

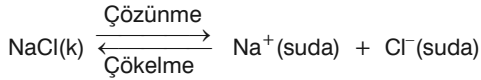


KİMYASAL TEPKİMELEDE DENGİ

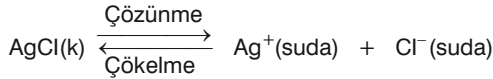
Çözünürlük Dengeleri

ÇÖZÜNME - ÇÖKELME DENGESİ

- Bazı mağaralarda oluşan sarkıt ve dikitler, çaydanlık diplerinde oluşan kireç tabakaları gerçekleşen çözünme – çökeltme tepkimelerinin bir sonucudur.
- Çözünme – çökeltme tepkimeleri bir denge olayıdır. Çözünen maddenin iyonları ile oluşan çökelek arasında bir denge vardır.
- Çözünme – çökeltme dengesi, çözeltinin doymuş olması durumunda oluşur. Yani doymuş çözeltinin derişimi, denge anındaki derişimdir.
- Katısı ile denge hâlinde olan çözeltilerde, çözünme ve çökeltme süreci gerçekte her iki yöne doğru gerçekte eşit hızda devam eder. Oluşan denge **heterojen** bir dengedir.

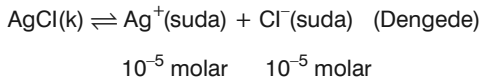


- Yukarıdaki NaCl tuzunun sudaki çözünürlüğü oldukça iyidir. Yani katısı ile dengedeki bir çözeltisinin hazırlanması için suda çözünmesi gereken miktar fazladır.
- Suda az çözünen tuzların katısıyla dengedeki çözeltilerinin oluşması daha kolaydır. Az çözünen AgCl tuzunun dinamik denge süreci aşağıdaki denklemde verilmiştir.

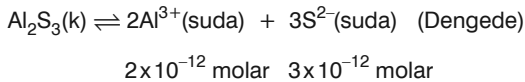


ÇÖZÜNÜRLÜK

- Doymuş bir çözeltinin molar derişimi (mol/L) **çözünürlük** olarak tanımlanır.



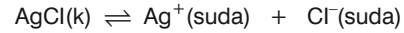
10⁻⁵ M Ag⁺ iyonu varsa doymuş çözeltinin derişimi 10⁻⁵ M dir. Doymuş çözelti dengesinde AgCl tuzunun çözünürlüğü 10⁻⁵ mol/L dir.



2x10⁻¹² M Al³⁺ iyonu varsa doymuş çözeltinin derişimi 10⁻¹² M dir. Doymuş çözelti dengesinde Al₂S₃ tuzunun çözünürlüğü 10⁻¹² mol/L dir.

ÇÖZÜNÜRLÜK VE ÇÖZÜNÜRLÜK ÇARPIMI (K_{çç})

- Suda az çözünen tuzların katısı ile dengede olan çözeltileri bulundukları sıcaklıktaki en derişik yani doymuş çözeltilerdir.
- Bu tür çözeltilerde fiziksel bir denge durumu söz konusudur ve her denge olayının bir denge sabiti ve denge bağıntısı vardır.



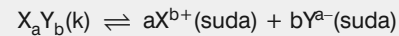
Yukarıdaki denge olayında denge bağıntısı K_c = [Ag⁺].[Cl⁻] şeklinde yazılır.

- Girenlerdeki madde katı hâlide olduğundan denge bağıntısında yer almaz.
- Çarpım durumunda olan iyon derişimleri doymuş çözeltideki derişimlerdir.
- Bu doymuş çözeltideki Ag⁺ ve Cl⁻ iyon derişimleri ayrı ayrı molar çözünürlük değerine eşittir. Denge bağıntısında bu çözünürlük değerlerinin katları ya da bağıntıya bağlı olarak üsleri çarpılmaktadır. Bu nedenle elde edilen **çözünürlük denge sabiti, çözünürlük çarpımı** olarak da adlandırılmaktadır.
- Çözünürlük çarpımı K_{çç} şeklinde gösterilir. Buna göre eşitlik aşağıdaki gibi yazılır.

FORMÜL

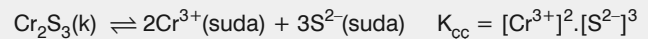
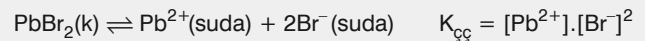
$$K_{\text{çç}} = [\text{Ag}^+].[\text{Cl}^-]$$

Çözünürlük çarpımı az çözünen tuzun formülüne bağlıdır.



genel çözünme tepkimesini kullanarak doymuş X_aY_b tuzu çözeltisinin denge bağıntısı aşağıdaki şekilde yazılır.

$$K_{\text{çç}} = [\text{X}^{b+}]^a \cdot [\text{Y}^{a-}]^b$$



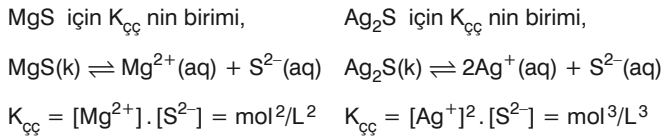


Çözünürlük Dengeleri

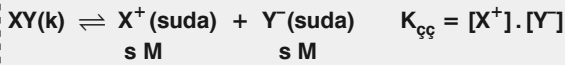
BİLGİ

Çözünürlük Çarpımı ($K_{çç}$)

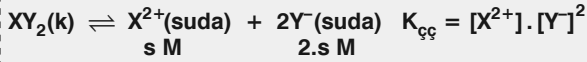
- Bir denge sabitidir ve sadece sıcaklıkla değişir.
- Suda az çözünen iyonik katılar için (genellikle tuzlar ve hidroksitli bazlar) kullanılır. Suda çok çözünen tuzlar için kullanılmaz.
- Birimi tuzun çözeltide oluşturacağı iyon sayısına göre değişiklik gösterir.



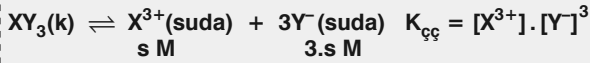
- Suda az çözünen katıların formülleri genellikle XY, XY_2 , X_2Y , XY_3 , X_3Y , X_2Y_3 , X_3Y_2 şeklindedir.
- Bu genel eşitliklerden yararlanılarak çözünürlük çarpımları ile molar çözünürlükler arasındaki bağıntılar yazılabilir.



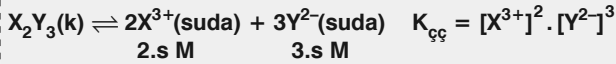
$$K_{çç} = [X^+] \cdot [Y^-] \Rightarrow K_{çç} = s \cdot s \Rightarrow K_{çç} = s^2$$



$$K_{çç} = [X^{2+}] \cdot [Y^-]^2 \Rightarrow K_{çç} = s \cdot (2s)^2 \Rightarrow K_{çç} = 4s^3$$



$$K_{çç} = [X^{3+}] \cdot [Y^-]^3 \Rightarrow K_{çç} = s \cdot (3s)^3 \Rightarrow K_{çç} = 27s^4$$



$$K_{çç} = [X^{3+}]^2 \cdot [Y^{2-}]^3 \Rightarrow K_{çç} = (2s)^2 \cdot (3s)^3 \Rightarrow K_{çç} = 108s^5$$

Yukarıdaki bağıntılarda $K_{çç}$ değerleri çözünürlük çarpımı, s değerleri ise katıların molar çözünürlüğüdür.

Örnek

t °C sıcaklıkta $K_{çç}$ değeri $3,6 \times 10^{-27}$ olan PbS tuzunun çözünürlüğü (mol/L) aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) 1×10^{-14} B) 4×10^{-14} C) 6×10^{-14} D) 6×10^{-28} E) 1×10^{-9}

Çözüm..

ÖSYM

Belirli bir sıcaklıkta demir(II) hidroksidin çözünürlük çarpımı $4,0 \times 10^{-15}$ tir.

Buna göre, verilen sıcaklıkta demir(II) hidroksidin sudaki çözünürlüğü kaç mol/L'dir?

- A) $2,0 \times 10^{-3}$ B) $1,0 \times 10^{-5}$ C) $2,4 \times 10^{-8}$
 D) $3,2 \times 10^{-11}$ E) $4,0 \times 10^{-15}$

Çözüm..

Örnek

t °C sıcaklıkta 1,75 g BaF_2 tuzuyla en fazla 5 L doymuş çözelti hazırlanabilmektedir.

Buna göre, BaF_2 tuzunun aynı sıcaklıktaki $K_{çç}$ değeri kaçtır?
 ($BaF_2 = 175$ g/mol)

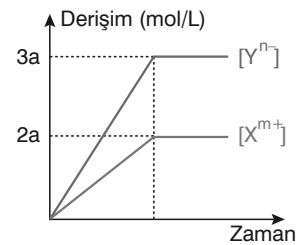
- A) $3,2 \times 10^{-8}$ B) $1,6 \times 10^{-12}$ C) 4×10^{-9}
 D) 2×10^{-10} E) $3,2 \times 10^{-10}$

Çözüm..

Örnek

Sabit sıcaklıkta bir tuzun suda çözünürken verdiği iyonların derişimi grafikteki gibi değişmektedir.

Tuzun çözünürlük çarpımı ($K_{çç}$) $1,08 \times 10^{-18}$ olduğuna göre çözünürlüğü kaç mol/L dir?



- A) 10^{-18} B) 10^{-16} C) 10^{-4} D) 2×10^{-4} E) 4×10^{-2}

Çözüm..

**Örnek**

30 °C de 10^{-6} mol AgI nin suya atılması sonucunda 100 L lik bir çözelti hazırlanmıştır.

Buna göre, oluşan doymuş çözeltinin dibinde kaç mol çözünmüş AgI katısı vardır? (AgI için $K_{çç} = 8,1 \times 10^{-17}$)

- A) 2×10^{-7} B) 10^{-7} C) 10^{-8} D) 3×10^{-7} E) 10^{-9}

Çözüm..**Örnek**

Sertlik derecesi 10 olan suyun litresi 10 miligram çözünmüş CaCO_3 içerdiğine göre, aynı sıcaklıkta doymuş CaCO_3 çözeltisinin sertlik derecesi kaç olur? ($\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol}$, $K_{çç} = 8,1 \times 10^{-9}$)

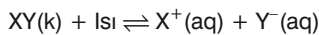
- A) 9 B) 13,5 C) 15 D) 18 E) 36

Çözüm..**ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER**

- ☞ Maddelerin çözünürlüğü; temel olarak maddenin cinsi, sıcaklık, gazlar için basınç ve ortak iyon derişimi gibi etkenlere bağlıdır.

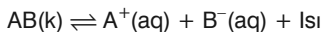
SICAKLIĞIN ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİSİ

- ☞ Çözünme olayı bir denge olayıdır ve sıcaklığın dengeye etkisi çözünme olayı için de geçerlidir.
- ☞ Çözünme olayı endotermik ise,



sıcaklık arttığında denge çözünme yönüne kayar ve çözünürlük artar. Bu durumda çözünürlük çarpımı da artar.

- ☞ Çözünme olayı ekzotermik ise,



sıcaklık arttığında denge çökme yönüne kayar ve çözünürlük azalır. Bu durumda çözünürlük çarpımı da azalır.

Örnek

XY tuzunun iki farklı sıcaklıktaki çözünürlük çarpımları verilmiştir.

$$50^\circ\text{C} \text{ deki } K_{çç} = 1,6 \times 10^{-5} \quad 10^\circ\text{C} \text{ deki } K_{çç} = 1 \times 10^{-10}$$

Buna göre;

- I. Çözünme tepkimesi,
 $XY(k) \rightleftharpoons X^{m+}(\text{suda}) + Y^{n-}(\text{suda}) + \text{ısı}$ şeklindedir.
- II. 50 °C deki doymuş çözeltisinin molar derişimi, 10 °C deki doymuş çözeltisinin molar derişiminin 400 katıdır.
- III. 50 °C deki 100 mL doymuş çözeltisinin sıcaklığı 10 °C ye kadar düşürülürse $3,9 \times 10^{-5}$ mol XY tuzu dibe çöker.

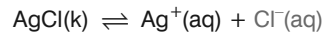
yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm..**ORTAK İYONUN ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİSİ**

İyonik bir katının saf sudaki çözünürlüğü, kendisinde bulunan bir iyonu içeren bir çözeltideki çözünürlüğünden daha büyüktür. Yani ortak iyonun varlığı çözünürlüğü azaltır.

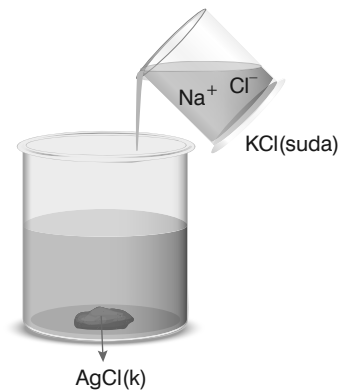
Katısı ile dengede olan AgCl çözeltisine, sabit sıcaklıkta NaCl çözeltisi eklenirse,

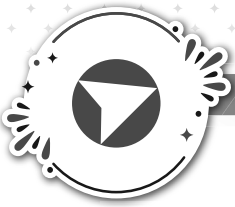


ortamdaki Cl^- derişimi artacağından,

- ☞ Denge sola kayar. Artan Cl^- derişimi bir miktar azalır. Ancak ilk denge durumunda-
kinden büyük olur.

- ☞ Çözeltideki Ag^+ derişimi azalır. Çözeltideki çözünmüş AgCl derişimi azaldığından çözünürlük azalır.





Çözünürlük Dengeleri

- Dipteki katı AgCl kütlesi artar.
- Sıcaklık sabit olduğundan $K_{çç}$ değişmez. $K_{çç} = [Ag^+].[Cl^-]$ eşitliğindeki Ag^+ derişimi azalırken, Cl^- derişimi artmıştır. Ancak $K_{çç}$ değişmemiştir.

1. Ortak iyon çözünürlüğü azalır.
2. Ortak iyonun derişimi arttıkça çözünürlük daha az olur.
3. Ortak iyon çözünürlük çarpımını ($K_{çç}$) değiştirmez.

Örnek

Katısıyla dengedeki $BaSO_4$ çözeltisine sabit sıcaklıkta bir miktar Na_2SO_4 katısı eklenip çözöldüğünde;

- I. $BaSO_4$ katı kütlesi artar.
- II. Çözeltideki Ba^{2+} iyon derişimi azalır.
- III. $BaSO_4$ ün $K_{çç}$ değeri küçölür.

yargılarından hangileri yanlıştır?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm..

ÖSYM

$1,0 \times 10^{-3}$ M NaCl çözeltisinin 1 litresinde kaç mol gümüş klorür (AgCl) çözünebilir? (AgCl için $K_{çç} = 1,6 \times 10^{-10}$)

- A) $1,6 \times 10^{-7}$ B) $1,3 \times 10^{-5}$ C) $1,0 \times 10^{-3}$
D) $1,6 \times 10^{-13}$ E) $4,0 \times 10^{-7}$

Çözüm..

ÖSYM

Demir(III) hidroksitin $2,0 \times 10^{-4}$ M NaOH çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/L'dir?

(25 °C'de demir(III) hidroksit için $K_{çç} = 4,0 \times 10^{-38}$ dir.)

- A) $2,0 \times 10^{-34}$ B) $1,0 \times 10^{-30}$ C) $5,0 \times 10^{-27}$
D) $2,5 \times 10^{-23}$ E) $1,0 \times 10^{-18}$

Çözüm..

ÖSYM

$CaSO_3$ suda az çözönen bir tuzdur ve çözönməsi ekzotermiktir.

Buna göre belirli sıcaklıkta $CaSO_3$ ün sudaki doyyun çözeltisine,

- I. aynı sıcaklıkta bir miktar $Ca(NO_3)_2$ ekleme,
- II. aynı sıcaklıkta bir miktar Na_2SO_3 ekleme,
- III. sıcaklığı düşürme

işlemlerinden hangilerinin tek başına yapılması, $CaSO_3$ ün çözünürlüğünün azalmasına neden olabilir?

(Na_2SO_3 ve $Ca(NO_3)_2$ suda tam olarak iyonlarına ayrılır.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

Çözüm..