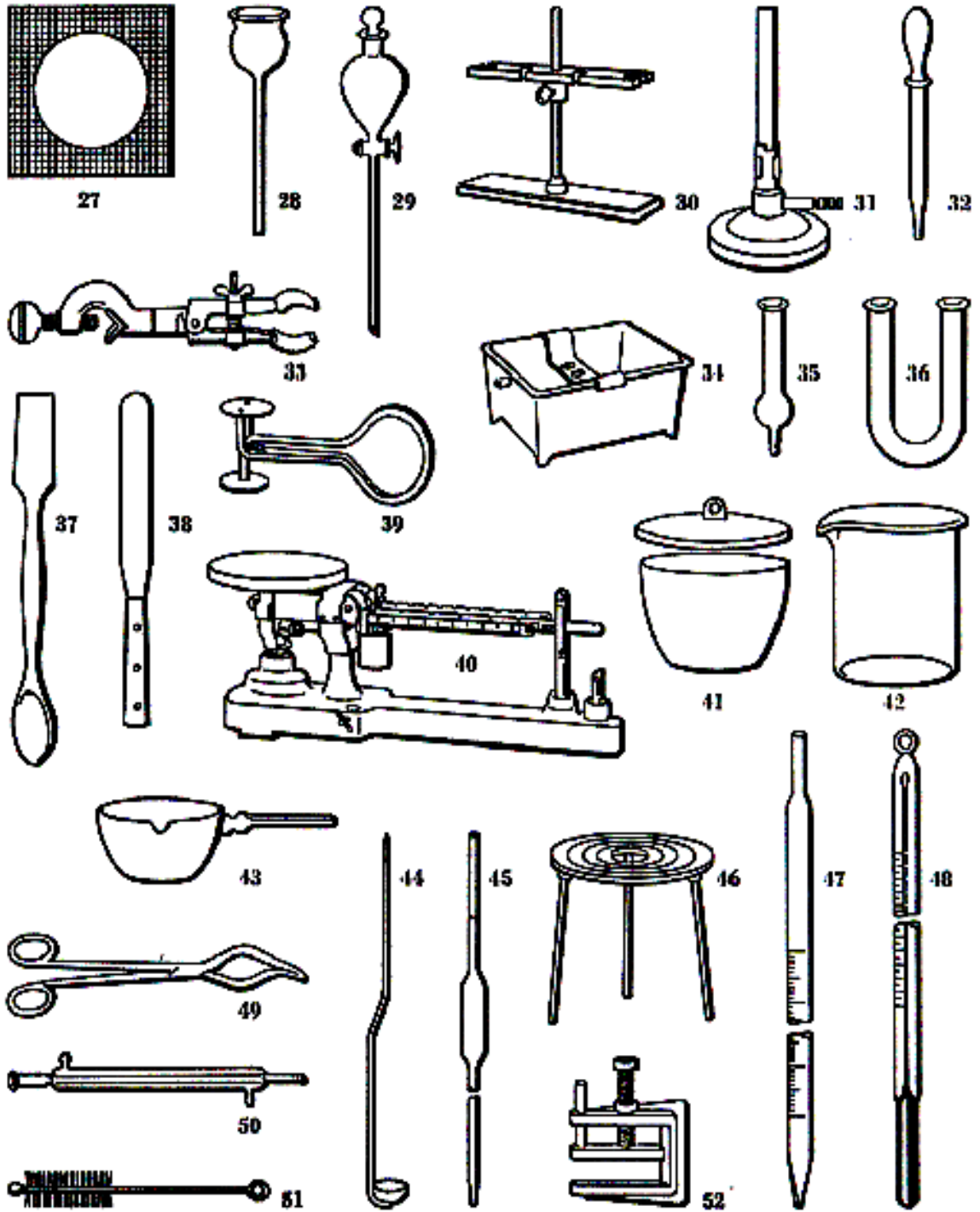
## 1.3. NEM ÇEKİCİ MADDELER

Madde	25°C'de kurutulan havanın 1 litresinde kalan su mg miktarı
CuSO <sub>4</sub> (susuz)	1.4-2.8
ZnBr <sub>2</sub>	1.16
ZnCl <sub>2</sub> (eriyik)	0.85
Ba(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0.82
NaOH (çubuk)	0.80 (30°C'de)
CaCl <sub>2</sub> (erimiş)	0.34
CaCl <sub>2</sub> (granül)	0.14-0.25
CaO	0.003 (30°C'de)-0.2 (25°C'de)
CaBr <sub>2</sub>	0.18
NaOH (erimiş)	0.16
KOH (çubuk)	0.014
MgO	0.008
CaSO <sub>4</sub> (susuz)	0.005 (30°C'de)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.003-0.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003-0.005
KOH (erimiş)	0.002
Silikajel (SiO <sub>2</sub> )	~ 0.001
BaO	0.00065(30°C'de)
Mg (ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (susuz)	0.0005
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< 0.000025

## 1.4. LABORATUVARDA KULLANILAN MALZEMELER



1,2. Büret 3. Geniş ağızlı şişe 4. Reaktif şişesi 5. Portüp 6. Kıskaç 7. Kıskaç Tutucu 8. Saat camı 9. Analitik tartı 10. Mantar delici 11. Mezür 12. Kurşun kap 13. Erlen 14. Nuçe erleni 15. Balon 16. Pens 17. Porselen havan 18. Spor 19. Huni 20. Tüp 21. Buchner hunisi 22. Kapsül 23. Kısa huni 24. Deney tüpü tutucu 25. Yakma kayığı 26. Kil üçgen



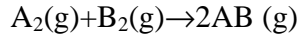
27. Amyant tel 28. Huni tipi tp 29. Ayırma hunisi 30. Çiftli kısıkaç 31. Bunsen beki 32. Damlalık 33. Kısıka 34. Banyo 35. Kurutma tüpü 36. U tp 37. Porselen spatül 38. elik spatül 39. Kısıka 40. Tek kefeli terazi 41. Kroze 42. Beher 43. Kapsül 44. Yakma kaşığı 45. Volumetrik pipet 46. Sa ayağı 47. Dereceli pipet 48. Termometre 49. Metal maşa 50. Düz soğutucu 51. Fırça

## 2. DENEYSEL BÖLÜM

### DENEY 1. KİMYASAL REAKSİYONLARIN HIZLARININ İNCELENMESİ

**Amaç:** Reaksiyona giren maddelerin (reaktanlar) konsantrasyonlarındaki değişikliğin reaksiyon hızına etkisinin gözlenmesi.

**Genel Bilgi:** Bir reaksiyon hızı; birim zamanda reaktan konsantrasyonunda azalma veya birim zamanda ürün konsantrasyonunda artma olarak tanımlanır.



Reaksiyonunda  $A_2$  ve  $B_2$ 'nin konsantrasyonu zamanla azalırken reaksiyon ile oluşan  $AB$ 'nin konsantrasyonu ise artar. Reaksiyon hızı, bu değişmelerin ne derece hızlı olduğunun bir ölçüsüdür.

$AB$ 'nin oluşum hızı =  $\Delta[AB] / \Delta t$  olur.

$A_2$ 'nin tüketilme hızı =  $-\Delta[A_2] / \Delta t$  olur.

- işareti reaktan konsantrasyonundaki azalmayı ifade eder.

Birimleri cinsinden yazarsak  $\text{mol/l} \cdot \text{s}^{-1} = \text{mol/l.s}$  olur.

Bir reaksiyonda tüketilen veya oluşan maddeye göre hız o maddenin stokiyometrik katsayısı ile orantılı olduğundan, yukarıdaki reaksiyona ilişkin hız aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\text{Hız} = -\Delta[A_2] / \Delta t = -\Delta[B_2] / \Delta t = \frac{1}{2} \Delta[AB] / \Delta t$$

Sabit sıcaklıkta bir reaksiyonun hızı, reaktanların konsantrasyonlarına bağlıdır.

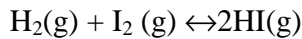
$mA + nB + \dots \rightarrow C + D + \dots$  şeklinde bir reaksiyonda

$\text{Hız} = k [A]^m \times [B]^n \dots$  şeklinde ifade edilir.

Burada;  $k$  hız sabiti,  $m$  ve  $n$  ise reaksiyonun derecesini gösteren katsayılarıdır.

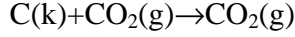
Kimyasal reaksiyonlar reaksiyona giren ve çıkan maddelerin hangi fazda olduklarına bakılarak ikiye ayrılırlar.

**I. Homojen reaksiyonlar:** Reaksiyona giren ve çıkan maddeler aynı fazdadır.





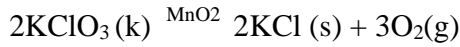
**II.Heterojen reaksiyonlar:** Birden fazla faz sözkonusu ise reaksiyon heterojen reaksiyon olarak adlandırılır.



Homojen bir kimyasal reaksiyonun hızına etki eden faktörler şunlardır.

- 1-Reaksiyona giren maddelerin özellikleri
- 2-Reaksiyona giren maddelerin konsantrasyonları
- 3-Sıcaklık
- 4-Katalizör

Bir reaksiyonun hızını reaksiyonlarda harcamaksızın arttıran maddelere katalizör denir. Katalizörler reaksiyon sonunda herhangi bir değişmeye uğramadan geri kazanılabilir.



Katalizör net reaksiyonun stokiyometrisine etki etmediği için kimyasal eşitliklerde okun üzerine yazılır.

Heterojen reaksiyonlarda yukarıdaki faktörlere ek olarak iki etken daha sayılabilir:İki faz arasındaki temas yüzeyinin büyüklüğü ve karıştırma.

### Madde ve Malzemeler

- 0.02M Potasyum iyodat (KIO<sub>3</sub>) çözeltisi
- Sodyum bisülfid (NaHSO<sub>3</sub>)
- Sodyum sülfid
- Nişasta
- Der.Sülfirik asit
- Distile su
- Kronometre
- Cam kalemi veya etiket
- Pipet(10 ml)
- Tüp (25ml)
- Milimetrik kağıt
- Beher(400 ml)

### Deneyin Yapılışı

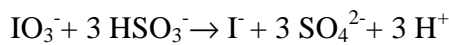
Konsantrasyonun reaksiyon hızına olan etkisi, reaktanlardan birinin konsantrasyonu sabit tutularak,diğerinin konsantrasyonu değiştirilerek gözlenebilir. Deney oda sıcaklığında gerçekleştirilir ve aşağıdaki çözeltiler kullanılır.

A Çözeltisi: Bir litrede 4g KIO<sub>3</sub> içerir.

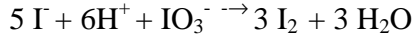
B Çözeltisi: Bir litrede 1g Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, 5 g nişasta ve 4 ml der.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> içerir.

\*B Çözeltisi: 0.02 M KIO<sub>3</sub> çözeltisi

Reaksiyonun ilk kademesi aşağıdaki şekilde gerçekleşir.

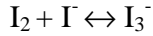


Oluşan  $I^-$  iyonları ile reaksiyona girmemiş  $IO_3^-$  iyonları, aşağıdaki şekilde  $I_2$  oluşturmak üzere reaksiyon verir.



Nişasta çözeltisi kullanılmış ise oluşan iyot nişasta ile mavi renk oluşturur. Oluşan bu renk ile reaksiyonun kademesi belirlenir.

Nişasta çözeltisi kullanılmamış ise moleküler  $I_2$ ,  $I^-$  iyonları ile aşağıdaki denkleme göre sarı-kahverengi  $I_3^-$  kompleksini oluşturur.



1-) İki deney tüpünü A ve B olmak üzere cam kalemi veya etiketle işaretleyiniz. A işaretli tüpe 10 ml  $KIO_3$  ve B işaretli tüpe 10 ml  $NaHSO_3$  çözeltisi koyunuz.

A tüpündeki çözeltiyi hızla ve dikkatli olarak B tüpüne boşaltınız.  $KIO_3$  çözeltisinin  $NaHSO_3$  çözeltisine değdiği anda zamanı (t ilk) saptayın. Sonra hemen iyi karışmayı sağlamak için hızlı olarak karışımı B tüpünden A tüpüne, A tüpünden B tüpüne boşaltın. Bu sırada çözeltiyi gözleyin. Çözelti renginin mavi olduğu anı saptayın (t son). Karışma anından mavi rengin görünmesi anına kadar geçen zamanı saptayınız ( $\Delta t$ ).

2-) Deneyi yukarıdaki şekilde fakat başka  $KIO_3$  konsantrasyonları ile tekrarlayınız. Verilen  $KIO_3$  çözeltisinden (0.02 M) su ile seyrelterek 10 ayrı deney tüpüne,

10 ml	$KIO_3$ (A çözeltisi)	+ 0.0 ml	$H_2O$	
9 ml	“	+ 1.0 ml	“	
8 ml	“	+ 2.0 ml	“	
7 ml	“	+ 3.0 ml	“	Vb
1 ml	“	+ 9.0 ml	“	

şeklinde toplam hacim 10 ml olma koşulu ile bir seri çözelti hazırlanır. Diğer on tüpe ise 10'ar ml  $NaHSO_3$  (B çözeltisi) çözeltisinden konur ve 1.basamakta anlatıldığı gibi karıştırılmaya başlanır. Her bir seri çözelti için  $t_{ilk}$ ,  $t_{son}$  ve  $\Delta t$  değerlerini saptayınız. Sonuçları verilen tabloya yazınız.

3-) Aynı deney B çözeltisi yerine \*B çözeltisi kullanılarak tekrarlanır ve  $I_3^-$  kompleksinin oluşum süreleri saptanır.

4-) Ek bilgiyi okuyarak  $KIO_3$  konsantrasyonunu hesaplayınız ve Tablo 1'e kaydediniz.

**Ek Bilgi:** A çözeltisi 4 g  $KIO_3$ 'ın 1 lt suda çözülmesi ile hazırlanmıştı. Bu çözeltinin molar konsantrasyonu:

$$\frac{4 \text{ g } KIO_3 \times 1 \text{ mol } KIO_3 / 214 \text{ g}}{1 \text{ lt}} = 0.02 \text{ mol / lt}$$

$$= 0.02 \text{ milimol / ml} \quad \text{olur.}$$

Bu bölümde kullanılan her bir  $KIO_3$  çözeltisinin konsantrasyonu aşağıdaki eşitlik kullanılarak da hesaplanabilir.

$$\text{Molar konsantrasyon} = \frac{\text{Çözünenin milimol sayısı}}{\text{Çözeltinin hacmi (ml)}}$$

Çözünenin milimol sayısı,  
Milimol= M V (ml) olur.  
Herbir durumda M 0.02 ye eşittir.

### Sonuçlar ve Tartışma:

1-Apsise reaksiyon süresi,ordinata da konsantrasyon ( $\text{KIO}_3$  çözeltisinin) değerleri konularak her iki deneme için, grafik çiziniz.

2-Grafiklerin yorumunu yapınız. Reaktanların konsantrasyonunun artması ile reaksiyon süresi ve reaksiyon hızında nasıl bir değişim olduğunu söyleyiniz.

**Tablo 1.** Reaksiyon hızına konsantrasyonun etkisi

Deney No	$\text{KIO}_3$ Çözeltisi Hacmi (ml)	Su Hacmi (ml)	Toplam Hacim (ml)	A çözeltisinde $\text{IO}_3^-$ Konsantrasyon	Süre (t) Sn. * **
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

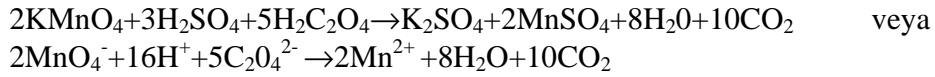
\*mavi rengin görüldüğü ana kadar geçen süre

\*\*kahverengi rengin görüldüğü ana kadar geçen süre

## DENEY 2. REAKSİYON HIZINA SICAKLIĞIN ETKİSİ

**Amaç:** Sıcaklığın Reaksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi

**Genel Bilgi:** Bir reaksiyonun hızı sıcaklığa bağlıdır. Bu denemede incelenecek olan reaksiyon aşağıda verilmektedir.



### Madde ve Malzemeler

Deney tüpleri

Büret

Beher (250 ml)

Isıtıcı

Termometre (100°C)

Pipetler (10 ml, 2ml, 5 ml, 1ml'lik)

KMnO<sub>4</sub> çöz.(0.0005 M)

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çöz.(0.25 M)

H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> çöz(0.0025 M)

MnSO<sub>4</sub> çöz.(4.5 M)

### Deneyin Yapılışı

Altı adet test tüpünün her birine pipet kullanarak 5 ml KMnO<sub>4</sub> ve 1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilir. Diğer altı test tüpüne ise bir büretten 9 ml okzalik asit ilavesi yapılır.

Permanganat içeren bir tüp ve okzalik asit içeren bir tüp 25°C 'de 250 ml'lik beherdeki su içine yerleştirilir. Bu su banyosunun sıcaklığı 25°C 'de korunur. 5 dak. sonra reaktiflerin sıcaklığında banyo sıcaklığı ile aynı olduğu farz edilir.

Okzalik asit permanganat çözeltisi içeren tübe boşaltılır. Okzalik asidin permanganat ile verdiği reaksiyonun tamamlanma süresi ölçülür. Bu süre zarfında tüp 25°C 'da korunmalıdır.

Aynı deneme 35,45,55,65°C 'larda tekrarlanır.

25°C 'de okzalik asit içeren tüpe karıştırılmadan önce 1 damla 4.5 M MnSO<sub>4</sub> ilave edilerek deney tekrarlanır. Elde ettiğiniz sonuçları Tablo 2'ye yazınız.

## Sonuçlar ve Tartışma:

**Tablo 2 . Sıcaklığın reaksiyon hızına etkisinin incelenmesi**

Deney No:	Temperatür °C	Zaman		Süre Oranı
		Başlangıç	Bitiş Süre	
1				
2				
3				
4				
5				
6(MnSO <sub>4</sub> ilaveli)				

## Sorular

- 1- Bu deneyde sıcaklığı 10°C yükseltmek, hızın ortalama olarak hangi faktörle çarpılmasına neden olmaktadır?
- 2- Zamana(y-ekseni)karşı sıcaklık eğrisini çiziniz.
- 3- Reaksiyon süresine sıcaklığın etkisi üzerine fikirlerinizi yazınız.
- 4- Reaksiyon hızı üzerine sıcaklığın etkisi nasıldır? Yazınız.
- 5- Okzalik asidin permanganat ile verdiği reaksiyonun tamamlanma süresini 10°C ve 40°C için grafiği kullanarak tahmin etmeye çalışınız.
- 6- Test tüplerinin birisinde ilave suyun mevcudiyeti okzalik asit çözeltisine katılmada sonuçlarınızı nasıl etkileyecektir?
- 7- Çözeltiler karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığına kadar soğutulduğunda sonuçlarınız nasıl etkilenecektir?
- 8- Mangan sülfat ilavesinin rolü nedir?
- 9- Bu etkiyi oluşturan madde ne olarak adlandırılır?

## DENEY 3. GAZLAR

**Amaç:** Uçucu bir sıvının molekül ağırlığının belirlenmesi.

**Genel Bilgi:** Maddenin doğada bulunabildiği üç halden birisi olan gaz şekli genel olarak molekül ve atomların birbirinden oldukça uzak olduğu, rastgele ve çok hızlı hareket ettiği bir haldir.

Aynı koşullarda yani aynı sıcaklık ve basınçta bütün gazların hacimlerinde eşit sayıda molekül bulunur.

0°C ve 1 Atm. basınçta (N.Ş.A.) ideal bir gazın bir molünün hacmi 22.4 lt olup bütün gazların 1 molü Avogadro sayısı kadar ( $6.02 \cdot 10^{23}$ ) molekül içerir. Bir kap içerisindeki gazın ağırlığı ve hacmi bulunabilirse normal şartlarda 22.4 litresinin ağırlığı ve molekül tartısı hesaplanabilir.

Kap boş iken ve gaz dolu iken tartılır, fark gazın ağırlığını verir. Kabin 4°C de aldığı saf su ağırlığı da hacmi verir (Denemede oda sıcaklığında musluk suyu kullanılacaktır.). Sonra bu hacim odanın atmosfer basıncı kullanılarak normal şartlarda gazın hacmi

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T} \quad \text{formülü ile bulunur.}$$

### Madde ve Malzemeler:

Erlen (250 ml)  
 Lastik tıpa  
 Cam boru  
 Ölçü kabı (10 ml'lik)  
 Spor  
 Kıskaç  
 Beher (500ml)  
 Hidroklorik asit (derişik)

### Deneyin Yapılışı

1-Temiz, kuru 250 ml'lik erlene delikli yumuşak bir tıpa, tıpa da bir cam boru takınız. Hepsini birlikte tartınız (dara).

2-Buharı elde edilecek sıvıdan 5 ml erlene koyunuz, tıpayı takınız. Erleni spora tutturunuz ve 500 ml.lik bir behere mümkün olduğu kadar daldırınız.

3-Beheri su ile doldurunuz. Suya 2-3 damla HCl ilave ediniz. Erlen yüzeyinde çökelti oluşumunu önler.

4-Cam boru dışarıda kalacak şekilde kartonla örtünüz. Beki yakınız ve su kaynamaya başlayınca alevi kısarak yavaş kaynama sağlayınız.

5-Kaynar suyun sıcaklığını, atmosfer basıncını okuyunuz.

- 6-Erlendeki sıvı tamamen buharlaşınca beki kapatınız, erleni çıkararak hemen kurulayınız ve soğumaya bırakınız.
- 7-Cam borudan kaçmayan ve erlende kalan sıvı buharı tekrar yoğunlaşacaktır.
- 8-Tıpayı açmadan erleni yeniden tartınız. Aradaki farktan yoğunlaşan buharın ağırlığını bulunuz.
- 9-Tekrar erlene ve cam boru içine soğuk su doldurunuz,dışını iyice kurularak tartınız ve darayı çıkarınız.Fark buharın hacmini verir.

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T} \quad \text{'den } 0^\circ\text{C}=273 \text{ K (} T_0 \text{) } 760 \text{ mm Hg(P}_0\text{)'daki hacmi}$$

hesaplayınız.

- 11-Buharın ağırlığı ve  $V_0$  hacmi bilindiğine göre, 22.4 litrenin ağırlığını (mol/g) hesaplayınız.
- 12-Bulduğunuz sonucu gösteriniz.Doğru değeri bulup hata yüzdesini hesaplayınız.

## Sonuçlar ve Tartışma

**Tablo 3.**

1	Erlenin tıpa ve cam boru ile birlikte ağırlığı	g
2	Erlenin gaz ile dolu iken ağırlığı	g
3	Kaynar suyun sıcaklığı	$^\circ\text{C}$
4	Kaynar suyun sıcaklığı	K
5	Atmosfer basıncı (odanın)	mm Hg
6	Su ile dolu erlen+tıpa+cam boru'nun ağırlığı	g
7	Buharın hacmi	l
8	Gazın deneysel molekül ağırlığı	
9	Gazın gerçek molekül ağırlığı	
10	Hata Yüzdesi	

## Sorular

- 1-Bu deneydeki hata kaynaklarınızı kısaca yazınız.Hatalarınızın deney sonucunu nasıl etkileyebileceğini yazınız.
- 2-Sonucunuzu sınıfta bulunan diğer sonuçlarla kıyaslayınız. Ortalama değeri bulunuz.Bulduğunuz sonuç ile ortalama değer arasındaki hata yüzdesini hesaplayınız.
- 3-Bu deney ile  $100^\circ\text{C}$  nin üstünde kaynayan sıvıların molekül tartısı tayin edilebilir mi?
- 4-Mutlak sıfır noktası nedir? Nasıl bulunmuştur?

## DENEY 4. BİR GAZIN MOLAR HACMI

**Amaç:** Aynı sıcaklık ve basınçta ideal gazların molar hacimlerinin saptanması.

### Genel Bilgi:

**İdeal Gaz:** Birçok doğa olayı incelenirken, aslında tam olarak bulunmayan, ideal sistemlerden hareket edilir. Tıpkı ideal gaz modeli gibi.

İdeal gazların başlıca özellikleri şunlardır:

1-Gaz taneciklerinin öz hacimleri taneciklerarası boşluğa kıyasla ihmal edilebilir.

2-Gaz tanecikleri arasında hiçbir etkileşme yoktur.

3-Gaz taneciklerinin kendi aralarındaki ve kabın çeperi ile olan çarpışmalarda kinetik enerji kaybı yoktur.

4-Taneciklerin hareketleri doğrusal ve gelişigüze'dir.

Yukarıda sayılan özelliklerden anlaşılacağı gibi gerçek gazlar yüksek sıcaklık ve düşük baskılarda ideal gaza yaklaşırlar.

**İdeal Gaz Yasası:** Sabit sıcaklık ve basınçta bir gazın hacmi, o gazın mol sayısı ile orantılı olarak değişir.

$$V \propto n$$

Bu bağıntı Boyle ve Charles yasalarının ifadeleri ile birleştirilirse, hacim basınçla ters, mutlak sıcaklık ve mol sayısı ile doğru orantılı olduğundan

$$V \propto 1/P ; \quad V \propto T ; \quad V \propto n$$

$$V \propto (1/P) \propto (T) \propto (n)$$

ve R orantı sabiti olursa

$$PV = nRT \text{ olur.}$$

Bu eşitliğe tam olarak uyan gazlara **ideal gaz** denir.

Bu eşitlikte n yerine (g/M) alınırsa

$$PV = (g/M)RT \text{ olur.}$$

Bir mol gazın hacmi onun **molar hacmidir**. Bir mol gaz  $6.02 \cdot 10^{23}$  molekül içerir. Aynı sıcaklık ve basınç şartlarında ideal gazların eşit hacimlerinde eşit sayıda molekül vardır. Aynı sıcaklık ve basınçta ideal gazların molar hacimleri sabittir ve 0°C (273 K) ve 760 mm Hg standart şartlarında bu hacim 22.4 lt'dir.

Bu deneyde;

$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$  reaksiyonundan faydalanarak bu sabit değeri bulmaya çalışacaksınız.

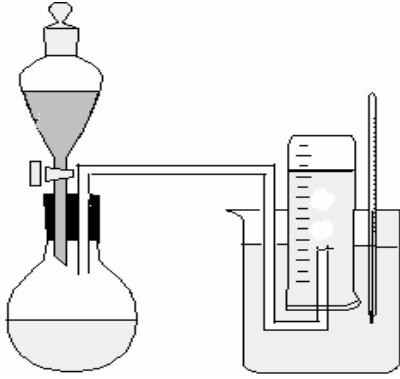


## Madde ve Malzemeler

Zn taneciği  
 Ayırma hunisi (Damlatma hunisi)  
 Lastik mantar  
 Cam boru  
 Balon (250 mL)  
 Ölçü kabı (250 mL)  
 Termometre (100 °C)  
 Hidroklorik asit

## Deneyin Yapılışı

1-Şekil 1'deki düzeneği kurunuz.



**Şekil 1.**

- 2-Bir Zn taneciğini tartınız.
- 3-Gaz çıkış borusunun ucunu su dolu beherde veya kaptaki ters çevrilmiş vaziyetteki içi su dolu ölçü kabının içine sokunuz.
- 4-Hidroklorik asit,damlatma hunisi ve gaz çıkış borusu bulunan cam balona tartığımız çinko taneciğini atınız. Damlatma hunisi bulunan lastik tıpayı yerleştiriniz ve yarıya kadar asit koyunuz.
- 5-Daha sonra asit damlatma hunisinden balona damla damla HCl damlatınız. Reaksiyon sonucu çıkan hidrojen gazı hacmi kadar suyu dereceli ölçü kabından iter. Hidrojen gazı çıkışı duruncaya ve bütün çinko bitinceye kadar deneye devam ediniz.
- 6-Çıkan hidrojen gazının hacmini okuyunuz.
- 7-Ölçü kabında kalan suyun hidrostatik basıncı ( $P_{H_2O}$ ) ve az da olsa çalışılan şartlardaki sıcaklıkta buharlaşan suyun da bir buhar basıncı ( $P_{H_2O}$ ) buhar vardır.
- 8-Suyun hidrostatik basıncını ölçü kabında kalan suyun yüksekliğini ölçerek saptayınız.Bu değeri civanın yoğunluğu olan  $13.6 \text{ g/cm}^3$  'e bölerek mm Hg basınca dönüştürünüz.
- 9-Deneyin yapıldığı şartlardaki sıcaklık ve atmosfer basıncını okuyunuz.
- 10-Gaz basıncı,suyun buhar ve hidrostatik basınçlarının toplamı atmosfer basıncına eşit olur.  
 $P_{\text{atm}} = P_{H_2} + P_{H_2O} + P_{H_2O} \text{ (buhar)}$  bağıntısından hidrojenin basıncını bulunuz.
- 11-Hidrojenin basıncını bulduktan sonra aşağıdaki formüller yardımıyla normal şartlardaki ( $^{\circ}\text{C}$  ve 760 mm Hg) hacmini hesaplayıp hidrojenin mol sayısını ve molar hacmini hesaplayınız.

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P V}{T}$$

$$n_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{22.4}$$

$$m_{H_2} = 2 n_{H_2} = \dots\dots\dots \text{ A g.}$$

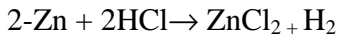
## Sonuçlar ve Tartışma

**Tablo 4.**

1 Zn taneciğinin ağırlığı	g
2 Zn taneciğinin mol sayısı	mol
3 Çıkan hidrojen gazının hacmi	l
4 Suyun sıcaklığı	°C
5 Oda sıcaklığı	°C
6 Oda sıcaklığında suyun buhar basıncı (cetvelden bulunur)	mm Hg
7 Hidrojen gazının basıncı	mm Hg
8 Su seviyesi farkı	cm
9 Suyun hidrostatik basıncı	mm Hg
10 Açığa çıkan hidrojen gazının standart şartlardaki hacmi	l
11 Oda sıcaklığında barometrik basınç	mm Hg
12 Açığa çıkan hidrojen gazının mol sayısı(Zn'nun mol sayısına eşittir.)	mol
13 Deneysel olarak bulunan molar hacim	l
14 İdeal gazın teorik molar hacmi	l
15 %Hata	

## Sorular

1-Deney sonunda bulduğunuz değer ile gerçek değer aynı mıdır? Değilse sebepleri neler olabilir,açıklayınız.



eşitliğinden ve deneysel verilerden faydalanarak genel gaz sabitini hesaplayınız.

3-Metaller iyi birer indirgen olup HCl ile H<sub>2</sub> çıkışı ve tuz teşkili ile reaksiyona girerler (2.sorudaki reaksiyona bakınız.).Belirli tartımdaki metalin açığa çıkardığı H<sub>2</sub> gazının hacmi,gazın yer değiştirdiği suyun hacmi ölçülerek bulunabilir. Buradan da metalin eşdeğer ağırlığı ( 1 mol H atomu açığa çıkartmak için gerekli metal ağırlığı) hesaplanabilir. Yaptığımız

deneyde elde ettiğiniz verilerden faydalanarak Zn metalinin eşdeğer ağırlığını hesaplayınız. Metalin atom ağırlığından faydalanarak gerçek eşdeğer ağırlığı ve hata yüzdesini hesaplayınız.

**Tablo 5.** Suyun Buhar Basıncının Sıcaklıkla Değişimi

Temperatür (°C )	Basıncı (Atm)	(mmHg)	Temperatür (°C )	Basıncı (Atm)	(mmHg)
0	0,0060	4,6	25	0,0313	23,8
1	0,0065	4,9	26	0,0332	25,2
2	0,0070	5,3	27	0,0352	26,7
3	0,0075	5,7	28	0,0373	28,3
4	0,0080	6,1	29	0,0395	30,0
5	0,0086	6,5	30	0,0419	31,8
6	0,0092	7,0	31	0,0443	33,7
7	0,0099	7,5	32	0,0470	35,7
8	0,106	8,0	33	0,0496	37,7
9	0,0113	8,6	34	0,0525	39,9
10	0,0121	9,2	35	0,0555	42,2
11	0,0130	9,8	40	0,0728	55,3
12	0,0138	10,5	45	0,0946	71,9
13	0,0148	11,2	50	0,122	92,9
14	0,0158	12,0	55	0,155	118,0
15	0,0168	12,8	60	0,197	149,4
16	0,0179	13,6	65	0,247	187,5
17	0,0191	14,5	70	0,308	233,7
18	0,0204	15,5	75	0,380	289,1
19	0,0217	16,5	80	0,467	355,1
20	0,0231	17,5	85	0,571	433,6
21	0,0245	18,7	90	0,692	525,8
22	0,0261	19,8	95	0,834	633,9
23	0,0277	21,1	100	1,000	760,0
24	0,0294	22,4	105	1,192	706,1

## DENEY 5. KİMYASAL DENGE

**Amaç:** Dengeye ulaşmış bir sistemde konsantrasyon, basınç ve sıcaklık değişimlerinin dengeye etkisinin incelenmesi.

**Genel Bilgi:** Hemen hemen tüm kimyasal olaylar iki yönlü tepkimelerdir. Örnek olarak  $H_2$  ve  $I_2$  gazlarından HI bileşiğinin elde edilmesi olayını inceleyelim.  $H_2 (g) + I_2 (g) \rightleftharpoons 2HI (g)$  tepkimesinde  $H_2$  ve  $I_2$  birleşerek HI verirken HI de ayrışarak  $H_2$  ve  $I_2$  verir. Zamanla bu iki reaksiyonun hızları eşit olur. Bu durumda dıştan etki olmadıkça  $H_2$ ,  $I_2$  ve HI ün miktarlarında değişme olmaz.

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$  şeklindeki bir tepkimede, dengeye ulaşıldığında konsantrasyonlar arasında

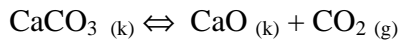
$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$  bağıntısı vardır. K'ya denge sabiti denir. Bu dengeye konsantrasyon, basınç ve sıcaklığın değiştirilmesi etki eder. Katalizörler tepkimenin denge konumunu değiştirmez, sadece sözkonusu dengeye çabuk ulaşılmasını sağlarlar.

### LE CHATELIER PRENSİBİ VE UYGULANMASI

Dengeye ulaşmış bir sistemde konsantrasyon basınç veya sıcaklık değiştirildiği zaman; sistem bu değişmelerin etkisini azaltacak yöne kayar ve yeni bir denge oluşturur. Bu ifade Le Chatelier Prensibi olarak bilinir.

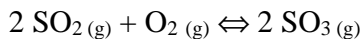
**A. Konsantrasyonun Değişmesi:** Kimyasal dengedeki maddelerden birinin konsantrasyonu artırılırsa; denge bu maddenin konsantrasyonunu azaltacak yöne kayar. Yukarıdaki tepkimede  $H_2$  konsantrasyonunu arttırdığımızda denge bozulur ve  $H_2$  nin bir kısmı  $I_2$  ile tepkimeye girerek biraz daha HI oluşur. Eğer dengedeki HI konsantrasyonu artırılırsa denge sola doğru kayar, yani  $H_2$  ve  $I_2$  konsantrasyonu artar.

Dengedeki bir sistemden herhangi bir maddenin uzaklaştırılması da dengenin kaymasına neden olur.



Tepkimesinde oluşan  $CO_2$  gazının sistemden sürekli olarak uzaklaştırılmasıyla  $CaCO_3$  'ın tamamı  $CaO$ 'e dönüşebilir.

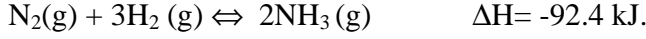
### B. Basınç Değişmeleri:



tepkimesinin sol tarafında 3 gaz molekülünün ( $2SO_2 + O_2$ ) tüketilmesi ile iki gaz molekülü ( $2SO_3$ ) oluşur. Denge karışımının basıncı artırıldığı zaman denge sağa kayar. Bu şekilde sistem basıncın etkisini azaltacak yöne kaymıştır. Sistemin basıncı azaltıldığında ise denge sola kayar. Mol sayısı eşit olan tepkimelerde basınç değişimi denge üzerine etki etmez.

### C. Sıcaklık Değişimleri:

Dengedeki bir sisteme sıcaklık etkisinin önceden belirtilebilmesi için tepkime ısılarının bilinmesi gereklidir.



$\Delta H$  (-) olduğu için sağa doğru olan tepkime dışarıya ısı verir. Yani sağa doğru olan tepkime ekzotermik, sola doğru olan ise endotermiktir. Bu sisteme ısı verilirse denge sola kayar, fakat karışım soğutulursa denge sağa kayar.

### Madde ve Malzemeler

0.1M Potasyum klorür (KCl)	çözeltisi
0.1M Potasyum tiosiyanat (KSCN)	“
0.1M Demirklorür (FeCl <sub>3</sub> )	“
0.1M Civa nitrat (Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	“
Hidroklorik asit (HCl) seyreltik	
0.1M Potasyum dikromat (K <sub>2</sub> CrO <sub>7</sub> )	“
0.1M Potasyum kromat (K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> )	“
0.1M Potasyum iyodür (KI)	“
0.1M Sodyum hidroksit (NaOH)	“
0.1M Nitrik asit (HNO <sub>3</sub> )	“
0.1M Baryum klorür (BaCl <sub>2</sub> )	“
0.1M Sodyum bikarbonat (NaHCO <sub>3</sub> )	“
0.1M Kalsiyum klorür (CaCl <sub>2</sub> )	“
0.1M Gümüş nitrat (AgNO <sub>3</sub> )	“
0.1M Sodyum asetat (CH <sub>3</sub> COONa)	“
0.1M Amonyak (NH <sub>3</sub> )	“
0.1M Sodyum karbonat (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	“
0.1M Magnezyum klorür (MgCl <sub>2</sub> )	“
0.1M Amonyum klorür (NH <sub>4</sub> Cl)	“
0.1M Amonyum Oksalat	

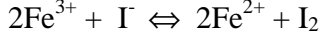
### Deneyin Yapılışı

#### A. Konsantrasyon Değişimi ve Denge

1. KCl , KSCN, FeCl<sub>3</sub> ve Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> çözeltilerinin rengini Tablo 6'e yazınız.
2. Bir tüpe birkaç damla 0.1 M FeCl<sub>3</sub> çözeltisi koyun ve üzerine aynı miktarda 0.1 M KSCN ekleyip karıştırınız. Berrak, portakal kırmızısı renkli çözelti elde edinceye kadar su ekleyiniz. Çözeltiyi yaklaşık aynı miktarda olacak şekilde 5 tüpe bölünüz.
3. Birinci tüpü karşılaştırma için renk standardı olarak kullanınız. İkinci tüpe 1 ml FeCl<sub>3</sub> çözeltisi ekleyiniz. Üçüncü tüpe 1 veya 2 g KCl ekleyiniz. Dört numaralı tüpe 1 ml KSCN ekleyiniz ve beşinci tüpe 1 ml Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ilave ediniz. Her bir tüpü karıştırınız. Standart tüp ile renkleri

karşılaştırınız.Tablo 7'ye gözlemlerinizi yazınız.Tepkimenin yönünü açıklamak için Tablo 6'deki verileri kullanınız.

4. 1 ml FeCl<sub>3</sub> çözeltisine 5 ml sey. HCl ve 5 ml KI çözeltisi katınız.Derhal kahverengi I<sub>2</sub> oluşur.



üzerine bol miktarda (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> çözeltisi katınız,renk tekrar kaybolur.Oksalat ile Fe<sup>3+</sup>,sağlam [Fe((C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)<sup>3-</sup> kompleksi verir. I<sub>2</sub>'un renginin neden kaybolduğunu açıklayınız.

5. Deney çözeltileri K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ve K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> dır.Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> e CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> iyonunun rengini Tablo 8'e yazın.

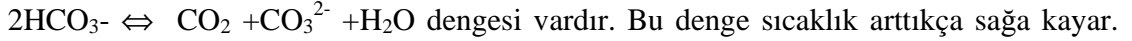
6. Bir tüpe 5 ml 0.5 M K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> koyunuz. Renk değişimi oluncaya kadar 0.5 M NaOH ekleyiniz. Gözlemlerinizi Tablo 8'e kaydediniz.

7. Bir tüpe 5 ml 0.5 M K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> koyunuz. Renk değişimi oluncaya kadar HNO<sub>3</sub> ekleyiniz. Gözlemlerinizi Tablo 8'e kaydediniz.

8. 5ml K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> çözeltisine 2 ml BaCl<sub>2</sub> ekleyiniz. Gözlemlerinizi Tablo 8'e kaydediniz.

### B. Sıcaklık ve Denge:

Bir deney tüpüne 0.5 g NaHCO<sub>3</sub> ve üstüne 9-10 ml su katınız,çözeltiyi ikiye ayırınız. NaHCO<sub>3</sub> çözeltisinde



Tüplerin birini bir süre kaynatınız ve sonra soğutunuz. Her iki tüpede CaCl<sub>2</sub> çözeltisi katınız. Hangi tüpte beyaz çökelti daha çok oluşuyor,neden? (Suda CaCO<sub>3</sub> çöker,Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> çökmez).

### C. Çözünürlük Dengesi:

1. 4 deney tüpüne 1'er ml AgNO<sub>3</sub> koyunuz.Üzerlerine 1 M 1 ml CH<sub>3</sub>COONa ekleyiniz.

2. CH<sub>3</sub>COOAg çökeltisini içeren 1.tüpe 20 ml su ekleyiniz.Tablo 9'e gözlemlerinizi yazınız.

3. CH<sub>3</sub>COOAg çökeltisini içeren 2.tüpe değişim oluncaya kadar sey. HNO<sub>3</sub> ekleyiniz.Tablo 9'e gözlemlerinizi yazınız.

4. CH<sub>3</sub>COOAg çökeltisini içeren 3.tüpe değişim oluncaya kadar sulu NH<sub>3</sub> ekleyiniz. Tablo 9'e gözlemlerinizi yazınız.

5. CH<sub>3</sub>COOAg çökeltisini içeren 4.tüpe 2 ml 0.1 M KI çözeltisi ekleyiniz.Tablo 9'e gözlemlerinizi kaydediniz.

6. Deney tüpüne 1 ml sey.Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> koyup 1 ml sey.CaCl<sub>2</sub> ekleyiniz.Üzerine yavaşça sey.HCl ekleyiniz ve Tablo 9'e gözlemlerinizi yazınız.

7. Deney tüpüne 2 ml 0.2 M MgCl<sub>2</sub> koyup, değişim oluncaya kadar NH<sub>3</sub> - su ekleyiniz.Üzerine yavaşça solid NH<sub>4</sub>Cl koyup başka bir değişim oluncaya kadar karıştırınız. Tablo 10'a gözlemlerinizi yazınız.

## Sonuçlar ve Tartışma

**Tablo 6.**

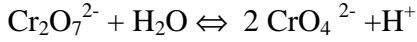
İyon veya Molekül	Renk
K <sup>+</sup>	
Cl <sup>-</sup>	
SCN <sup>-</sup>	
Fe <sup>3+</sup>	
Fe(SCN) <sup>+</sup>	
<b>Hg<sup>2+</sup></b>	
Hg(SCN) <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Renksiz
FeCl <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	sarımsak

**Tablo 7.**

Denge karışımına eklenen türler	Renk değişimi	Tepkimenin yönü	Kaynamanın nedeni
FeCl <sub>3</sub> ' den Fe <sup>3+</sup>			
KCl 'den Cl <sup>-</sup>			
KSCN'den SCN <sup>-</sup>			
Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> den Hg <sup>2+</sup>			

**Tablo 8.**

İyon	Renk
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	

**Tablo 9.** Dengedeki sisteme H<sup>+</sup> değişmesinin etkisi

Orijinal çözelti	Orijinal çözeltiliye Eklenen madde	Gözlem	Değişmenin Açıklanması
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	NaOH 'den OH <sup>-</sup>		
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HNO <sub>3</sub> ' den H <sup>+</sup>		
CrO <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	BaCl <sub>2</sub> den Ba <sup>2+</sup>		

**Tablo 10.** Çökeltinin Çözünmesi

İşlem numarası	Denge numarası	Çökeltinin formülü	Eklenen türler	Gözlem	Dengenin Kayması Sağa veya Sola	Kon. Nu Azaltan iyonlar	Çökeltiyi Çözmek İçin metod	Oluşan Yeni türler
2	1	CH <sub>3</sub> COOA g	H <sub>2</sub> O					
3	1	“	H <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					
4	1	“	NH <sub>3</sub> H <sub>4</sub> <sup>+</sup> OH <sup>-</sup>					
5	1	“	K <sup>+</sup> , I <sup>-</sup>					
6	2	CaCO <sub>3</sub>	H <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup>					
7	3	Mg(OH) <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup>					

- Reaksiyonlar: 1) CH<sub>3</sub>COOA<sub>g</sub> → Ag + +CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>
- 2) CaCO<sub>3</sub> → Ca<sup>2+</sup> +CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>
- 3) Mg(OH)<sub>2</sub> → Mg<sup>2+</sup> + 2OH<sup>-</sup>

**Sorular**

1.  $\text{CaCO}_3 (\text{k}) \rightarrow \text{CaO} (\text{k}) + \text{CO}_2 (\text{g})$  dengesine ait denge sabitini kısmi basınç cinsinden yazınız.

2.  $\text{C} (\text{k}) + \text{CO}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO} (\text{g})$  (endotermik)

a. Sıcaklığın artması

b. Basıncın artması durumunda tepkime ne yöne kayar?

3. 1 M  $\text{HNO}_3$  de çözülen 10 ml  $2 \cdot 10^{-3}$  M  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  ile 10 ml  $2 \cdot 10^{-3}$  M  $\text{KSCN}$  çözeltisi  $25^\circ\text{C}$  de karıştırılıyor.

$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightarrow \text{FeSCN}^{2+}$  şeklinde oluşan tepkimede denge kurulduğu zaman  $\text{FeSCN}^{2+}$  konsantrasyonu  $1,5 \cdot 10^{-4}$  M olarak bulunuyor. Dengedeki iyonların konsantrasyonunu ve Kc denge sabitini bulunuz.

4. 0.008 mol  $\text{SO}_2 (\text{g})$  ve 0.0056 mol  $\text{O}_2 (\text{g})$  karışımı  $1000^\circ\text{K}$  de 1 litrelik bir tepkime kabına konulmuştur.

$2\text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3 (\text{g})$  dengesi kurulduğunda ortamda 0,004 mol  $\text{SO}_3 (\text{g})$  bulunmaktadır.

a.  $\text{SO}_2 (\text{g})$  ve  $\text{O}_2 (\text{g})$  nın denge derişimleri nedir?

b.  $1000^\circ\text{K}$  deki bu dengeye ilişkin K değeri nedir?



## DENEY 6. KOLORİMETRİK YÖNTEMLE pH TAYİNİ

**Amaç:** pH'ı bilinmeyen bir çözeltinin, renk karşılaştırılması ile pH'ının bulunması.

**Genel Bilgi:** Herhangi bir çözeltinin asit, baz veya nötr olduğunu saptamak için kaba olarak turnusol kağıdı kullanılır. Hassa olarak saptamak için pH metre veya kolorimetrik yöntemler kullanılır.

**Kolorimetrik yöntemin prensibi;** indikatör denilen organik yapılı, kimyasal fonksiyonu zayıf asit veya zayıf baz olan maddelerin sudaki veya organik çözücülerdeki çözeltilerinin renklerinin, ortamda bulunan  $[H^+]$  ile değişmesidir. pH'ı belli karşılaştırma çözeltilerinin hazırlanmasında tampon çözeltiler kullanılır. Bazı çözeltilerin asit veya baz katılması sırasında hidrojen iyonu veya hidroksil iyonu konsantrasyonunun değişmesine karşı koyma özelliğine **tampon etkisi** ve bu etkiyi yapan çözeltilere de **tampon çözelti** denir.

İndikatör, rengi çevre etkisine bağlı olan bir maddedir. Yeterince asidik bir ortamda gösterdiği renkle daha az asidik ortamdaki gösterdiği renk farklıdır. Bu renk farklılaşması değişik indikatörlerin pH'ına da bağlıdır. Renk değişimi 2 pH biriminden fazla bir aralıkta gerçekleşir. pH'ı bilinmeyen bir örnek çözelti söz konusu olduğunda, örnek çözeltideki indikatörün rengi ile standart renk setindeki indikatör renginin karşılaştırılması, örnek çözeltinin pH'ının saptanmasını sağlar.

### Madde ve Malzemeler

% 50'lik etil alkol çözeltisinde %0.04'lük indikatör çözeltileri

**Timol mavisi:** pH aralığı: **1,2-2,8**

**Bromfenol mavisi:** pH aralığı: **3,0-4,6**

**Metil kırmızısı:** pH aralığı: **4,2-6,3**

**Klorofenol kırmızısı:** pH aralığı: **4,8-6,4**

**Bromtimol mavisi:** pH aralığı: **6,0-7,6**

**Fenol kırmızısı:** pH aralığı: **6,8-8,4**

0,025 M Sitrik asit çözeltisi

0,1 M HCl çözeltisi

0,2 M  $CH_3COOH$  çözeltisi

0,2 M  $CH_3COONa$  çözeltisi

0,06 M  $Na_2HPO_4$  çözeltisi

0,06 M  $KH_2PO_4$  çözeltisi

0,025 M  $Na_2B_4O_7$  çözeltisi

0,1 M NaOH çözeltisi

20 adet 15 ml test tüpü

Üniversal pH kağıdı

10 ml'lik pipet

### Deneyin Yapılışı

pH'ı belirlenecek örnek çözeltiye universal pH kağıdı daldırarak, kağıdın rengindeki değişmeyi, indikatör kağıdının renk skalası ile karşılaştırırız. Skalada ona uyan rengin yaklaşık olarak pH'ını belirleyiniz. Bu, bulunan çözeltinin kaba pH'ıdır. Bu pH aralığına hassas olan indikatörler seçilir. Bulunan ortalama pH alanına uyan tampon çözelti çiftinden kıyaslama çözeltileri hazırlanır. Bunun için 10 ml pipet yardımı ile tüplere tampon çözeltilerden cetveldeki miktarlara göre konur. Üzerine iki üç damla uygun indikatör çözeltisi ilave edilir. Başka bir tüpe pH'ı bilinmeyen örnek çözeltiden 10 ml konulur, üzerine indikatör çözeltisinden 2-3 damla ilave edilir. Örneğin rengi diğer hazırlanan çözeltilerin rengi ile karşılaştırılarak hassas pH değeri bulunur.

### ÖRNEK

- 1) Örneğin universal pH kağıdı ile verdiği pH = 4 ise
- 2) pH = 4'e karşı gelen indikatör bromfenol mevisidir.
- 3) Kullanılacak tampon çözelti (sitrat+HCl)'dir.
- 4) Bu sistemde pH 4'e en yakın pH 3.95'dir.

**Tablo 11.** Asetik asit – sodyum asetat tamponu

0.2 M CH <sub>3</sub> COOH Çözeltisi (ml)	0.2 M CH <sub>3</sub> COONa Çözeltisi (ml)	pH
9	1	3.72
8	2	2.05
7	3	4.27
6	4	4.45
5	5	4.63
4	6	4.00
3	7	4.99
2	8	5.23
1.5	9.5	5.37
1	9	5.57

**Tablo 12.** Fosfat tamponu

<b>0.06 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> Çözeltisi (ml)</b>	<b>0.06 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> Çözeltisi (ml)</b>	<b>pH</b>
0.5	9.5	5.59
1	9	5.91
2	8	6.24
3	7	6.47
4	6	6.64
5	5	6.81
6	4	6.98
7	3	7.17
8	2	7.38
9	1	7.73
9.5	0.5	8.04

Bu değerlerin üst ve altındaki pH değerlerine karşı gelen kıyaslama çözeltileri hazırlanır.

- 5) Hazırlanan kıyaslama çözeltileri, örneğin (10 ml + 2-3 damla indikatör) rengi ile karşılaştırılır. Örneğin hassas pH'ı bulunur.

**Tablo 13.** Sitrat ve borat tamponları

0.025 M Sitrat Çözeltisi (ml)	0.1 M HCl Çözeltisi (ml)	pH
0	10	1.04
1	9	1.17
2	8	1.42
3	7	1.93
4	6	2.93
4.5	5.5	3.36
5	5	3.69
5,5	4.5	3.95
6	4	4.16
7	3	4.45
8	2	4.65
9	1	4.83
9.5	0.5	4.85
0,025 M Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> Çözeltisi (ml)	0,2 M NaOH Çözeltisi (ml)	pH
10	0	9,21
9	1	0,33
8	2	9,46
7	3	9,63
6	4	9,91
5	5	10,99
4	6	12,25

### Sonuçlar ve Tartışma

- 1) pH'ı 4 ile 5 arasında olan bir çözeltinin hassas pH'ını bulmak için hangi tampon çözeltiyi hazırlarsınız ve hangi indikatörü kullanırsınız?
- 2) pH'ı 1 ile 2 arasında olan bir çözeltinin hassas pH'ını bulmak için hangi tampon çözeltiyi hazırlarsınız ve hangi indikatörü kullanırsınız?
- 3) 0,2 M 10 ml CH<sub>3</sub>COOH ile 0,1 M 5 ml CH<sub>3</sub>COONa çözeltisi tamponlanıyor. Karışımın pH'ı ne olur?  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$

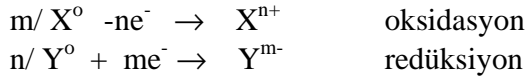
**Sorular**

- 1) 1,10 M HCN çözeltisinin  $\text{pH} = 4,7$  olduğuna göre bu asidin iyonizasyon yüzdesi ve  $K_a$  sabitini hesaplayınız.
- 2) 0,2 M KCN çözeltisinin  $\text{pH}$ 'ını hesaplayınız.
- 3) 0,01 M 500 ml HCN çözeltisi içine 0,05 mol katı tuzu ilave ediliyor. Hacim değişmesi olmadığını kabul ederek bu tamponun  $\text{pH}$ 'ını hesaplayınız.
- 4) Tampon çözeltileri niçin ve nerelerde kullanırsınız?
- 5) Metil oranj indikatörünün açık formülünü yazınız. Hangi  $\text{pH}$  aralığında kullanıldığını belirtiniz.
- 6) Metil kırmızısı indikatörünün açık formülünü yazınız. Hangi  $\text{pH}$  aralığında kullanıldığını belirtiniz.
- 7) Fenolftalein indikatörü ve Timolftalein indikatörünün açık formüllerini yazarak hangi  $\text{pH}$  aralıklarında kullanılacağını belirtiniz.

## DENEY 7. REDOKS REAKSİYONLARI

**Amaç:** Metallerin elektron verme yatkınlığını (indirgenme şiddetini), ametallerin elektron alma yatkınlığını (yükseltgenme şiddetini) incelemek kendi aralarında sıralamak.

**Genel Bilgi:** Elektron veren bir element veya iyon gurubu verdiği elektron sayısı kadar pozitif yük kazanır ve yükseltgenir. Elektron alan bir element veya iyon gurubu aldığı elektron sayısı kadar negatif değerlik kazanır ve indirgenir. Elektron veren element veya iyon indirgen madde görevi yaparken, elektron alan element veya iyon yükseltgen madde görevi yapar. Redoks reaksiyonları indirgenme ve yükseltgenme olaylarının birlikte gerçekleştiği reaksiyonlardır.



Redoks reaksiyonları kendi aralarında sınıflandırılır

- Basit redoks reaksiyonları
- Karmaşık redoks reaksiyonları
- İyonik redoks reaksiyonları
- Oto redoks reaksiyonları
- Organik redoks reaksiyonları

### Madde ve Malzemeler

Metalik Zn, Cu ve Pb parçaları

0.1M Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> çözeltisi

0.1M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> çözeltisi

0.1M Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> çözeltisi

0.1M NaI çözeltisi

0.1M NaBr çözeltisi

0.1M NaCl çözeltisi

İyot çözeltisi ( etil alkol+su)

Klorlu su

Bromlu su

Karbon tetra klorür

Etil alkol

Pipet

Deney tüpleri

## Deneyin Yapılışı

**A-** Temiz ve küçük parçalar halindeki metalik çinko (Zn), bakır (Cu) ve kurşun (Pb)'dan az miktarda alarak, daha önce hazırlanmış olan 0.1M Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0.1M Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ve 0.1M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> çözeltileri ile reaksiyon verip vermedikleri izlenir ve not edilir.

**B-** Üç ayrı deney tüpü alınır. 1. Tüp içine yeni hazırlanmış klorlu su Cl<sub>2</sub>(aq), 2. Tüpe 5 ml bromlu su Br<sub>2</sub>(aq), 3. Tüp içine de etil alkol içeren sulu iyot çözeltisi koyunuz. Her üç tüp içine 1-2 damla karbon tetra klorür (CCl<sub>4</sub>) damlatınız. Ağızlarını kapatarak iyice çalkalayınız. İçinde çözülmüş halojen bulunan karbon tetra klorür fazlarının renklerini not ediniz.

**C-** İki deney tüpü alınır. Tüpün birine 5mL 0.1 M NaBr Çözeltisi, diğerine 5 mL 0.1M NaI çözeltisi koyunuz. Tüplerin herbirine 1-2 damla CCl<sub>4</sub> ilave ediniz. Sonra tüpe yeni hazırlanmış 2'şer mL klorlu su koyunuz. Tüplerin ağızlarını kapatarak iyice çalkalayınız. Karbon tetra klorür fazının renklerini not ediniz. Aynı deneyleri 0.1M NaCl ve 0.1M NaI çözeltileri kullanarak tekrarlayınız. Tüplere 2'şer mL CCl<sub>4</sub> ilave ettikten sonra her tüpe 1 mL bromlu su ilave ediniz. Tüplerin ağızlarını kapayarak iyice çalkalayınız ve sonuçları not ediniz.

## Sonuçlar ve Tartışma

1. Kullandığınız metallerin çözeltiler ile etkileşmesinin reaksiyon denklemlerini yazınız.
2. Kullandığınız metalleri indirgeme şiddetine göre büyükten küçüğe doğru sıralayınız.
3. Halojenür iyonları ile elementel halojenler arasındaki reaksiyonları yazınız.
4. Halojenleri yükseltgenme şiddetine göre büyükten küçüğe doğru sıralayınız.
5. Bakır sülfat çözeltisini, gümüş, çinko ve demir kapların hangisinde saklayabilirsiniz. Nedenini açıklayınız.

## Sorular

1. a)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 b)  $\text{CrO}_7^{2-} + \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 c)  $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{ClO}_4^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$   
 c)  $\text{P}_4 + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3 + \text{HPO}_3^{2-}$   
 Reaksiyonların kütle denkleğini redoksla yapınız.
2. a)  $\text{As} + \text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{NO}$   
 b)  $\text{IO}_3^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 c)  $\text{BrO}_3^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Br}^-$   
 Reaksiyonların katsayılarını eşitleyin
3. a)  $\text{R-CH}_2\text{OH} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{R-CHO} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$   
 b)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

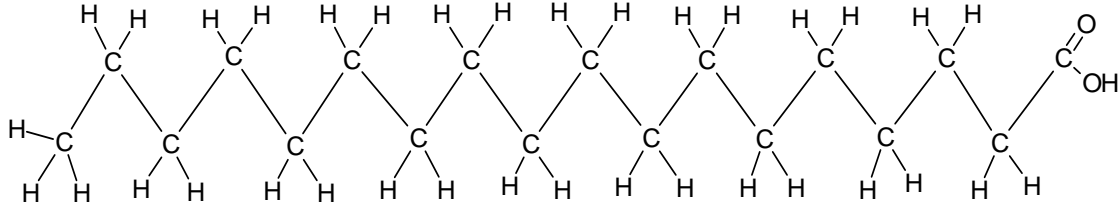
## DENEY 8. AVOGADRO SAYISI

**Genel Bilgi:** Bazı özel amaçlar için molekülün gerçek büyüklüğü bilinmek zorundadır. Büyüklüğü bilinen bir molekülün, bir moldeki moleküllerin sayısını saptamak mümkündür.

Avogadro Sayısı:  $6,02 \times 10^{23}$

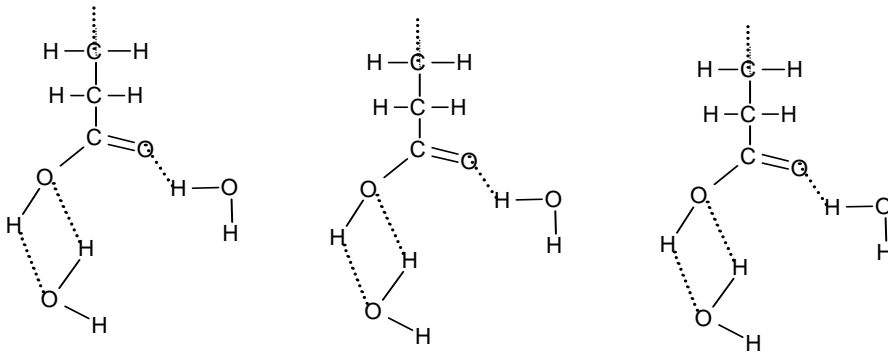
Avogadro sayısını saptamak için çeşitli metodlar vardır. Örneğin: Rutherford, radyoaktif materyalden üretilen helyum'un miktarını ölçerek bulmuştur. Faraday sabitinin elektron yüküne oranı ayrıca Avogadro sayısını verir. En kesin sonuçlar X-ışınları kırınımı yöntemi ile elde edilmektedir. Ölçülebilir ağırlık ve hacimdeki bir kristalin atomlarının kesin ayrılabilirliğini verir.

Bu deneyde, stearik asitin bir molekülünün uzunluğunu ölçülecektir. MW: 284.47, sabuna benzeyen molekülün yapısal formülü aşağıdadır.



— COOH veya molekülün bir sonundaki karboksil grubu, suya benzeyen kısımdır ve bir OH grubuna sahiptir ve başka bir oksijen atomuna molekülün diğer kısmı, tipik bir yağ molekülüdür, polar olmayan hidrokarbon zincirinden oluşmaktadır. Karboksil grubu suda çözünme eğilimindedir. Oysaki hidrokarbon kısmının suda çözünme eğilimi çok küçüktür.

Bu tipteki bileşiğin küçük bir miktarı, su ile temas ederse, suyun yüzeyine yayılır ve yüzeyde bir molekül kalınlığında stearik asit tabakası oluşturur ( Şekil 2. )



Sudaki stearik asit hidrojen bağları



Her bir stearik asit molekülünün karboksil sonu, suya karşı gelir, fakat hidrokarbon sonu yüzeyden uzaktır.Bu şekilde oluşan filmin kalınlığı, molekülün uzunluğunun yaklaşık bir ölçümüdür.Bir molekülün büyüklüğü hakkındaki bilgiden, Avogadro sayısı tahmin edilebilir.

## Madde ve Malzemeler

Tepsi

Cam tüp ve plastik boru

10 ml dereceli mezür

Siklohekzan (her öğrenci için 5 ml)

Stearik asitin siklohekzan çözeltisi. 0.0909/1 (5 ml her öğrenci için)

Metre

Destile su

## Deneyin Yapılışı

Tepsiyi bol sabunlu su ile yıkayınız ve 2 dakika çalkalayınız. Tepsinin üzerinde kalacak olan sabun, deneyi olumsuz etkiler.Tepsi temizlendikten sonra el dahil olmak üzere hiçbirşey sürmeyiniz.İnce bir cam boruyu bunsen beki alevinde ısıtarak uzatın ve plastik baloncuk ile birleştirin ve 10 ml 'lik dereceli mezüre tam 1 ml oluncaya kadar siklo-hekzan ilave edin ve damlaları sayın.Aynı örneği 2 ml'ye gelinceye kadar ilave ederek damla sayısını bulun.Her mililitre için 100-200 damla sayısı gereklidir.Eğer bulunan değerler farklı ise damlalığın ayarlanması gerekir.

Eğer sonuçlar 100-200 damla /ml arasında ise, saydığınız damlaları yazınız ve tekrar sıvının 3 ml'ye çıkması için gereken damla sayısını bulunuz.Sonuçlar birbiri ile uyum içinde olmalıdır.Eğer değil ise, deney tekrarlanır.Deney sırasında , damlalığı daima aynı açıdan tutun.Bir damlanın ortalama hacmini saptayın ve yazın.Konsantrasyonu belli olan stearik asit'in siklohekzan çözeltisinden 1 veya 2 ml alın.Damlalığı çözelti ile çalkalayın.

Tepsiyi destile su ile doldurun.Su yüzeyine, stearik asit çözeltisini damla damla ilave edin ve ilave edilen her damla kaybolmadan diğer damlayı ilave etmeyin ve ilave ettiğiniz damlaları sayın.

Dikkat edileceği gibi, çözeltinin ilk damlası stearik asitin monomoleküler tabakası ile daha çok kaplandııkça çözeltinin damlaları, daha hızlı yayılacaktır.

Sonuç olarak, yüzey kaplandığında, damla küçük bir lens gibi suyun üzerinde kalacaktır.Ve lens yaklaşık 1 dakika dayandığında , 1 damla daha ilave etmeniz gerekmektedir.

Sonuçları not ediniz.Yapılan deneyi en az üç kez tekrarlamalısınız.Her defasında tepsiyi temizleyiniz ve ilkönce siklohekzan sonra stearik asit çözeltisiyle çalkalayınız.

1.Tabakadaki stearik asitin ağırlığını, kullanılan çözeltinin konsantrasyonundan ve hacminden hesaplayınız.

2.Tabakanın hacmini, asitin yoğunluğu (0.94 g/ml) ve ağırlığından bulunuz.

3.Tabakanın alanını, tepsinin genişliği ve uzunluğundan bulunuz.

4.Tabakanın kalınlığını, alan ve hacimden giderek bulunuz. Eğer tabaka monomolekülerse, kalınlık filimdeki stearik asit molekülünün etkin uzunluğu olarak alınabilir. Şu ana kadar, stearik asit molekülünün uzunluğu hakkında bilgi sahibi olundu.Avogadro sayısını elde etmek için, filmin yüzeyindeki moleküllerin sayısı tahmin edilmek zorundadır. Bu da bazı varsayımları

gerektirmektedir.Yani her bir molekülün biçimi gibi (kübik,yuvarlak vb.) Hesaplamalardaki iki farklı şekli göz önüne alalım.

a)Kübik

b)Dikdörtgen prizması şeklindeki katı karasel ince kesitleriyle, uzunluk diğer iki kenarın iki katı olacak şekilde sonuçları kıyaslayın ve rapora yazınız.

5.İki şekil için bir molekül tarafından işgal edilen film yüzey alanı, ikinci durum için moleküllerin uzun kenarlarının birbirine paralel, yüzeye dik olduğunu varsayılarak,

6.İki şekil için, tabakadaki moleküllerin sayısı, filmin ölçülen alanından monomoleküler olduğu varsayılarak.

$$\text{Sayı}=\text{Tabaka alanı} / \text{Bir molekül alanı}$$

7.Tabakadaki asitin mol sayısı

8.Yukarıdaki verilerden her iki şekil içinde hesaplanan Avogadro sayısı değerleri.

## Örnek

100 damla / mL 10.01mL / damla) bulunduğunuzu varsayalım ve tepsideki su yüzeyini kaplamak için 250 damla stearik asit çözeltisi gereklidir.Kullanılan çözeltinin toplam hacmi 250 damla x 0.01 mL /damla = 2.5 ml,çözeltinin konsantrasyonu  $9.0 \times 10^{-5}$  g/mL ise;

$$1.\text{Asitin ağırlığı:}9.0 \times 10^{-5} \text{ g/ml} \times 2.5 \text{ ml}=2.3 \times 10^{-4}$$

$$2.\text{Tabakanın hacmi:}2.3 \times 10^{-4} \text{ g} / 10.94 \text{ g/ cm}^3=2.4 \times 10^{-4} \text{ cm}^3$$

$$3.\text{Tepsinin Ölçüleri:}50.0 \text{ cm} \times 30.0 \text{ cm}=1.5 \times 10^3 \text{ cm}^2 \text{ g}$$

4.Tabakanın kalınlığı(molekülün uzunluğu) şöyle bulunur;

$$\text{Hacim}=\text{Yükseklik} \times \text{Alan}$$

$$\text{Yükseklik (Uzunluk)}=\text{Hacim} / \text{Alan} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ cm}^3 / 1.5 \times 10^3 \text{ cm}^2 = 1.6 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

5.Bir molekül tarafından işgal edilen alan eğer,

$$a)\text{Kübik şekilde ise } (1.6 \times 10^{-7} \text{ cm})^2=2.6 \times 10^{-14} \text{ cm}^2$$

$$b)\text{Taban uzunluğunun yarısı olan, dikdörtgensel prizma şeklinde ise } (1.6 \times 10^{-7} / 2)^2 = 6.4 \times 10^{-15} \text{ cm}^2$$

6.Moleküllerin sayısı,molekülün su/alan oranının alanıdır.

$$a)\text{Kübik } 1.50 \times 10^3 \text{ cm}^2 / 2.6 \times 10^{-14} \text{ cm}^2=5.8 \times 10^{16} \text{ molekül}$$

$$b)\text{Dikdörtgensel } 1.50 \times 10^3 \text{ cm}^2 / 6.4 \times 10^{-15} \text{ cm}^2=2.3 \times 10^{17} \text{ molekül}$$

$$7.\text{Stearik asitin mol sayısı} = \text{Ağırlık(Kütle)} / \text{Moleküler Ağırlık}=2.3 \times 10^{-4} / 284.47 \text{ g/mol}=8.1 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

8.Avogadro Sayısı=Molekül Sayısı / Mol Sayısı

$$a) \text{Kübik } 5.8 \times 10^{16} \text{ molekül} / 8.1 \times 10^{-7} \text{ mol} = 7.1 \times 10^{22} \text{ molekül} / \text{mol}$$

$$\text{Dikdörtgensel Prizma}= 2.3 \times 10^{17} \text{ molekül} / 8.1 \times 10^{-7} \text{ mol} = 2.8 \times 10^{23} \text{ molekül} / \text{mol}$$

## Sonuçlar ve Tartışma

mL'deki damla sayısı ----- ortalama-----damla/ml

Bir damlanın hacmi (mL/damla) ----- mL

Yüzeyi kaplamak için gereken stearik çözeltisinin damla sayısı

-----ortalama=-----

Kullanılan çözelti hacmi(damla sayısıx bir damlanın hacmi)-----mL

Çözelti konsantrasyonu(verilen-----g/mL

1.Yüzeyi kaplayan stearik asitin ağırlığı-----g

2.Tabakanın hacmi-----cm<sup>3</sup>

3. Tepsideki suyun uzunluğu -----cm  
Tepsideki suyun genişliği-----cm  
Su yüzeyinin alanı-----cm<sup>2</sup>
4. Tabakanın kalınlığı(molekül uzunluğu)-----cm
5. Farklı iki yapı için bir molekül tarafından işgal edilen film alanı  
a)Küp

b)Dikdörtgen

6.İki şekil için filmdeki molekül sayısı

a)Küp

b)dikdörtgen biçimindeki katı

7.Filmdeki asit molü

8.İki şekil için Avogadro sayısı a) Küp

b)Dikdörtgen

Bu metod ile tahmin edilen Avogadro sayısının sonucunu tartışınız.

## DENEY 9. ASİT- BAZ TİTRASYONLARI

**Amaç:** Asit ve baz kavramları ve bir asit ile bazın titrasyonu

**Genel Bilgiler:** İstenilen bir maddenin sentezlenmesi ve , cinsi ya da miktarı bilinmeyen bir maddenin analiz edilmesi kimyanın temel çalışma alanlarından. Basit olarak tanımlamak gerekirse, kimyasal analizde bir maddenin cinsinin tayin edilmesi işlemlerine “kalitatif (nitel) analiz”, miktarının tayin edilmesi işlemlerine ise “kantitatif (nicel) analiz” denir. Herhangi bir cihazın kullanılmadığı kantitatif analiz işlemlerinde, iki temel işlem uygulanır : gravimetri ve volümetri.

Gravimetrik işlemlerde, cinsi bilinen fakat miktarı bilinmeyen maddenin istenilen miktarı tartım yoluyla bulunur. Bunun için söz konusu maddenin bir kimyasal reaksiyon yolu ile genellikle suda çözünmeyen bir bileşiği hazırlanır ve çözünmeyen bu maddenin tartımından hesap yolu ile istenilen maddenin miktarına geçilir.

Volümetri de ise, belirli hacimdeki bilinmeyen madde çözeltisi ile tam olarak reaksiyona girebilecek bilinen konsantrasyondaki maddenin hacmi ölçülür. Buradan hesap yolu ile çözeltideki maddenin bilinmeyen konsantrasyonu veya doğrudan ağırlığı hesaplanır. Volümetrik işlemlerde miktarı miktarı belirlenecek olan maddenin belirli hacimdeki çözeltisi bir erlene konur. Konsantrasyonu bilinen çözelti ise büret içerisindedir. Büretteki çözelti, reaksiyon bitinceye kadar damla damla ve erlen yavaşça çalkalanmak sureti ile erlene ilave edilir. Reaksiyon bittiğinde; bürette bulunan reaktifin, reaksiyon için ne kadarının harcadığı hacim olarak (genellikle ml) okunur. Bu işleme “titrasyon” adı verilir. Titrasyon işleminde, reaksiyonun bittiği noktaya “eşdeğer nokta” adı verilir.

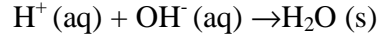
Her iki metodda da kullanılan reaksiyonun tam olarak (kantitatif olarak) gerçekleşmesi gerekir. Böylece reaksiyon denkleminde faydalanarak hesap yapmak mümkün olur. Reaksiyonun tamamen bittiği veya bazen, belirli bir aşamaya geldiği noktayı gösteren maddelere “indikatör” adı verilir. İndikatörler, bu fonksiyonlarını renk değiştirme, çökelti oluşturma veya fluoresan özellik gösterme gibi çeşitli yollarla yerine getirirler (indikatörlerin sınıflandırılması). Çözelti pH’ının belirli değişimlerinde renk değiştiren maddeler, pH indikatörü olarak adlandırılırlar.

Bürette bulunan konsantrasyonu belirli çözeltiye “titrant” adı verilir. Bu çözeltinin konsantrasyonunun kesin ve hassas olarak bilinmesi gerekir. Kimyasal maddelerin çoğu, çeşitli sebepler dolayısı ile safsızlıklar içerirler. Bunun yanı sıra çözelti hazırlama sırasında oluşabilen hatalar dolayısı ile titrant konsantrasyonu çok doğru olarak bilinmeyebilir. Bu durumda titrant; çözelti hazırlandıktan sonra, birincil standart denilen maddelerle reaksiyona sokulmak sureti ile “ayarlanır”. Bu işleme “standart çözelti hazırlama” da denilir.

Bütün kimyasal maddelerin kuvvetli veya zayıf da olsa asit veya baz özelliği göstermesi dolayısı ile; çözeltilerde sık karşılaşılan reaksiyonların başında, bir asidin hidrojeni ile bir bazın hidroksit iyonunun birleşerek su oluşturduğu nötralleşme (asit-baz) reaksiyonları gelir. Konsantrasyonu bilinmeyen bir asidin (veya bazın) miktarının, konsantrasyonu bilinen bir baz (veya asit) ile

titrasyonuna “asit-baz titrasyonu” adı verilir ve bu şekilde miktarı bilinmeyen asit veya bazın istenilen miktarı volümetrik metodla bulunmuş olur.

Asit-baz reaksiyonlarındaki temel reaksiyon şöyledir:



Reaksiyon aslında bir denge reaksiyonudur. Ancak oda sıcaklığında ve tamamen iyonlar halinde denge sabiti  $10^{14}$  olduğundan, sağ taraf lehine yürüdüğü kabul edilebilir.

Reaksiyona giren asit ve bazın ikisinin de kuvvetli olması halinde, titrasyonun tamamlandığı andaki pH, 7 olur. Ancak ikisinden birinin veya her ikisinin zayıf olması durumunda; eşdeğer noktadaki pH, 7’den farklı olur. Titrasyonda kullanılan maddelerin bu özellikleri dolayısı ile eşdeğer noktanın pH’ı önceden bilinmeli ve indikatör seçimi buna göre yapılmalıdır.

Volümetrik işlemlerde konsantrasyon birimi olarak normalitenin kullanılması büyük kolaylık sağlar. Eşdeğerlik prensibine göre, reaksiyon tamamlandığı anda reaksiyona giren iki reaktifin eşdeğer gram sayıları birbirine eşit olur. Bu da hesaplamalarda kolaylık sağlar. Buradaki temel tanımlar şöyledir:

- ***etkime değeri*** : asit ve bazlar için yer değiştirebilen hidrojen veya hidroksit iyonu sayısı (e).
- ***eşdeğer (ekivalent) ağırlık*** : mol ağırlığının, etkime değerine oranı (E).
- ***eşdeğer gram sayısı*** : maddenin gram miktarının, eşdeğer ağırlığa oranı ( $E_A$ ).
- ***normalite*** : çözeltinin her bir litresinde çözülmüş bulunan maddenin eşdeğer gram sayısı (N).
- çözelti hacmi : litre (V).
- Çözünen madde miktarı : gram (m).
- Mol ağırlığı : mol-g ( $M_A$ )

Bu tanımlar kullanıldığında ;

$$N = \frac{E_A}{V} = \frac{m/E}{V} = \frac{m}{M_A/e \cdot V} \text{ olur.}$$

Bu durumda normalitenin çözelti hacmi ile çarpımı eşdeğer gram sayısını verir ve titrasyondaki reaksiyon tamamlandığında eşdeğerlik prensibine göre :

$$N_a V_a = N_b V_b \quad \text{eşitliği bulunur.}$$

Titre edilen maddenin doğrudan gram miktarı bulunabilir. Bunun için aynı bağıntı dikkate alınır. Yine aynı kavramlar kullanılarak molarite ve normalite arasındaki ilişki de çıkarılır. Bu bağıntıları çıkarınız.

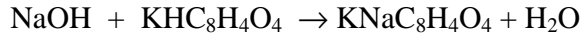
## Madde ve Malzemeler

Potasyumhidrojenftalat  
 Okzalik asit  
 Fenolftalein  
 Sodyum Hidroksit  
 Hidroklorik asit  
 Sirke  
 Büret (50 ml'lik)  
 Erlen (250 ml'lik)  
 Pipet(25 ml'lik)

## Deneyin Yapılışı

### 1. Deney : Kuvvetli asit ve kuvvetli baz titrasyonu

Deneyde titrant olarak kuvvetli baz olan NaOH ve konsantrasyonu tayin edilecek madde olarak da kuvvetli asit olan HCl kullanılacaktır. Daha önce hazırlanmış olan NaOH çözeltisi ilk önce primer standart olarak potasyumhidrojenftalat (veya okzalik asit) kullanılmak suretiyle ayarlanacaktır.



#### 1.1. Standart NaOH çözeltisinin hazırlanması :

- 0,1 N NaOH çözeltisinin yaklaşık 20 ml'si ile reaksiyon verecek kadar potasyumhidrojenftalat miktarını hesaplayınız
- Bu miktar kadar üç ayrı potasyumhidrojenftalat tartımı alınız ve her birini 250'lik erlenlere koyarak ~50 ml saf suda çözünüz.
- Çözeltilere 2-3 damla fenolftalein (sudaki % 1'lik çözeltisi) indikatörü damlatınız.
- 50'lik büreti sıfır çizgisine kadar (menisküse dikkat ederek) 0,1 N NaOH çözeltisi ile doldurunuz.
- Sol el ile büret musluğunu, sağ el ile erleni tutarak büretteki çözeltiyi damla damla erlene ilave ediniz. Bu sırada erleni hafifçe çalkalayınız. NaOH damlalarının düştüğü noktalarda yerel renk dönümleri gözlenecektir. Bu renkler çalkalama ile kaybolur.
- Sabit (20-30 saniye) ve açık pembe renk oluşuncaya kadar titrasyona devam ediniz. Titrasyon sonuna doğru baz ilavesini çok yavaş yapınız.
- Üç tartım için de deneyi tekrarlayınız ve NaOH'in gerçek normalitesini bulunuz.
- Aşağıda verilen tablodaki hesaplamaları yapınız.

**Tablo 14.**

Titrasyon no	1	2	3
Asit ağırlığı (g)			
Asidin ekivalent ağırlığı			
Asidin ekivalent-gram sayısı			
Harcanan baz hacmi (ml)			
Bazın ekivalent-gram sayısı			
Bazın normalitesi			
Ortalama normalite			

## 1.2. HCl Çözeltisinin Konsantrasyonunun Tayini

- Üç ayrı 250'lik erlene 50,0'şer ml HCl çözeltisi koyunuz.
- Çözeltilere 2-3 damla fenolftalein indikatörü ilave ediniz.
- Yukarıda anlatıldığı şekilde, renk değişimine kadar titre ediniz.
- Aşağıda verilen tablodaki hesaplamaları yapınız.

**Tablo 15.**

Titrasyon no	1	2	3
Asit hacmi (ml)			
Harcanan baz hacmi (ml)			
Asidin ekivalent ağırlığı			
Asidin ekivalent-gram sayısı			
Bazın ekivalent-gram sayısı			
Asidin normalitesi			
Ortalama normalite			

## 2. Deney : Sirkenin Saflık Derecesinin Tayini

Mutfaklarımızda kullanılan sirkeadaki asidin, tamamen asetik asitten geldiği kabul edilebilir. Bu durumda sirkeadaki asetik asit, asit-baz titrasyonu ile tayin edilerek sirkenin saflık derecesi bulunabilir.

- 250'lik üç erlene pipet yardımı ile 25'er ml sirke koyunuz.
- Bu çözeltilere 2-3 damla fenolftalein indikatörü ilave ediniz.
- Yukarıda anlatıldığı şekilde, sabit ve açık pembe renk oluşumuna kadar standardize edilmiş NaOH çözeltisi ile titre ediniz.
- Aşağıda verilen tablodaki hesaplamaları yapınız.

**Tablo 16.**

Titrasyon no	1	2	3
Asit hacmi (ml)			
Harcanan baz hacmi (ml)			
Bazın normalitesi			
Bazın ekivalent-gram sayısı			
Asidin ekivalent-gram sayısı			
Asidin ekivalent ağırlığı			
Asidin gram miktarı			
Asidin normalitesi			
Sirkinin yoğunluğu (g/ml)			
Sirkinin gram miktarı			
Sirkedeki asit yüzdesi			
Ortalama yüzde			
Deneysel değer ile etiket değeri farkı ve yüzdesi			

**Sorular**

- 1) Kuvvetli asit, zayıf asit, kuvvetli baz, zayıf baz ne demektir?
- 2) 75 ml 0,2 N NaOH ile 125 ml 0,25 M HCl çözeltileri karıştırıldığında, son çözeltinin pH'ı ne olur?
- 3) Standart çözelti ne demektir?
- 4) İndikatörler nerelerde kullanılırlar?
- 5) 3 g okzalik asit ( $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ ) 100 ml suda çözüldükten sonra bu çözeltinin 30 ml'si NaOH ile titre edilmektedir. Titrasyonda 25 ml NaOH çözeltisi harcandığına göre, bu çözeltinin normalitesini ne olur?



## DENEY 10. REDOKS TİTRASYONLARI

**Amaç:** Redoks reaksiyonları hakkında genel bilgiler ve redoks titrasyonları hakkında bilgikazandırılması.

### Genel Bilgiler

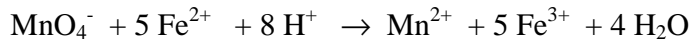
Redoks reaksiyonları; reaksiyona giren reaktiflerden birinin indirgendiği (redüksiyona uğradığı), buna karşılık diğer reaktifin yükseltgendiği (oksidasyona uğradığı) reaksiyonlardır. İndirgenme ve yükseltgenme olayları karşılıklıdır. Herhangibiri tek başına meydana gelmez.

Asit-baz reaksiyonlarında meydana gelen olay proton transferidir. Benzer olarak redoks reaksiyonlarında elektron transferi söz konusudur. Elektron alan reaktif indirgenir ve değeri azalır. Elektron veren reaktif ise yükseltgenir ve değeri artar. Doğal olarak bir reaktifin elektron alabilmesi için, temas halindeki bir reaktifin elektron verebilmesi gerekir.

Asit baz reaksiyonları, yer değiştirme reaksiyonlarındandır. Bu tür reaksiyonlar denkleştirilirken giren ve çıkan atomların sayılarının denkleştirilmesi yeterlidir. Redoks reaksiyonlarında ise; giren ve çıkan atomların sayılarının denkleştirilmesi yanı sıra, karşılıklı olarak alınan ve verilen elektron sayılarının da eşitlenmesi gerekir. Aksi takdirde öngörülen reaksiyon, mevcut hali ile gerçekleşmeyecektir.

Redoks titrasyonları da, asit-baz titrasyonlarına benzer. Redoksun tam olarak gerçekleştiği anda, indirgeyici ve yükseltgeyici reaktiflerin eşdeğer gram sayıları birbirine eşittir.

Redoks reaksiyonlarında etkime değerinin bilinmesi için, reaksiyonda alınan veya verilen elektron sayılarının bilinmesi gerekir. Örnek olarak aşağıdaki reaksiyonu inceleyelim :



Bu reaksiyon teorik olarak, sadece indirgenme ve yükseltgenmenin olduğu iki yarım reaksiyona ayrılabilir:

- ◆ indirgenme ;  $(\text{Mn}^{7+}\text{O}_4^{2-})^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  ( Mn, 5 e<sup>-</sup> alarak indirgenmiştir.)
- ◆ yükseltgenme ;  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$  ( Fe, 1 e<sup>-</sup> vererek yükseltgenmiştir.)

Reaksiyonun meydana gelebilmesi için; Mn<sup>7+</sup> iyonunun, Mn<sup>2+</sup> iyonuna indirgenebilmesini sağlayacak 5 elektronun, her biri 1 elektron verebilen 5 adet Fe<sup>2+</sup> iyonu tarafından temini gerekir. Söz konusu rakamlar aynı zamanda reaksiyonun denkleştirilmesini sağlayacak rakamlardır ve aslında etkime değerlerini temsil ederler.

Bu durumda mangan iyonu için etkime değeri 5, demir iyonu için ise 1'dir. Eşdeğer ağırlık ve eşdeğer gram sayıları buna göre hesaplanmalıdır.

Volümetrik işlemlerde konsantrasyon birimi olarak normalitenin kullanılması büyük kolaylık sağlar. Eşdeğerlik prensibine göre, reaksiyon tamamlandığı anda reaksiyona giren iki reaktifin eşdeğer gram sayıları birbirine eşit olur. Buradaki temel tanımlar, etkiye değeri farklı olmak kaydı ile asit-baz titrasyonlarında olduğu gibidir:

- **etkiye değeri** : reaktifin aldığı veya verdiği elektron sayısı (e).
- **eşdeğer (ekivalent) ağırlık** : mol ağırlığının, etkiye değerine oranı (E).
- **eşdeğer gram sayısı** : maddenin gram miktarının, eşdeğer ağırlığa oranı ( $E_A$ ).
- **normalite** : çözeltinin her bir litresinde çözülmüş bulunan maddenin eşdeğer gram sayısı (N).
- çözelti hacmi : litre (V).
- Çözünen madde miktarı : gram (m).
- Mol ağırlığı : mol-g ( $M_A$ )

Bu tanımlar kullanıldığında ;

$$N = \frac{E_A}{V} = \frac{m/E}{V} = \frac{m}{M_A/e \cdot V} \text{ olur.}$$

Bu durumda normalitenin çözelti hacmi ile çarpımı eşdeğer gram sayısını verir ve titrasyondaki reaksiyon tamamlandığında eşdeğerlik prensibine göre :

$$N_a V_a = N_b V_b \text{ eşitliği bulunur.}$$

Titre edilen maddenin doğrudan gram miktarı bulunabilir. Bunun için aynı bağıntı dikkate alınır.

## Madde ve Malzemeler

Pottasyum permanganat çöz.

Oksalik asit çöz.

Sülfirik asit

Demir sülfat çöz.

Distile su

Erlen (250 ml)

Ölçü kabı (50 ml)

Pipet (5ml)

Büret (50 ml)

## Deneyin Yapılışı

### 1. Deney : 0,1 N $KMnO_4$ 'ün Hazırlanması ve Ayarlanması

$KMnO_4$  şiddetli yükseltgen maddelerdendir. Buradaki mangan  $7+$ 'dan,  $4+$ 'ya veya  $2+$ 'ya indirgenebilir. Etkime derecesi ortamın asidik veya bazik olmasına göre değişir. Asidik ortamda genellikle etkiye derecesi  $5$ 'dir ve  $2+$  ya kadar indirgenir.  $KMnO_4$ 'ün ayarlanması (standardize edilmesi) için saflaştırılması oldukça kolay olan primer standartlardan oksalik asit kullanılır. Buradaki reaksiyonlar şöyledir:



Okzalit iyonundaki karbonun değeri 3+ olup, CO<sub>2</sub>'e yükseltildiğinde ise 4+'dır.

Permanganat iyonu manganın değeri dolayısıyla ile menekşe renklidir. Mn<sup>2+</sup> iyonu ise renksizdir (bazı bileşikleri ten rengi). Reaksiyon tamamlandığında Mn<sup>7+</sup>'nin tamamı Mn<sup>2+</sup>'ya dönüşeceğinden, menekşe renk kaybolacaktır. İndirgeyici bir ortama Mn<sup>7+</sup> katıldığında ise önce renk kaybolur ve ekvivalent noktadan itibaren kaybolmamaya başlar. Bu durumda permanganatın kendisi indikatör görevi yapmış olur.

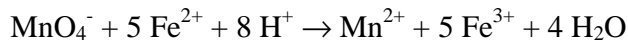
- 3,16 g KMnO<sub>4</sub>'ü tartınız ve 1 litre önceden kaynatılmış saf suda çözünüz. Birkaç dakika daha kaynatınız ve ağzı kapalı cam şişede bir gece karanlıkta bekletin. Daha sonra temiz cam yününden süzerek renkli şişede muhafaza ediniz.
- 0,1 N okzalik asit çözeltisi için 0,63 g H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> .2 H<sub>2</sub>O tartınız ve jodede çözerek 100 ml'ye tamamlayınız. Veya 0,2 g H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> .2 H<sub>2</sub>O 'i , erlen içerisinde 30 ml suda çözünüz.
- 250'lik erlene okzalik asit çözeltisinden 30 ml alınız ve su buharları görülmeye başlayınca kadar ısıtınız.
- Üzerine, dikkat ederek (!) ~2,5 ml der. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave ediniz.
- Kalıcı hafif menekşe renk görülünceye kadar 0,1 N KMnO<sub>4</sub> çözeltisi ile titre ediniz (bakınız asit-baz titrasyonu). Titrasyonu aynı şartlarda üç kere tekrarlayınız.
- Büretteki permanganat sarfiyatını okuyarak gerçek normaliteyi hesaplayınız.
- Aşağıda verilen tablodaki hesaplamaları yapınız.

**Tablo 17.**

Titration no	1	2	3
Asit ağırlığı (g)			
Asidin ekvivalent ağırlığı			
Asidin ekvivalent-gram sayısı			
Harcanan permanganat hacmi (ml)			
Permanganatın ekvivalent-gram sayısı			
Permanganatın normalitesi			
Ortalama normalite			

## 2. Deney : Çözeltide Fe<sup>2+</sup> Miktarı tayini

Deney reaksiyonları şöyledir :



- Üç ayrı 250'lik erlene belirli hacimde (10-20 ml)  $\text{Fe}^{2+}$  çözeltisi koyunuz.
- Çözeltileri son hacim ~30 ml olacak şekilde saf su ile seyreltiniz ve ~2,5 ml. der.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 'ü dikkatlice ilave ediniz.
- 0,1 N  $\text{KMnO}_4$  çözeltisi ile kalıcı hafif pembe renk görülünceye kadar titre ediniz.
- Aşağıda verilen tablodaki hesaplamaları yapınız.

**Tablo 18.**

Titration no	1	2	3
$\text{Fe}^{2+}$ çözeltisi hacmi (ml)			
Kullanılan permanganat hacmi (ml)			
Permanganatın normalitesi			
$\text{Fe}^{2+}$ çözeltisinin normalitesi			
Permanganatın milieşdeğer gramı			
Örnekteki $\text{Fe}^{2+}$ 'nin milieşdeğer gramı			
$\text{Fe}^{2+}$ 'nin eşdeğer ağırlığı			
$\text{Fe}^{2+}$ 'nin miligram miktarı			
Ortalama			

### Sorular

- 0,25 g okzalik asit ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 100 ml suda çözüldükten sonra bu çözeltinin 25 ml'si  $\text{KMnO}_4$  ile titre edilmektedir. Titrasyonda 28 ml  $\text{KMnO}_4$  çözeltisi harcandığına göre, bu çözeltinin normalitesin nedir?
- Redoks indikatörü ne demektir? Bilgi veriniz.
- Titre edilen türün, doğrudan mg miktarını veren bir formül türetiniz.
- Etkime değerini *genel hali* ile tanımlayınız.

## DENEY 11. ELEKTROLİTİK KAPLAMA

**Amaç:** Elektrokimya ile ilgili genel bilgiler ve kaplama işlemlerini deneysel gösterilmesi

**Genel Bilgiler:** Elektrokimya, kimyasal olaylarla elektrik enerjisi arasındaki ilişkileri inceleyen bilim dalıdır. Elektrik enerjisi, kimyasal reaksiyonlarla da elde edilebilen bir enerji türüdür. Redoks reaksiyonları, elektron transferinin gerçekleştiği reaksiyonlardır. Redoksa katılan reaktifler doğrudan temas ettiklerinde, elektron transferi iyonlar arasında doğrudan gerçekleşir. Ancak reaktifler, uygun bir reaksiyon düzeneği kullanılarak birbirine doğrudan temas ettirilmez ve gerekli elektron transferi ayrı bir yoldan sağlanırsa; hareket eden elektronların enerjisinden faydalanılabilir ve doğru akım özellikli elektrik enerjisi elde edilebilir. Böyle düzeneklere pil adı verilir. Tersine; elektrik akımı kullanılarak, benzer düzeneklerle ve kendiliğinden meydana gelmeyen kimyasal reaksiyonların gerçekleştirildiği reaksiyonlara ise *elektroliz* adı verilir.

Elektroliz işlemlerinde elektrik kaynağı olarak aynı kökenli akım, yani doğru akım kullanılmalıdır. Elektrik akımının uygulandığı düzenek kısımlarına elektrot adı verilir. Elektrotların kendisi reaksiyona iştirak edebileceği gibi inert de olabilir. Elektroliz işleminde indirgenmenin olduğu elektrot katod adını alır ve negatif işaretlidir. Diğer tarafta yükseltgenmenin olduğu elektrot anod adını alır ve pozitif işaretlidir. Anot ve katoda çözeltide bulunan türlerden bazıları elementel hale geçer veya açığa çıkar. Çözeltide bulunan türlerden hangisinin açığa çıkacağını bilmek için, söz konusu türlerin redüksiyon potansiyellerinin bilinmesi gerekir. Elektroliz işleminde uygulanan potansiyel ve çözeltideki türlerin redüksiyon potansiyelleri; çözücüden ileri gelen türler dahil, hangi maddelerin açığa çıkacağını belirler.

Faraday kanunları; elektrik ve kimyasal reaksiyonlar arasındaki kantitatif (nicel) ilişkileri ortaya koyar. Faraday'a göre elektrotlarda açığa çıkan madde miktarı, devreden geçen yük miktarı ile doğru orantılıdır. Yine bu ifadeye göre devreden belirli miktarda elektrik akımı geçirildiğinde, elektrotlarda ayrılan farklı maddelerin eşdeğer gram sayıları aynıdır. Avogadro sayısı kadar elektrona 1 mol elektron denir ve bu kadar elektronun taşıdığı elektrik yükü miktarına 1 Faraday (96.487 Coulomb) adı verilir. 1 Faradaylık elektrik yükü miktarı, elektrotlarda 1 eşdeğer gram madde açığa çıkmasını sağlar. Bundan faydalanılarak açığa çıkan madde miktarları hesaplanır.

$$m = \frac{A \times I \times t}{n \times 96.487}$$

Elektrolitik kaplama işlemi de bir tür elektroliz işlemidir. Kaplanması istenilen malzeme elektroliz düzeneğinde katod olarak bağlanır. Kaplanacak madde ise ya çözelti halinde, ya da elektrot halinde ve anot pozisyonundadır.

## Madde ve Malzemeler

CuSO<sub>4</sub>  
 Der.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 Etanol  
 Sey.NaOH  
 Sey.HNO<sub>3</sub>

## Deneyin Yapılışı

### Deney : Bakır Kaplama

- 250'lik beherde, 30 g CuSO<sub>4</sub>.5 H<sub>2</sub>O , 200 ml saf suda çözülür.
- Bu çözeltiliye 5 ml der. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve 1 ml etanol eklenir.
- Kaplanacak malzeme, sey. NaOH çözeltisine daldırılarak temizlenir ve sey. HNO<sub>3</sub> çözeltisine daldırılarak nötrleştirilir.
- Bu işlemler sırasında kaplanacak malzemeye elle dokunulmaz.
- Anot olarak behere bir bakır levha eklenir.
- Kaplanacak malzeme katot olarak bağlanır.
- Beherdeki elektroliz düzeneğine doğru akım uygulanarak kaplama gerçekleştirilir ve süre kaydedilir.
- Her iki elektrot da temizlenir ve kaplanan malzeme eğer istenirse tebeşir tozu veya ince ağaç talaşı ile parlatılır.
- Aşağıdaki tabloyu doldurunuz. Hesaplanan ve pratik olarak kaplana bakır miktarlarını karşılaştırınız.

**Tablo 19.**

Katodun kütlesi	
Bakır kaplı katodun kütlesi	
Kaplanmış bakırın kütlesi	
Akım şiddeti (amper)	
Akım süresi (saniye)	
Kullanılan elektrik miktarı (coulomb)	
Kaplanan bakır için kullanılan e <sup>-</sup> sayısı	
Hesaplanan bakır miktarı	

