

ÜNİTE III

ÇÖZÜNÜRLÜK DENGELERİ

3. 1. ÇÖZÜNME OLAYI

3. 2. SIVI-KATI ÇÖZELTİLERİ

3. 3. SIVI-SIVI ÇÖZELTİLERİ

3. 4. SIVI-GAZ ÇÖZELTİLERİ

3. 5. ÇÖZÜNME OLAYINDA DÜZENSİZLİK FAKTÖRÜ

3. 6. SULU ÇÖZELTİLER

a) Elektrolit olmayan çözeltiler

b) Elektrolit çözeltiler

3. 7. ÇÖZÜNÜRLÜK VE ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

a) Çözücünün türü

b) Sıcaklığın etkisi

c) Ortak iyon etkisi

d) Yabancı maddelerin etkisi

3. 3. ÇÖKELTİ OLUŞUMU VE ÇÖZÜNÜRLÜK TİPLERİ

3. 9. SEÇİMLİ ÇÖKTÜRME

BU ÜNİTENİN AMAÇLARI

Bu üniteyi çalıştığınızda;

- Çözünme olayını kavrayacak,
- Sıvı-katı, sıvı-sıvı, sıvı-gaz çözeltileri öğrenecek,
- Minimum enerji, maksimum düzensizlik kavramlarını öğrenecek,
- Elektrolit olan ve olmayan çözeltileri ayırt edecek,
- Çözünürlük ve çözünürlük dengesine etki eden faktörleri öğrenecek,
- Çözelti oluşumunun nasıl meydana geldiği ve çözünürlük tiplerini kavrayacak,
- Çözünürlük çarpımlarından yararlanarak bir çözeltideki istediğimiz iyonların çöktürülmesini öğrenebileceksiniz.

BU ÜNİTEYİ NASIL ÇALIŞMALIYIZ?

- TV programını izlemeden konuyu gözden geçiriniz.
- Güncel hayattaki çözünme olaylarını araştırınız.
- Kimyasal bağlar konusunu çalışınız.

3.1. ÇÖZÜNME OLAYI

Bir maddenin başka bir madde içinde gözle görülmeyecek kadar küçük parçacıklar hâlinde dağılmasına çözünme; elde edilen homojen karışıma çözelti denir.

Çözünme olayı sırasında örneğin yemek tuzu (NaCl) suda Na^+, Cl^- iyonlarına ayrılır ve bu iyonlar su içinde homojen olarak dağılır. Çay şekeri suda iyon oluşturmadan moleküller hâlinde çözünür.

Maddeler çeşitli fiziksel özelliklerde çözeltiler oluşturabilirler. Bu bölümde çözücüsü sıvı olan çözeltiler anlatılacaktır.

3.2. SIVI-KATI ÇÖZELTİLER

Çay şekerinin veya yemek tuzunun suda çözünmesiyle elde edilen çözeltiler sıvı-katı çözeltilerdir.

Bir katının bir sıvıda çözünmesiyle oluşan çözeltilere sıvı-katı çözeltiler denir.

Katı I_2'un etil alkolde çözünmesini inceleyelim. Etil alkol içine atılan I_2 kristalleri çözünürken çözeltinin rengi koyulaşmaya başlar. Belli bir süre sonra renkteki koyulaşma değişmez. Bu durum çözeltide bir denge durumunun oluştuğunu gösterir.

Denge durumunda I_2'un çözünme hızı, I_2'un çökelme hızına eşit olur ve çözelti doymuş hâle gelir.

Katıların sıvılarda çözünme hızı, katının toz hâline getirilmesi ve çözeltinin karıştırılması ile artar.

3.3. SIVI-SIVI ÇÖZELTİLERİ

Birbiri içinde her oranda çözünen sıvıların oluşturdukları çözeltilerde bir denge söz konusu olmaz. Birbiri içinde kısmen çözünen sıvılarda ise denge durumundan bahsedilebilir.

Örneğin etil alkol suda tamamen çözünürken, eter suda az çözünür. Buna göre bir sıvının başka bir sıvıda çözünmesi sıvıların türüne göre değişir.

3.4. SIVI-GAZ ÇÖZELTİLERİ

Gazların sıvılar içinde çözünmesi büyük önem taşır. Örneğin balıkların yaşayabilmesi için O_2 gazının denizlerde ve göllerde çözünmesi çok önemlidir.

Bir gazın bir sıvıdaki çözünürlüğü çözünen ve çözücünün türüne bağlıdır.

Örneğin NH_3 ve HCl gazları suda çok çözünürler. N_2, O_2 ve H_2 gibi gazlar ise suda az çözünürler.

3.5. ÇÖZÜNME OLAYINDA DÜZENSİZLİK FAKTÖRÜ

Katılar, suda veya başka bir çözücüde çözündüklerinde oluşan tanecikler (iyon ya da molekül) çözücü içinde dağıldığından daha düzensiz hâle gelirler.

Düzensizlikte artma eğilimi katıların çözünmesinin lehinedir.

Maddenin gaz hâli, sıvı hâline göre daha düzensizdir. Bir gaz sıvıda çözündüğünde düzensizlik azalır.

Düzensizliğe eğilim, gazların çözünmesine engel olur.

Genel olarak büyük taneciklerin, küçük taneciklere parçalanması düzensizliği artırır.

Su içinde alkolün çözünmesi durumunda alkolün düzensizliği artar. Maksimum düzensizlik faktörü daima çözünmenin lehinedir. Minimum enerji faktörü de çözünmenin lehine olursa bu tür sıvılar su ile her oranda karışırlar.

3.6. SULU ÇÖZELTİLER

Katı, sıvı ve gaz hâlindeki maddelerin suda çözünmesiyle oluşan çözeltilere sulu çözeltiler denir.

Maddelerin taneciklerini bir arada tutan kuvvetler farklı olduğuna göre bunların sudaki çözünürlükleri ve çözeltilerinin özellikleri de farklı olacaktır.

Sulu çözeltilerin bazıları elektrik akımını iletirken, bazıları iletmezler.

Örneğin tuzlu su elektrik akımını iletir, şekerli su iletmez.

Buna göre çözeltiler elektrik iletkenliklerine göre ikiye ayrılır.

a) Elektrolit olmayan çözeltiler

Suda çözündüğünde iyon oluşturmayan maddelerin çözeltileri elektrik akımını iletmez. Bu maddeler elektrolit olmayan maddelerdir.

Elektrik akımını iletmeyen çözeltilere elektrolit olmayan çözeltiler denir.

ÖRNEK:

$C_{12}H_{22}O_{11}(k) \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11}(suda)$

Çay şekeri — şekerli su

b) Elektrolit çözeltiler

Suda çözündüklerinde iyonlarına ayrışabilen maddelerin çözeltileri elektrik akımını iletir. Bu maddelere elektrolit maddeler denir.

Elektrik akımını ileten çözeltilere elektrolit çözeltiler denir.

Genel olarak asit, baz ve tuzların sulu çözeltileri elektrik akımını iletir. İletkenlik çözeltilerdeki iyon sayısı ile artar.

Na^+, K^+, NH_4^+, H^+, NO_3^- gibi iyonlar içeren bileşikler suda çok çözünür. Bu bileşiklerin suda çözünme tepkimeleri tek yönlüdür.

Örneğin; Yemek tuzu ve hidrojen klorür suda

$NaCl(k) \longrightarrow Na^+(suda) + Cl^-(suda)$

$HCl(g) \longrightarrow H^+(suda) + Cl^-(suda)$

şeklinde iyonlaşırlar.

%100'e yakın iyonlaşabilen bileşikler kuvvetli elektrolitlerdir.

Suda çözündüğünde az iyonlaşabilen maddelerin çözeltileri zayıf elektrolitlerdir.

Ag^+ , Cu^+ , Pb^{+2}, Zn^{+2} iyonlarının klorür, bromür ve iyodurleri, Fe^{+2}, Cu^{+2}, Zn^{+2} iyonlarının hidroksitleri suda az çözünür. Bu nedenle bunların çözeltileri zayıf elektrolitlerdir. İyonlaşma tepkimeleri çift yönlüdür.

$$AgCl(k) \rightleftharpoons Ag^+(suda) + Cl^-(suda)$$

$Ca(NO_3)_2$, KBr, $Fe(OH)_3$ bileşiklerinin sudaki iyonlaşma denklemlerini yazıp, kuvvetli elektrolit veya zayıf elektrolit olup olmadıklarını söyleyiniz.

(Tablo 3.1'den yararlanınız.)

Pozitif iyonlar (Katyonlar)	Negatif iyonlar (Anyonlar)	Oluşan bileşiğin çözünürlüğü
Li^+, Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, Fr^+ (alkali metal iyonlar)	Tümü	Çok çözünür.
H^+	Tümü	Çok çözünür.
NH_4^+	Tümü	Çok çözünür.
Tümü	NO_3^-	Çok çözünür.
Tümü	CH_3COO^-	Çok çözünür.
Ag^+, Pb^{+2}, Hg^{+2}, Cu^{+1} Bunların dışındakiler	Cl^- , Br^{-1}	Az çözünür. Çözünür.
Ba^{+2}, Sr^{+2}, Pb^{+2} Bunların dışındaki (+) yüklü iyonlar	SO_4^{-2}	Çözünür. Az çözünür.
Be^{+2}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, Sr^{+2}, H^+, NH_4^+ ve alkali metal iyonları. Bunların dışındaki (+) yüklü iyonlar	S^{-2}	Çözünür. Az çözünür.
H^+, NH_4^+, Sr^{+2}, Ba^{+2} ve alkali metal iyonları. Bunların dışındaki (+) yüklü iyonlar	OH^-	Çözünür. Az çözünür.
Alkali metal iyonları. H^+ ve NH_4^+ Bunların dışındaki (+) yüklü iyonların tamamı	CO_3^{-2}, PO_4^{-3} , SO_3^{-2}	Çözünür. Az çözünür.

Tablo 3.1: Bazı bileşiklerin sudaki çözünürlükleri

3.7. ÇÖZÜNÜRLÜK VE ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Belli bir sıcaklıkta 100g veya 100 cm^3 suda doymuş bir çözelti oluşturmak için çözünebilen madde miktarına çözünürlük denir.

Çözünürlüğün birimi g madde/100 g çözücü veya g madde/100cm^3 çözücü olarak ifade edilir.

Bu konuda da çözünürlüğü az olan maddelerin doymuş sulu çözeltilerinin dengelerini inceleyeceğiz.

Aynı miktar çözücüde, aynı sıcaklıkta değişik maddeler farklı miktarlarda çözünebilir.

Bir maddenin bir litrelik doymuş çözeltisinde 0,1 molden daha az madde çözünürse, böyle maddelere genellikle az çözünür denir.

Bazı bileşiklerin sudaki çözünürlükleri tablo 3.1'de görülmektedir.

Az çözünen bir madde belli bir miktar suya ilâve edilirse, bir süre sonra doymuş bir çözelti elde edilir.

Doymuş çözeltide az çözünen katı ile katıyı oluşturan iyonlar denge hâlindedir.

Örneğin az çözünen bir madde olan AgCl (gümüş klorür) suya ilâve edilirse, katı AgCl; Ag^{+1}, ve Cl^{-1} iyonlarına ayrılır. Kısa süre sonra çözelti doymuş hâle gelir. AgCl'ün Ag^{+1} ve Cl^- iyonlarına ayrışma hızı (çözünme), Ag^{+1} ve Cl^- iyonlarının birleşerek katı AgCl oluşturma hızına (çökelme) eşit olur.

Bu durumda ;

$$AgCl\ (k) \underset{\text{çökelme}}{\overset{\text{çözünme}}{\rightleftharpoons}} Ag^+\ (suda) + Cl^-\ (suda)$$

dengesi kurulur. Dengede çözünen katı miktarı ve iyonların derişimi sabittir. Bu kurulan dengeye çözünürlük dengesi denir.

Kurulan denge için denge bağıntısı yazılırsa,

$K_d = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl]}$ yazılabilir. Bu denge heterojen olup, AgCl'ün derişimi sabittir ve denge sabiti K_d ile birleştirilerek, yeni bir denge sabiti elde edilir.

$$K_d\ [AgCl] = K_ç = [Ag^+][Cl^-]$$

Elde edilen bu yeni denge sabiti Kç'ye çözünürlük çarpımı denir.

A_aB_b formülü ile gösterilebilen ve çözünürlüğü az olan iyonik bir katı için çözünürlük denge tepkimesinin denklemi ve çözünürlük denge bağıntısı aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$A_aB_b\ (k) \rightleftharpoons aA^{+b}\ (suda) + bB^{-a}\ (suda)$$
$$K_ç = [A^{+b}]^a\ [B^{-a}]^b$$

Çözünme denkleminde iyonların kat sayıları varsa derişimlerin üzerine üs olarak yazıldığına dikkat ediniz.

ÖRNEK 1:

Aşağıdaki maddelerin çözünürlük bağıntılarını yazınız.

a) CaF_2 b) Ag_2S

ÇÖZÜM:

a) $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2}\ (suda) + 2F^-\ (suda)$ $\quad K_ç = [Ca^{+2}][F^-]^2$

b) $Ag_2S \rightleftharpoons 2Ag^{+1}\ (suda) + S^{-2}\ (suda)$ $\quad K_ç = [Ag^{+1}]^2\ [S^{-2}]$

Katıların çözünürlüğü sıcaklıkla değiştiğinden, Kç'nin değeri de sıcaklıkla değişir.

Kç değeri büyük olan maddeler daha çok iyonlarına ayrılır.

Tablo 3.2'de bazı bileşiklerin oda sıcaklığındaki çözünürlük çarpımı değerleri verilmiştir.

Çözünürlük Dengesi	Kç Sabitleri
$Al(OH)_{3(k)}$	$2,0 \times 10^{-33}$
$BaCO_{3(k)}$	$1,6 \times 10^{-9}$
$BaSO_{4(k)}$	$1,5 \times 10^{-10}$
$CaCO_{3(k)}$	$8,7 \times 10^{-9}$
$CaF_{2(k)}$	$4,0 \times 10^{-10}$
$CaSO_{4(k)}$	$6,1 \times 10^{-5}$
$AgOH_{(k)}$	$2,0 \times 10^{-8}$
$Fe(OH)_{3(k)}$	$4,0 \times 10^{-38}$
$PbCl_{2(k)}$	$1,6 \times 10^{-5}$
$PbCrO_{4(k)}$	$2,0 \times 10^{-14}$
$PbI_{2(k)}$	$1,4 \times 10^{-8}$
$MgCO_{3(k)}$	$2,1 \times 10^{-15}$
$MgF_{2(k)}$	$6,4 \times 10^{-9}$
$Mg(OH)_{2(k)}$	$8,9 \times 10^{-12}$
$Ca_3 (PO_4)_{2(k)}$	$1,3 \times 10^{-29}$
$AgBr_{(k)}$	$5,0 \times 10^{-13}$
$AgCl_{(k)}$	$1,6 \times 10^{-10}$
$AgI_{(k)}$	$1,5 \times 10^{-17}$
$SrCrO_{4(k)}$	$3,6 \times 10^{-5}$
$SrCrO_{3(k)}$	$7,0 \times 10^{-10}$
$SrCrO_{4(k)}$	$3,2 \times 10^{-7}$

Tablo 3.2: Bazı maddelerin 25°C'taki çözünürlük çarpımları

ÖRNEK 2:

PbI_2'un saf suda belirli bir sıcaklıkta çözünürlüğü $1x10^{-3}$ mol/L dir. Buna göre PbI_2'ün çözünürlük çarpımını hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

PbI_2'ün çözünme denklemini yazalım:

$PbI_2 \rightleftharpoons Pb^{+}$ (suda) + $2I^{-}$ (suda)

Çözünürlük denge bağıntısı, $K_ç = [Pb^{+2}]\,[I^{-}]^2$ olur.

PbI_2'ün çözünürlüğü $1x10^{-3}$ mol/L olduğundan denkleme göre bu çözeltide $1x10^{-3}$ mol/L Pb^{+2} iyonu ve $2x10^{-3}$ mol/L I^{-} iyonu bulunur.

Bu değerler çözünürlük denge bağıntısında yerine konulursa ,

$K_ç = (1x10^{-3})\,(2x10^{-3})^2$

$K_ç = 4x10^{-9}$ bulunur.

ÖRNEK 3:

$BaCO_3$'ın 10 litrelik doymuş çözeltisinde 4×10^{-4} mol iyon vardır. Buna göre $BaCO_3$'ın çözünürlük çarpımı kaçtır?

ÇÖZÜM:

$BaCO_3$'ın molar derişimini bulalım.

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow \frac{4x10^{-4}}{10} = 4x10^{-5}\ mol/L$$

$BaCO_3$'ın çözünme denklemini yazalım.

$BaCO_3(k) \rightleftharpoons Ba^{+2}(suda) + CO_3^{-2}$ (suda)

$BaCO_3$'ın derişimi $4x10^{-5}$ mol/L olduğuna göre Ba^{+2} iyonlarının derişimi $4x10^{-5}$ mol/L ve CO_3^{-2} iyonlarının derişimi $4x10^{-5}$ mol/L olur.

Çözünürlük denge bağıntısında $\left(K_ç = [Ba^{+2}]\,[CO_3^{-2}]\right)$ sayısal değerler yerine konulursa

$K_ç = [4x10^{-5}]\,[4x10^{-5}]$

$K_ç = 1{,}6x10^{-9}$ bulunur.

Çözünürlük dengesine etki eden faktörler

a) Çözücünün türü:

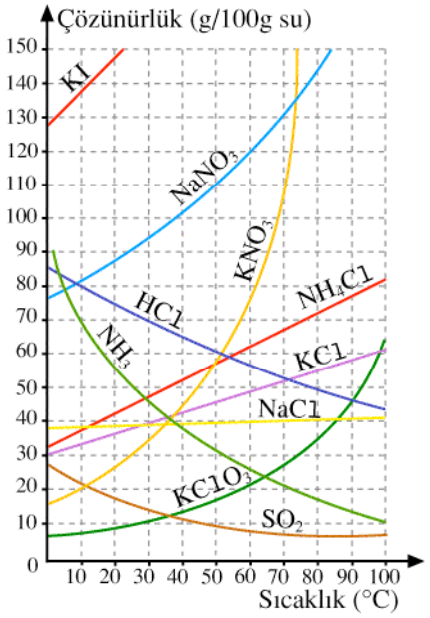
Çözünürlük, çözücü ve çözünen maddenin türüne bağlıdır. Örneğin; su (H_2O) polar bir çözücüdür. İyonik bir madde olan yemek tuzu (NaCl) suda çok çözünür, apolar bir çözücü olan karbon tetraklorürde (CCl_4) çözünmez. Apolar olan moleküller apolar olan çözücülerde çok çözünür. Örneğin, apolar iyot (I_2), yine apolar karbon tetraklorür içinde oldukça çok çözünür.

b) Sıcaklığın etkisi

Maddelerin çözünürlükleri sıcaklıkla değişir. Çözünme olayının ekzotermik veya endotermik oluşuna göre sıcaklık çözünürlüğe etki eder. Isı alarak çözünen maddelerin çözünürlüğü sıcaklıkla artar.

Katıların çözünürlüğü genellikle sıcaklıkla artar. Gazların çözünürlüğü ise sıcaklıkla azalır.

Maddelerin çözünürlüklerinin sıcaklıkla değişimini gösteren eğrilere çözünürlük eğrileri denir (Grafik 3.1).



Grafik 3.1: Çözünürlük eğrileri

c) Ortak iyon etkisi

Bir katıyı saf su yerine, bu katıya ait iyonu veya iyonları içeren bir çözeltide çözersek bu katının çözünürlüğü saf suya göre oldukça azalır. Çözünürlüğün azalmasını bir örnekle açıklayalım. Örneğin sodyum klorür çözeltisi ($NaCl(k) \rightarrow Na^{+1} + Cl^{-1}$) içerisinde AgCl(k) katısını çözersek $\rightleftharpoons$ $AgCl(k)$ $Ag^+ + Cl^-$ şeklinde iyonlaşır.

AgCl çözeltisinde NaCl'den gelen Cl^- iyonları Cl^- derişimini arttırdığından sistem bunu azaltmak için geri tepkimeyi hızlandırır. Yani Ag^+ ve Cl^- iyonları birleşerek AgCl katısının çökmesine sebep olur. Dolayısıyla AgCl'ün çözünürlüğü azalmış olur.

Ortak iyonun derişimi ne kadar büyükse çözünürlük o kadar azalır.

d) Yabancı maddelerin etkisi

Yabancı maddelerin etkisiyle çözünürlüğün artması canlılar için çok önemlidir.

İçinde çözünmüş madde bulunan bir çözeltiye, az çözünen ve ortak iyon bulundurmayan bir maddeyi ilâve edersek bu maddenin çözünürlüğü maddeler arasında etkileşim oluyorsa artar.

Oksijen kanda sudakinden çok daha fazla çözünür. Bunun sebebini araştırınız.

3.8. ÇÖKELTİ OLUŞUMU VE ÇÖZÜNÜRLÜK TİPLERİ

İki veya daha fazla çözelti birbiri ile karıştırıldığında katı bir maddenin oluşması ve sıvı fazdan ayrılmasına çökelme, kabın dibindeki katı maddeye de çökelti denir.

Çözünürlük çarpımı, Kç, iki çözelti karıştırıldığında bir çökelme olup olmayacağını tahmin etmede kullanılabilir. Böyle çözeltiler karıştırıldığında üç değişik durum meydana gelir.

1. Az çözünen maddeye ait iyonların derişimleri çarpımı K_{iyon} çözünürlük çarpımı Kç'ye eşit olabilir. Bu durumda sistem dengede olup çözelti doymuştur.
2. Eğer $K_{iyon} >$ Kç ise sistem dengede değildir. Çözelti aşırı doymuştur. K_{iyon} küçülerek Kç'ye eşit olmalıdır. Bunun için karışımdaki az çözünen maddeye ait

iyonların derişimleri azalmalıdır. Bu da ancak bir kısım iyonların birleşerek çökelek oluşturması ile mümkündür. Yani $K_{iyon} > Kç$ ise çökelme olur.

3. Eğer $K_{iyon} < Kç$ ise sistem dengede değildir. Bu durumda sistemin dengeye ulaşması için K_{iyon}'un değerinin artması ve Kç'ye eşit olması gerekir. Bu durumda çözelti doymamıştır. İçinde biraz daha madde çözebiliriz.

ÖRNEK 4:

1 L $2x10^{-5}$ M $AgNO_3$ çözeltisi ile 1 L $4x10^{-6}$ M NaBr çözeltileri karıştırılıyor. AgBr için 25°C'ta çözünürlük çarpımı Kç = 5×10^{-13} olduğuna göre aynı sıcaklıkta bir çökelek oluşur mu?

ÇÖZÜM:

Çökelme olması için $K_{iyon} >$ Kç olmalıdır. O hâlde önce K_{iyon} değeri bulunmalıdır.

Ag^+ için; $M_1V_1 = M_2V_2$

$2 \times 10^{-5} \quad 1 = M_2 \times 2$

$M_2 = 1 \times 10^{-5}$ mol / L

$AgBr(k) \rightleftharpoons Ag^+$ (suda) + Br^- (suda)

$K_{iyon} = [Ag^+][Br^-]$

$K_{iyon} = [1 \times 10^{-5}][2 \times 10^{-6}]$

$K_{iyon} = 2 \times 10^{-11}$

Br^- için $M_1V_1 = M_2V_2$

$4 \times 10^{-6} \quad 1 = M_2 \times 2$

$M_2 = 2 \times 10^{-6}$ mol / L

$2 \times 10^{-11} > 5 \times 10^{-13} \Rightarrow K_{iyon} >$ Kç olduğundan AgBr çöker.

25°C'ta 200 mL 4×10^{-2} M $AgNO_3$ çözeltisiyle 200 mL 2×10^{-2} M NaCl çözeltisi karıştırılırsa bir çökme olur mu? (AgCl için 25°C'ta Kç = $1,6 \times 10^{-10}$)

Çözünürlük tipleri

a) AB gibi iki iyonlu tuzlarda çözünürlük

ÖRNEK 5:

$BaCO_3$'ın çözünürlük çarpımı 25°C'ta $1,6 \times 10^{-9}$ dur. Aynı sıcaklıkta 10 L doymuş $BaCO_3$ çözeltisinde kaç gram katı $BaCO_3$ çözünmüştür. ($BaCO_3$: 197)

$BaCO_3$'ın çözünürlüğü X mol/L kabul edilirse, çözeltide X mol/L Ba^{+2} ve X mol/L CO_3^{-2} iyonu meydana gelir.

$$BaCO_3\,(k) \rightleftharpoons Ba^{+2}\,(suda) + CO_3^{-2}\,(suda)$$
$$X\ mol/L \qquad X\ mol/L \qquad X\ mol/L$$

Çözeltideki iyon derişimleri çözünürlük bağıntısında yerine konulursa ,

$K_ç = [Ba^{+2}][CO_3^{-2}]$

$1{,}6x10^{-9} = (X)(X)$

$\sqrt{16x10^{-10}} = \sqrt{X^2}$

$4x10^{-5} = X$ $BaCO_3$'ın çözünürlüğü $X = 4x10^{-5}$ *M* olarak bulunur.

$M = \frac{n}{V}$ $\qquad$ $n = \frac{m}{M_A}$

$4x\ 10^{-5} = \frac{n}{10}$ $\qquad$ $4x10^{-4} = \frac{m}{197}$

$n = 4\ x\ 10^{-4}$ mol $\qquad$ $m = 788\ x\ 10^{-4}$ g

$m = 7{,}88\ x\ 10^{-2}$ g

b) A_2B veya AB_2 gibi üç iyonlu tuzlarda çözünürlük

ÖRNEK 6:

Oda sıcaklığında CaF_2'un çözünürlük çarpımı $K_ç = 3{,}2\ x\ 10^{-11}$ dir. Aynı sıcaklıkta CaF_2'ün çözünürlüğü kaç mol/ L dir?

CaF_2'un çözünürlüğü X mol / L alınırsa

$$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+}\,(suda) + 2F^{-}\,(suda)$$
$$X\ mol/L \qquad X\ mol/L \qquad 2X\ mol/L$$

$K_ç = [Ca^{+2}][F^{-}]^2$

$K_ç = (X)(2X)^2$

$32\ x\ 10^{-12} = 4X^3 \Rightarrow 8x10^{-12} = X^3$

$\Rightarrow \sqrt[3]{8x10^{-12}} = \sqrt[3]{X^3}$

$\Rightarrow$ CaF_2'ün çözünürlüğü $2\ x\ 10^{-4} = X$ olarak bulunur.

AB_3 bileşiğinin oda sıcaklığında çözünürlük çarpımı $4,32x10^{-18}$ olduğuna göre AB_3 bileşiğinin çözünürlüğü kaç mol / L dir?

Ortak iyon bulunduran çözücülerde çözünürlük

Bir katıyı, ortak iyon içeren bir çözeltide çözersek bu katının çözünürlüğünü hesaplarken ortak iyonun etkisinin dikkate alınması gerekir. Ortak iyonun derişimi ne kadar büyükse çözünürlük o kadar azalır.

Örneğin; 1 M NaCl çözeltisinde AgCl'ün çözünürlüğünü hesaplayalım.

(25°C'ta AgCl için Kç = $1,6x10^{-10}$)

NaCl çok çözünen bir madde olduğundan,

$NaCl(k) \rightarrow Na^{+1}(suda) + Cl^{-}(suda)$ şeklinde iyonlarına ayrılır.

$1M \qquad 1M \qquad 1M$

AgCl'ün NaCl çözeltisindeki çözünürlüğünü X mol/L olarak alırsak Ag^{+} ve Cl^{-} iyonlarının derişimleri X mol/L olur.

$AgCl(k) \rightleftharpoons Ag^{+}(suda) + Cl^{-}(suda)$

X mol/L $\qquad$ X mol/L $\qquad$ X mol/L

NaCl çözeltisinde, AgCl'ü çözmeden önce 1 mol/L Cl^{-} iyonu bulunmaktadır. Son durumda her ikisinin ortama vereceği toplam Cl^{-} iyonu derişimi (1+X) mol/L olur. Ag^{+1} iyonları sadece AgCl'ün çözünmesinden oluşacağından $[Ag^{+1}]$ = X mol/L olur.

AgCl'ün çözünmesinden gelen Cl^{-} iyonu derişimi çok küçük olduğundan, toplama işleminde büyük sayı yanında küçük sayı olan X ihmal edilir. Bu değerler çözünürlük bağıntısında yerine konulursa,

$$Kç = [Ag^{+1}]\,[Cl^{-1}] \Rightarrow 1,6 \times 10^{-10} = (X)\,(1+\overset{\text{ihmal}}{\cancel{X}})$$

X = $1,6x10^{-10}$ bulunur.

X, 1 *M* NaCl çözeltisindeki AgCl'ün çözünürlüğüdür.

ÖRNEK 7:

CaF_2'ün belli sıcaklıkta çözünürlük çarpımı Kç = 4 x10^{-12} dir Buna göre;

a) Saf sudaki

b) 0,1 *M* NaF çözeltisindeki çözünürlüğünü hesaplayınız.

a) $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2}$ (suda) + $2F^-$ (suda) CaF_2'ün çözünürlüğüne x *M* dersek

X *M* X *M* 2X *M* X *M* Ca^{+2} ve 2 X *M* F^{-1} iyonu oluşur.

$$Kç = [Ca^{+2}][F^-]^2$$

$$4 \times 10^{-12} = (X) \cdot (2X)^2 \Rightarrow 4 \times 10^{-12} = 4X^3$$

$$\Rightarrow \sqrt[3]{1 \times 10^{-12}} = \sqrt[3]{X^3}$$

$\Rightarrow$ CaF_2'ün sudaki çözünürlüğü 1×10^{-4} mol /L olarak bulunur.

b) NaF suda çok çözünen bir maddedir.

NaF (suda) $\rightarrow$ Na^{+1} (suda) + F^- (suda) şeklinde iyonlarına ayrılır.

0,1*M* 0,1*M* 0,1*M*

CaF_2(suda) $\rightleftharpoons$ Ca^{+2}(suda) + $2F^-$ (suda)

X *M* X *M* X *M*

CaF_2'ün çözünürlük bağıntısını yazıp iyon derişimlerini yerine koyarsak

$$Kç = [Ca^{+2}][F^-]^2$$

$$4 \times 10^{-12} = (X)\,(0,1 + 2X)^2$$

$$4 \times 10^{-12} = (X)\,(0,1)^2$$

$$X = \frac{4 \times 10^{-12}}{1 \times 10^{-2}} \Rightarrow CaF_2\text{'ün çözünürlüğü}$$

X = 4×10^{-10} mol/L olarak bulunur.

CaF_2'ün, NaF çözeltisindeki çözünürlüğünü X *M* alırsak X *M* Ca^{+2} ve 2X *M* F^- iyonları meydana gelir. NaF çözeltisinde 0,1 *M* F^- iyonlarının derişimi yanında az çözünen CaF_2'den gelen F^{-1} iyonlarının derişimi ihmal edilir.

CaF_2'ün 0,1 *M* NaF çözeltisindeki çözünürlüğü 4×10^{-10} mol/L'dir. Saf sudaki çözünürlük (1×10^{-4} mol/L), NaF çözeltisindeki çözünürlükten (4×10^{-10}) dan büyüktür.

3.9. SEÇİMLİ ÇÖKTÜRME

Bir çözeltide bulunan iyonlardan birini veya bir kaçını diğerlerini çözeltide bırakarak çöktürme işlemine seçimli çöktürme denir.

Örneğin Br^- ve I^- iyonlarının herbirinin derişimi $1x\ 10^{-2}$ M olan çözeltiye yavaş yavaş katı $AgNO_3$ ilâve ediliyor. Bu iyonların çökelme sırasını bulmaya çalışalım. (Belli bir sıcaklıkta AgBr için Kç= $5\ x10^{-13}$, AgI için Kç = $1,5\ x\ 10^{-16}$)

$AgBr\ (k) \rightleftharpoons Ag^{+1}\ (suda) + Br^-\ (suda)$

$Kç = [Ag^{+1}][Br^-]$

$5\ .\ 10^{-13} = [Ag^{+1}][1\ x\ 10^{-2}] \Rightarrow [Ag^{+1}] = 5\ x\ 10^{-11}$ mol /L

$AgI\ (k) \rightleftharpoons Ag^{+1}\ (suda) + I^-\ (suda)$

$Kç = [Ag^{+1}][I^-]$

$1,5\ x\ 10^{-16} = [Ag^{+1}][1\ x\ 10^{-2}] \Rightarrow [Ag^{+1}] = 1,5\ x10^{-14}$ mol/L

AgI'un çökmesi için gerekli olan $[Ag^+]$, AgBr'ün çökmesi için gerekli olan $[Ag^+]$ den daha az olduğu için önce AgI sonra AgBr çökelmeye başlar. Böylece AgI, AgBr'den ayrılmış olur.

ÖĞRENDİKLERİMİZİ PEKİŞTİRELİM

1. Aşağıdaki maddeler için çözünürlük denge bağıntılarını yazınız.

A) $Fe(OH)_3$ (k) B) $BaSO_4$ (k) C) CaF_2 (k) D) $Fe_2(CO_3)_3$ (k)

2. Belirli sıcaklıkta doymuş XY çözeltisindeki

$[X^{+1}] = 2x10^{-5}$ M dir. Buna göre XY'nin Kç değeri kaçtır?

3. Belli bir sıcaklıkta 400 cm^3 $2x10^{-3}$ M $AgNO_3$ ile 600 cm^3 $2x10^{-3}$ M NaCl çözeltileri karıştırıldığında AgCl çöker mi? (AgCl için Kç = $1,6x10^{-10}$)

4. Bir tuz için Kç = $[X^{+2}][Y^{-1}]^2$ eşitliği bilindiğine göre tuzun suda iyonlaşma denklemini yazınız.

5. Belli bir sıcaklıkta $CaSO_4$ için çözünürlük çarpımı Kç = $3,6x10^{-5}$ tir.

a) Aynı sıcaklıkta $CaSO_4$'ın sudaki çözünürlüğünü bulunuz.

b) 10 L suda kaç gram $CaSO_4$ çözünürse doymuş çözelti elde edilir? ($CaSO_4$: 136)

6. 25°C'ta 10 litre su içine 0,394 gram $BaCO_3$ (k) konularak karıştırılıyor. Kaç mol $BaCO_3$ çözünmeden kalır? (25°C'ta $BaCO_3$ için Kç = 1,6 x 10^{-9}, $BaCO_3$: 197)



ÖZET

- Bir maddenin başka bir madde içinde gözle görülmeyecek kadar küçük parçacıklar hâlinde dağılmasına çözünürlük, elde edilen karışıma da çözelti denir.
- Çay şekerinin veya yemek tuzunun suda çözünmesiyle elde edilen çözeltiler katı-sıvı çözeltilerdir.
- Katıların sıvılarda çözünme hızı, katının toz hâline getirilmesi ve çözeltinin karıştırılması ile artar.
- Bir sıvının başka bir sıvıda çözünmesi sıvıların türüne göre değişir.
- Düzensizlikte artma eğilimi katıların çözünmesinin lehinedir.
- Maddenin gaz hâli sıvı hâline göre daha düzensizdir. Bir gaz sıvıda çözündüğünde düzensizlik azalır. Düzensizliğe eğilim gazların çözünmesine engel olur.
- Genel olarak büyük moleküllerin (taneciklerin), küçük moleküllere (ya da iyonlara) parçalanması düzensizliği artırır.
- Çözeltiler elektrik akımını iletmelerine göre ikiye ayrılırlar.

  a) elektrolit çözeltiler b) elektrolit olmayan çözeltiler.
- Genel olarak asit, baz ve tuzların sulu çözeltileri elektrik akımını iletir. İletkenlik çözeltilerdeki iyon sayısı ile artar.
- Çözünürlük çarpımı Kç, her çözeltinin kendine özgü olan bir sabit sayıdır. Yalnız sıcaklıkla değişir.
- Katıların çözünürlüğü genellikle sıcaklıkla artar. Gazların çözünürlüğü ise sıcaklıkla azalır.
- İki veya daha fazla çözelti birbiri ile karıştırıldığında katı bir maddenin oluşması ve sıvı fazdan ayrılmasına çökelme, kabın dibindeki katı maddeye de çökelti denir.
- Bir katıyı, ortak iyon içeren bir çözeltide çözersek bu katının çözünürlüğü azalır. Bu duruma ortak iyon etkisi denir.
- Bir çözeltide bulunan iyonlardan birini veya bir kaçını diğerlerini çözeltide bırakarak çöktürme işlemine seçimli çöktürme denir.

TEST III

1. Sabit sıcaklıkta doymuş $CaSO_4$ çözeltisine bir miktar katı $CaSO_4$ ekleniyor. Bu durum için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Çözeltinin derişimi artar.
B) Kç değeri büyür
C) Çözeltinin öz kütlesi artar.
D) Denge bozulmaz.

2. XY_3 tuzunun çözünürlüğü 1×10^{-3} mol/L dir. Buna göre Kç değeri aşağıdakilerden hangisine eşittir?

A) 1×10^{-12}
B) 9×10^{-14}
C) 27×10^{-12}
D) 3×10^{-12}

3. Belli bir sıcaklıkta 10 L'lik doymuş $BaSO_4$ çözeltisini buharlaştırırsak kaç gram $BaSO_4$ kalır? ($Kç = 1 \times 10^{-10}$, $BaSO_4$: 233)

A) $2{,}33 \times 10^{-2}$ g
B) $2{,}33 \times 10^{-4}$ g
C) $4{,}66 \times 10^{-2}$ g
D) $4{,}66 \times 10^{-4}$ g

4. X_2Y_3 bileşiğinin çözünürlük çarpımı bağıntısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) $Kç = [X^{+3}]\,[Y^{-3}]$
B) $Kç = [2X^{+3}]\,[3Y^{-2}]$
C) $Kç = [X^{+3}]^2[Y^{-2}]^3$
D) $Kç = [X^{+2}]^3[Y^{-3}]^2$

5. Belli bir sıcaklıkta 1 L doymuş çözeltisini hazırlamak için kaç mol $PbBr_2$ gerekir? ($K_ç = 4 \times 10^{-6}$)

A) 1×10^{-2}
B) 1×10^{-3}
C) 1×10^{-4}
D) 1×10^{-6}

6. AgCl'ün 0,1 M NaCl çözeltisindeki çözünürlüğü aşağıdakilerden hangisidir? (AgCl için belli bir sıcaklıkta $K_ç = 1{,}7 \times 10^{-10}$)

A) $8{,}5 \times 10^{-9}$
B) $1{,}7 \times 10^{-9}$
C) $3{,}4 \times 10^{-9}$
D) $1{,}3 \times 10^{-10}$

7. Aynı sıcaklıkta çözünürlük çarpımları verilen aşağıdaki bileşiklerden hangisinin çözünürlüğü mol/L olarak en büyüktür?

	$K_ç$
A) CaF_2	4×10^{-11}
B) AgBr	7×10^{-13}
C) $SrCO_3$	$1{,}6 \times 10^{-9}$
D) PbI_2	$1{,}3 \times 10^{-8}$

8. Belli bir sıcaklıkta eşit hacimde 4×10^{-3} M KF çözeltisi ile $MgCl_2$ çözeltisi karıştırılıyor. Çökelmenin başlaması için $MgCl_2$ derişiminin hangi değerin üstünde olmalıdır? (MgF_2 için $K_ç = 6 \times 10^{-9}$)

A) 1×10^{-3}
B) 2×10^{-3}
C) 3×10^{-3}
D) 4×10^{-3}

9. Maksimum düzensizlik eğilimi aşağıdakilerden hangisinde tepkimenin ürünler tarafındadır?

A) Br_2 (s) $\rightleftharpoons$ Br_2 (k)

B) Ag^+ (suda) + Cl^- (suda) $\rightleftharpoons$ AgCl (k)

C) O_2 (g) $\rightleftharpoons$ O_2 (suda)

D) NaCl (k) $\rightleftharpoons$ Na^+ (suda) + Cl^- (suda)

10. Belli bir sıcaklıkta 1 L doymuş $CaCO_3$ çözeltisi $7x10^{-5}$ mol CO_3^{-2} içerdiğine göre $CaCO_3$ çözeltisinin Kç'si nedir?

A) $4,9 \times 10^{-9}$
B) 7×10^{-9}
C) $3,5 \times 10^{-9}$
D) $1,4 \times 10^{-9}$