

ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİ ($K_{\text{ç}}$)

Çözeltilerde denge, kimyasal denge ile ilgili genel ilkelerin çözeltilere uygulanışdır.

Bu nedenle çözeltilerdeki dengeyi iyi anlayabilmenin yolu kimyasal dengeyi iyi bilmeye bağlıdır.

Denge sabiti ancak, çok az çözünen iyonlu katılar için uygulanır.

$K_{\text{ç}}$: Az çözünen iyonlu katıların, doymuş çözeltisi içerisinde bulunan iyon derişimlerinin çarpımıdır.

$K_{\text{ç}}$ bir denge sabiti olduğundan yalnız sıcaklıkla değişir.

Genel olarak 1A grubunun tuzları, NH_4^+ ve NO_3^- li bileşikler suda çok iyi çözünür. Diğer tuzların suda iyi çözünüp çözünmediğini bilmemize gerek yoktur.

Bir tuzun $K_{\text{ç}}$ sinden bahsediliyorsa suda iyi çözünmediğini düşünebiliriz.

Mesela bir miktar su alınıp içerisine katı AgCl tuzundan azar azar eklediğimizde ilk başlarda çözündüğünü gözleriz. Bir süre sonra kabın dibinde AgCl katısının çözünmeden kaldığını görürüz. Bu noktadan sonra ne kadar AgCl eklersek ekleyelim hepsi kabın dibine çöker.

Örneğin 25 °C de 1 lt su en fazla $1,6 \cdot 10^{-5}$ mol AgCl çözebilir. 1 lt su için AgCl miktarı bundan fazla olursa geri kalan kısım dibe çöker.

İlk çökme olduktan sonra kimyasal olay durmuş değildir. Çözünme olayı yine sürer fakat çözünmüş olarak bulunan AgCl miktarı değişmez. Çünkü aynı süre içerisinde çökme olayı da devam etmektedir. Bu olay bize denge olayını hatırlatır.

ÇÖZÜNÜRLÜK

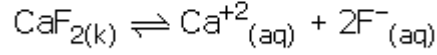
Belirli bir sıcaklıkta 1 lt çözelti içerisinde çözünmüş olan maksimum mol miktarına **çözünürlük** denir.

Bazı iyonlu bileşiklerin çözünürlük dengeleri ve $K_{\text{ç}}$ ifadeleri

Katıların denge sabiti ifadesinde yer almadığını hatırlayalım. Buna göre;



$$K_{\text{ç}} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$$



$$K_{\text{ç}} = [\text{Ca}^{+2}] \cdot [\text{F}^-]^2$$

ÇÖZÜNÜRLÜK İLE $K_{\text{ç}}$ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Çözünürlüğü verilen bir tuzun $K_{\text{ç}}$ sini, $K_{\text{ç}}$ si verilen bir tuzun çözünürlüğünü hesaplamak çok kolay bir işlemdir.

Çözünürlük dengesi sorularında, verilen veya sorulan tuzun iyon denklemini yazmak çok önemlidir.

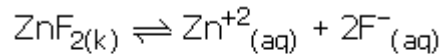
Örnek - 1

25 °C de ZnF_2 ün çözünürlüğü $2 \cdot 10^{-4}$ mol/l'tir.

Buna göre ZnF_2 nin $K_{\text{ç}}$ si kaçtır?

Çözüm

Önce iyon denklemini yazalım.



$$2 \cdot 10^{-4} \quad 2 \cdot 10^{-4} \quad 4 \cdot 10^{-4}$$

$$K_{\text{ç}} = [\text{Zn}^{+2}] \cdot [\text{F}^-]^2$$

$$K_{\text{ç}} = (2 \cdot 10^{-4}) \cdot (4 \cdot 10^{-4})^2$$

$$K_{\text{ç}} = 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ olarak hesaplanır.}$$

ÇÖZÜNÜRLÜĞE ORTAK İYON ETKİSİ

Suda az çözünen tuzlar, kendisiyle ortak iyon içeren çözeltilerde saf suya nazaran daha az çözünürler. Çözeltideki ortak iyonun derişimi ne kadar fazla ise çözünürlük o kadar küçük olur.

Ortak iyon çözünürlüğü azaltır.

Örnek olarak doymuş AgCl çözeltisine katı NaCl ilâve ederek, AgCl'nin çözünürlüğünün değişimini inceleyelim:

AgCl çözeltisine NaCl ilâve edildiğinde Cl^- iyonları derişimi artar, denge AgCl nin çökme lehine kayar, bir miktar AgCl çöker. Bu durumda AgCl nin çözünürlüğü saf sudakine nazaran azalmış olur.

Örnek - 2

10^{-2} M NaF çözeltisinde CaF_2 nin çözünürlüğü nedir?

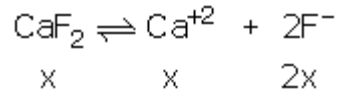
(CaF_2 nin çözünürlük çarpımı $4 \cdot 10^{-12}$ dir)

Çözüm



$$10^{-2} \text{ M} \quad 10^{-2} \text{ M} \quad 10^{-2} \text{ M}$$

CaF_2 nin çözünürlüğü x olsun.



$$K_{\text{ç}} = [\text{Ca}^{+2}] \cdot [\text{F}^-]^2$$

$$4 \cdot 10^{-12} = x \cdot (10^{-2} + 2x)^2$$

↓

Buradaki $2x$ ihmal edilebilir.

$x = 4 \cdot 10^{-8}$ M. olarak bulunur.

DOYMUŞLUK, DOYMAMIŞLIK ve ÇÖKELME

İki çözelti karıştırıldığında çözeltilerdeki iyonların birleşmesinden oluşan tuzlarla ilgili üç durum söz konusudur.

- Bir çözeltideki, iyonların konsantrasyonları çarpımı çözünürlük çarpımından küçük ise çözelti doymamıştır. Doygunluğa ulaşınca kadar daha tuz çözebilir.
- İyonların konsantrasyonları çarpımı çözünürlük çarpımına eşit ise çözelti doymuştur. Artık aynı tuzdan daha çözemez.
- İyonların konsantrasyonları çarpımı çözünürlük çarpımından büyükse çözelti doymuştur, dengesizdir, karıştırma veya çalkalama sonucunda çökme gözlenir.

Bunları, çözünürlük çarpımı ($K_{\text{ç}}$) ve iyonların konsantrasyonları çarpımı (K_{i}) olmak üzere aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz.

$K_{\text{ç}} > K_{\text{i}}$ Doymamıştır, çökme olmaz.

$K_{\text{ç}} = K_{\text{i}}$ Doymuştur, çökme olmaz.

$K_{\text{ç}} < K_{\text{i}}$ Doymuştur, çökme olur.

Örnek - 3

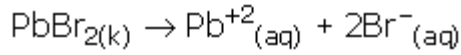
Eşit hacimlerde 0,04 M NaBr ile 0,02 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ çözeltileri karıştırılıyor.

PbBr_2 ün $K_{\text{ç}} = 4.10^{-15}$ ise;

- Çökme olur mu?
- Çökme denklemini yazınız?
- Son çözeltideki iyonların derişimlerini bulunuz?

Çözüm

a. K_c si verilen tuzun iyon denklemini yazalım.



Pb^{+2} iyonları $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ den, Br^{-} iyonları ise NaBr den gelmektedir. Hacim iki katına çıktığından yeni derişimleri

$$[\text{Pb}^{+2}] = \frac{0.02}{2} = 1.10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{Br}^{-}] = \frac{0.04}{2} = 2.10^{-2} \text{ M}$$

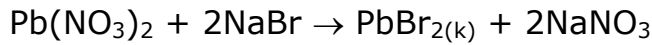
İyonlar çarpımını bulalım.

$$[\text{Pb}^{+2}] \cdot [\text{Br}^{-}]^2 = K_{\text{iyon}}$$

$$[1.10^{-2}] \cdot [2.10^{-2}]^2 = 4.10^{-6}$$

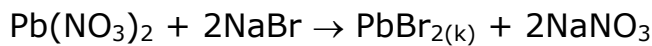
$K_i > K_c$ olduğundan çökme olacaktır.

b. Çöken tuz PbBr_2 dir. Çökme denklemi;



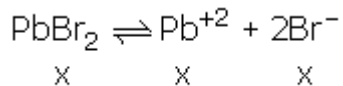
c. Çökme denklemine göre reaksiyona giren maddeler ve ortamda bulunması gereken iyonları hesaplayalım.

Hacimleri 1'er litre alırsak;



0,02 mol 0,04 mol

Denkleme göre artansız bir reaksiyon olur. Ancak çökme tamamlandıktan sonra ortamdaki iyonların çarpımı K_c ye eşit olmalıdır.



Diğer iyonlar ise çökmeye uğramamıştır fakat hacim değişiminden son derişimleri,

$$[\text{Na}^+] = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ M}$$

$$[\text{NO}_3^-] = \frac{0,02 \cdot 2}{2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M olur.}$$

SEÇİMLİ ÇÖKTÜRME

Bir çözelti içerisinde birden fazla tuz çözünmüş olarak bulunursa bu tuzları ayırmak için çözünürlüğü daha küçük olan tuzlar çöktürülerek bu işlem yapılabilir. Bu olaya seçimli çöktürme adı verilir.

Örnek olarak 0,01 M Cl^- iyonu ve 0,1 M Br^- iyonu içeren bir çözelti düşünelim. Bu iki iyonu birbirinden ayırmak için ortama azar azar Ag^+ iyonu ekleyelim. Hangi tuzun $K_{\text{ç}}$ sine ilk önce ulaşırsa (AgCl veya AgBr) o tuzun ilk önce çökeceğini söyleyebiliriz.