

**M.Hilmi EREN**

**04 - 98 - 3636**

www.geocities.com/mhilmieren

Anorganik Kimya III Lab.

1.Deney Grubu

## DENEY RAPORU

**DENEY ADI** Kondüktometre ile İletkenlik Ölçülmesi  
Simetri Elemanları ve Simetri İşlemleri (8.deney)

**DENEY TARİHİ** 11 Aralık 2003 Perşembe

**AMAÇ**  $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}] \text{Cl}_2$  ve  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  komplekslerinin iletkenliklerinin ölçülmesi ve sonucun koordinasyon sayısı ile molekül yapısı açısından yorumlanması.  
Simetri Elemanlarının açıklanması ve  $\text{CH}_4$  ile  $\text{H}_2\text{O}$  için simetri işleminin uygulanması

### TEORİK BİLGİ

#### İletkenlik

Bir metal iletkenin iki ucu arasına bir potansiyel uygulandığında , iletken üzerinden geçen bir akım geçer. Geçen ( i ) akımı ile uygulanan potansiyel (V) arasında  $V = i.R$  bağıntısı vardır. Bu bağıntı **ohm yasasının** matematiksel ifadesidir. Bağıntıdaki R katsayısına **direnç** denir ve birimi ohm ( $\Omega$ ) dur. Direnç yalnızca iletkenin türüne, uzunluğuna ve kesitine bağlı olarak değişir.

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \text{Özdirenç } 1,00 \text{ cm}^3 \text{ iletkenin direncidir.}$$

Elektriksel direncin tersine **iletkenlik** denir. Direnç elektriğin geçişine karşı koyma yeteneği olarak tanımlanırsa ; iletkenlik, elektriği geçirme yeteneği olarak tanımlanır. Tanıma göre  $L = 1/R$  olur . Birimi  $\text{ohm}^{-1}$  ya da mho olur. Siemens olarak da tanımlanabilir.

$$L = \frac{1}{\rho} \frac{A}{l}$$

Burada  $1/\rho$  değerine öziletkenlik denir ve  $L_s$  ile gösterilir. **Öziletkenlik**  $1,00 \text{ cm}^3$  çözeltinin iletkenliği olup birimi  $\text{ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  dir.

**Eşdeğer iletkenlik** iyonun birim yükü başına düşen molar iletkenliğidir.

Aralarında  $1,00 \text{ cm}$  uzaklık bulunan iki elektrot arasında ki elektrolit katmanda çözünmüş olarak  $1 \text{ mol}$  madde varsa bu elektrolitin iletkenliğine **molar iletkenlik** denir.

Öziletkenlik ve molar iletkenlik arasındaki ilişki , çözeltinin derişimi  $c$  molarsa ,  $1 \text{ mol}$  madde içeren hacmi  $1000/c \text{ cm}^3$  olacağından

$$\Lambda_M = k \frac{1000}{c} \quad \text{olacaktır. Öziletkenlik eşitliği ile düzenleme yapılırsa}$$

$$\Lambda_M = L \frac{1}{A} \frac{1000}{c} \quad \text{eşitliği elde edilir.}$$

Aynı kapla çalışıldığında 1/A oranı sabit olup buna kap sabiti K denir Birimi  $\text{cm}^{-1}$  dir. İletkenlik ile molar iletkenlik arasındaki ilişki aşağıdaki gibi olur.

$$L = \frac{\Lambda_M c}{1000 K}$$

Öziletkenliği bilinen standart bir çözeltinin iletkenliği ölçülerek  $K = L_s / L$  formülünden kap sabiti bulunur. Bulunan kap sabiti öziletkenliği bilinmeyen bir çözeltinin iletkenliği ölçülerek  $L_s = K \cdot L$  formülünden öziletkenliği hesap edilebilir. Molar iletkenlik hesaplanması için  $\Lambda_m = V_m \cdot L_s$  formülü kullanılır. Buradaki  $V_m$  içerisinde 1 mol çözünmüş madde bulunan çözelti hacmini göstermektedir.

### Werner Teorisi ve Molar İletkenlik

Werner teorisine göre ve  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  ve  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$  komplekslerinde aynı sayıda  $\text{Cl}^-$  iyonu olmasına rağmen bunların molar iletkenlikleri farklıydı. Bu ise bileşiklerden çözeltilmeye geçebilen  $\text{Cl}^-$  iyonu sayısının farklı olması demekti. Serbest klorür iyonu sayısı en fazla olan kompleksin beklediği gibi molar iletkenliğini de en yüksek olarak ölçmüştür.

Bu sonuçlara göre Werner, merkez iyonu etrafında belli sayıda atom yada iyon olabileceğini ve çözünme sırasında bu bağların kırılmadığını söylemiş ve **koordinasyon sayısı** kavramını ortaya atmıştır. Aynı sonuçlardan birincil koordinasyon küresi ve ikincil koordinasyon küresi gibi molekül geometrileri üzerine de sonuçlar çıkarmıştır.

## DENEYİN YAPILIŞI

Aşağıdaki çözeltiler hazırlanır.

100 ml 0,1 M KCl

100 ml  $10^{-3}$  M  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  ve 100 ml  $10^{-3}$  M  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$

KCl'nin iletkenliği ölçülerek kap sabiti değeri bulunur. Kap sabiti kullanılarak örneklerin öziletkenlikleri ve sonra da molar iletkenlikleri hesaplanır.

0,1 M KCl için  $20^\circ\text{C}$  de öziletkenlik  $0,01167 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  dir.

$$K = L_s / L \text{ ise } K = 0,01167 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1} / 11,79 \cdot 10^{-3} \text{ ohm}^{-1} = \mathbf{0,9898 \text{ cm}^{-1}}$$

### KCl için Molar İletkenlik

$\Lambda_m = V_m \cdot L_s$  formülünden  $V_m$  için ;0,1 M KCl olduğuna göre

$10^{-2}$  mol KCl 100 ml ise

$$\frac{1 \text{ mol}}{10^{-2} \text{ mol}} = \frac{X}{100 \text{ ml}}$$

$$X = 10^4$$

$$\Lambda_m = V_m \cdot L_s = 10^4 \cdot 0,01167 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1} = \mathbf{116,7 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}}$$

### **[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub> için Molar İletkenlik**

Ölçülen iletkenlik değeri  $L = 490 \cdot 10^{-6} \text{ mho}^{-1}$  Öziletkenliğe geçerse;

$$L_s = K \cdot L = 0,9898 \text{ cm}^{-1} \cdot 490 \cdot 10^{-6} \text{ mho}^{-1} = 485 \cdot 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

Molar iletkenliği hesaplırsak;

$\Lambda_m = V_m \cdot L_s$  formülünden  $V_m$  için ;  $10^{-3} \text{ M}$  [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub> olduğuna göre  
 $10^{-4} \text{ mol}$  [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub> 100 ml ise

$$\frac{1 \text{ mol}}{X}$$

$$X = 10^6$$

$$\Lambda_m = V_m \cdot L_s = 10^6 \cdot 485 \cdot 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1} = \mathbf{485 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}}$$

### **[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>Cl]Cl<sub>2</sub> için Molar İletkenlik**

Ölçülen iletkenlik değeri  $L = 383 \cdot 10^{-6} \text{ mho}^{-1}$  Öziletkenliğe geçerse;

$$L_s = K \cdot L = 0,9898 \text{ cm}^{-1} \cdot 383 \cdot 10^{-6} \text{ mho}^{-1} = 379 \cdot 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

Molar iletkenliği hesaplırsak;

$\Lambda_m = V_m \cdot L_s$  formülünden  $V_m$  için ;  $10^{-3} \text{ M}$  [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>Cl]Cl<sub>2</sub> olduğuna göre  
 $10^{-4} \text{ mol}$  [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>Cl]Cl<sub>2</sub> 100 ml ise

$$\frac{1 \text{ mol}}{X}$$

$$X = 10^6$$

$$\Lambda_m = V_m \cdot L_s = 10^6 \cdot 379 \cdot 10^{-6} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1} = \mathbf{379 \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1}}$$

## **SONUÇ**

**KCl : 116,7 ohm<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>**

**[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>Cl]Cl<sub>2</sub> : 379 ohm<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>**

**[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub> : 485 ohm<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>**

Yapılan deney sonunda hesaplanan molar iletkenlikler yukarıdaki gibi çıkmıştır.

Kobalt komplekslerinin her ikisinde de Cl<sup>-</sup> iyonu sayısı aynı olduğu halde

iletkenlikler farklı çıkmıştır. KCl'yi referans olarak kabul ettiğimizde (derişimi farklı

olsa da) Cl<sup>-</sup> iyonundan kaynaklanan iletkenliğin iki kobalt kompleksinde de birbirine

yakın olması gerekmektedir.

İşte bu farklılık Werner'in teorisinde de kullandığı gibi çözeltiliye geçebilen serbest

Cl<sup>-</sup> iyonları ile ilgiliydi.

Burada ikincil koordinasyon küresinde  $\text{Cl}^-$  iyonu sayısı fazla olan kompleksin molar iletkenliğinin fazla olduğu görülmektedir. Çünkü çözeltiliye geçebilen serbest klorür iyonu sayısı fazladır. Koordinasyon küresi içindeki klorür iyonunun ise iletkenliğe katkısı olmamaktadır.

Bu sonuçlara göre koordinasyon bileşiklerinde belli bir koordinasyon sayısı olduğu, birincil koordinasyon küresi ve ikincil koordinasyon küresi bulunduğu, ayrıca kompleksin belli bir geometride olacağı sonuçlarını çıkarabiliriz.

## SİMETRİ ELEMANLARI VE SİMETRİ İŞLEMLERİ

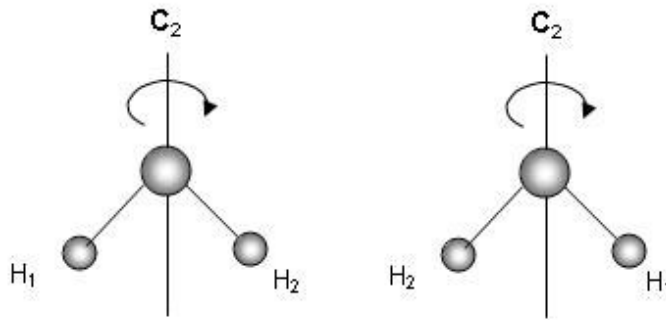
### Simetri İşlemi

Bir molekül veya iyonu başlangıç durumundan ayırdedilemeyen başka bir duruma getiren işleme simetri işlemi denir. Simetri işlemi uygulandığında molekül ilk durumu ile ayırdedilemeyen bir duruma getirilebiliyorsa, molekülün bu işleme göre simetrik olduğu söylenir. Üzerinde simetri işlemi uygulanan nokta, eksen veya düzleme de simetri elemanı denir.

Dönem işlemi C harfi ile gösterilir.  $\Theta = 360^\circ / n$  Dönme açısı  $360^\circ$  nin tam askatlarıdır. Buradaki n sayısı başlangıç durumuna varılması için molekülün kaç derece döndürüleceğini gösterir. n ise  $360^\circ$  ye varılması için dönme işleminin kaç kez yineleneceğini gösterir. Su için dönme işlemi iki kez yinlendiğinde molekül başlangıç konumuna gelir. Buna göre su için simetri işleminin sembolü  $C_2$  olur.

### Dönme Ekseni

Çevresinde yalnızca dönme işleminin yapıldığı eksenidir. Su molekülünde oksijen atomundan geçen ve HOH açısının ortayı olan eksen bir  $C_2$  dönme eksenidir. Su molekülü bu eksen etrafında  $180^\circ$  döndürüldüğünde molekül başlangıçtaki ile ayırdedilemeyen bir duruma gelir. Su molekülü  $C_2$  eksenine göre simetrik.



### Yansıma Ekseni

Eğer bir molekülün kendisi ile ayırdedilemeyen ayna görüntüsü, molekülün bütün kısımlarının bir düzleme göre yansıması alınarak yapılabiliyorsa, bu düzleme simetri düzlemi denir.

Ana eksene paralel ayna düzlemi  $\sigma_v$  simgesi ile gösterilir.

İki  $C_2$  eksenindeki açının açı ortayı olan dikey ayna düzlemi  $\sigma_d$  simgesi ile gösterilir.

Simetri düzlemi temel dönme eksenine dik ise düzlem yatay ayna düzlemi olur ve  $\sigma_h$  simgesi ile gösterilir.

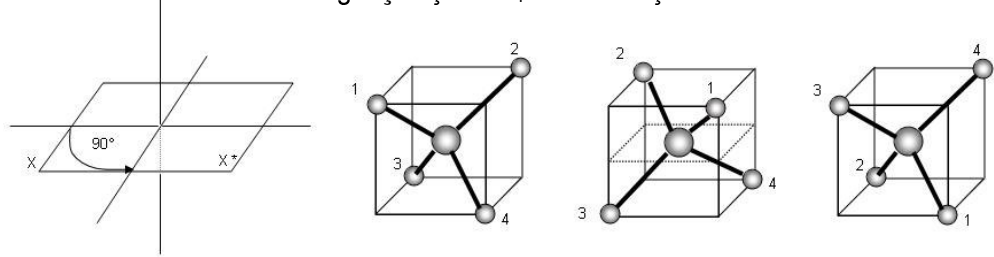
### Simetri Merkezi

Eğer molekülün herhangi bir noktasından başlayan bir doğru, bu merkezi geçtikten sonra eşit uzaklıkta ilerlediğinde ayırilemeyen bir noktaya geliyorsa, molekülün bir yansıma noktası vardır denir ve  $i$  simgesi ile gösterilir.

### Dönme Yansıma Eksenini

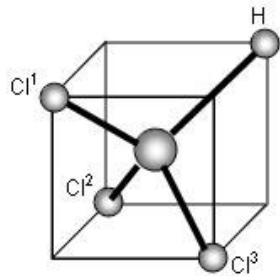
Molekül önce bir eksen etrafında döndürülür. Sonra bu eksene dik bir düzlem üzerinde yansıması alınır. İki aşamalı bu işlem sonrasında molekül ayırilemeyen bir duruma geliyorsa, bu molekülde bir dönme yansıma eksenini vardır diyebiliriz.

Aşağıda tetrahedral  $CH_4$  molekülünde yapılan  $S_4$  işlemi görülmektedir. Molekül  $C_2$  eksenini etrafında  $90^\circ$  döndüğü için işlem  $S_4$  adını almıştır.



### $CHCl_3$ Molekülüne Simetri İşlemi Uygulanması

$CHCl_3$  atomları özdeş değildir.



- 1 Adet  $C_3$  Dönem Eksenini
- 3 Adet  $C_2$  Dönme Eksenini
- 3 Adet  $\sigma_v$  Yansıma Eksenini
- 3 Adet  $\sigma_d$  Yansıma Eksenini
- $\sigma_h$  Yansıma Eksenini Yoktur.
- Simetri merkezi yoktur

$S_4$  Dönme yansıma eksenini vardır

$S_4$  Dönme yansıma eksenini aşağıda gözüktüğü gibi  $90^\circ$  döndürdüğümüz eksene dik düzlem üzerine yansımasını alırsak başlangıç ile ayırilemeyen yapı oluşur.

