

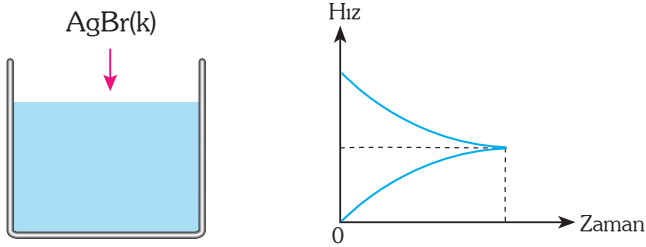


# **KİMYASAL TEPKİMELERDE DENGE**

## **3. Sulu Çözelti Dengeleri (Çözünme-Çökeltme)**

## ÇÖZÜNME - ÇÖKELME OLAYLARI

- Suda az çözünen tuzların oluşturduğu çözeltide kısa bir sürede doymunluk gerçekleşir ve çökme meydana gelir. Çözünme ve çökme hızı birbirine eşit olduğu anda kurulan dengeye çözünürlük dengesi denir.



- Bir çözünme ile ilgili olan denge sabitine **çözünürlük denge sabiti** ya da **çözünürlük çarpımı ( $K_{çç}$ )** denir.

## Örnek 1



## denge tepkimesi ile ilgili;

- Maksimum düzensizlik eğilimi çözünme lehinedir.
- Minimum enerji eğilimi girenler yönündedir.
- Çözünme ve çökme devam etmektedir.

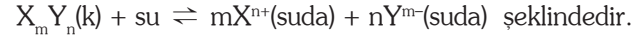
## yargılarından hangileri doğrudur

## Çözüm

## Örnek 2

 $X_m Y_n$  tuzunun katısı ile dengedeki çözeltisi ile ilgili;

## I. Çözünürlük dengesi



## II. Çözünürlük denge bağıntısı



## III. Heterojen fiziksel dengedir.

## yargılarından hangileri doğrudur

## Çözüm

## Örnek 3

Katı	Çözünürlük çarpımı bağıntısı
I. $\text{PbCl}_2$	$[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2$
II. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$[\text{Ca}^{2+}]^2 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]^3$
III. $\text{Ag}_2\text{S}$	$[\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}]$

## Yukarıdaki tuzlardan hangilerinin çözünürlük çarpımı bağıntısı doğru verilmiştir

## Çözüm

- Belirli bir sıcaklıkta 1 litre doymun çözeltide çözülmüş maddenin mol sayısına **molar** çözünürlük denir.

## Örnek 4

Çözünürlüğü  $1.10^{-5}$  mol/L olan  $\text{BaSO}_4$  tuzunun çözünürlük çarpımı ( $K_{çç}$ ) kaçtır

## Çözüm

**Örnek 5**

$MgF_2$  tuzunun çözünürlük çarpımı  $4 \cdot 10^{-9}$  olduğuna göre saf sudaki çözünürlüğü kaç molardır?

**Çözüm****Örnek 6**

Saf su ile hazırlanan doymuş  $Ag_2S$  çözeltisinde  $Ag^+$  iyonları derişimi  $2 \cdot 10^{-17} M$  olduğuna göre,  $Ag_2S$ 'nin çözünürlük çarpımı kaçtır?

**Çözüm****Örnek 7**

Belirli bir sıcaklıkta  $XY_3$  tuzunun çözünürlük çarpımı  $K_{çç} = 2,7 \cdot 10^{-19}$ 'dur.

Aynı sıcaklıkta 2 litre doymuş  $XY_3$  çözeltisi ile ilgili;

- Çözünürlüğü  $10^{-5}$  mol/L'dir.
- $2 \cdot 10^{-5}$  mol  $XY_3$  tuzu çözünmüştür.
- Toplam iyon derişimi  $4 \cdot 10^{-5} M$ 'dir.

yargılarından hangileri doğrudur

**Çözüm****Örnek 8**

500 mL doymuş  $PbI_2$  çözeltisinde  $I^-$  iyonları mol sayısı  $2 \cdot 10^{-11}$  olduğuna göre  $PbI_2$ 'nin;

I. Çözünürlüğü kaç mol/L'dir?

II. Çözünürlük çarpımı ( $K_{çç}$ ) kaçtır?

**Çözüm****Örnek 9**

$Ag_2CO_3$  doymuş çözeltisi ile ilgili;

- Çözünürlüğü  $8 \cdot 10^{-4}$  molardır.
- $CO_3^{2-}$  iyon derişimi tuzun molar çözünürlüğüne eşittir.
- Çözünürlük çarpımı birimi  $\left(\frac{mol}{L}\right)^3$ 'dür.

yargılarından hangileri doğrudur

( $Ag_2CO_3$  için  $K_{çç} = 3,2 \cdot 10^{-11}$ )

**Çözüm****Örnek 10**

$XY_3$  tuzunun t °C'de çözünürlüğü S mol/L'dir. Buna göre, katısı ile dengedeki  $XY_3$  çözeltisi ile ilgili;

- $K_{çç} = 27 \cdot S^3$  dir.
- $S = \sqrt[4]{\frac{K_{çç}}{27}}$  molardır.
- $XY_3$  derişimi sabittir.

yargılarından hangileri doğrudur

**Çözüm**

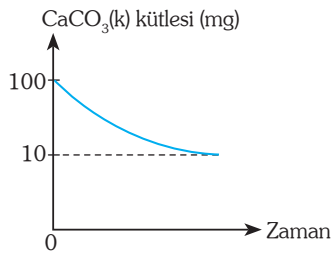


### Örnek 11

Belirli bir sıcaklıkta  $\text{Ca(OH)}_2$ 'nin doymuş çözeltisinin pOH değeri 2 olduğuna göre  $\text{Ca(OH)}_2$ 'nin saf sudaki çözünürlüğü ve çözünürlük çarpımı kaçtır?

### Çözüm

### Örnek 12



Belirli bir sıcaklıkta 10 litrelik  $\text{CaCO}_3$  çözeltisinin hazırlanması sırasındaki katı kütlesindeki değişim grafikte verilmiştir.

Buna göre  $\text{CaCO}_3$ 'ün;

- Çözünürlüğü kaç g/L dir?
- Çözünürlüğü kaç molardır?
- Çözünürlük çarpımı kaçtır? ( $\text{CaCO}_3 : 100 \text{ g/mol}$ )

### Çözüm

### Örnek 13

Kurşun (II) sülfat tuzunun oda sıcaklığında çözünürlük çarpımı  $1 \cdot 10^{-8}$ 'dir.

Buna göre oda sıcaklığında arı su ile hazırlanmış 100 litre doymuş kurşun (II) sülfat çözeltisi ile ilgili;

- 3,03 gram tuz çözünmüştür.
- Toplam iyon mol sayısı  $2 \cdot 10^{-4}$ 'dür.
- Kurşun iyonları derişimi sülfat iyonları derişiminin iki katıdır.

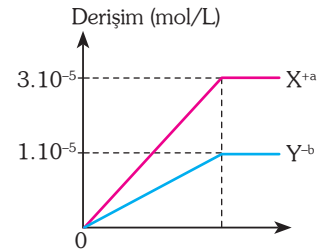
yargularından hangileri doğrudur?

(Kurşun (II) sülfat'ın mol kütlesi 303 g/mol'dür.)

### Çözüm

### Örnek 14

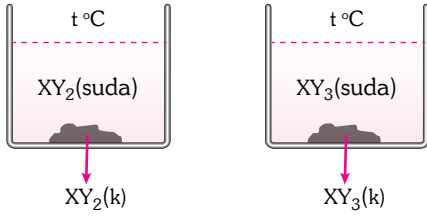
Bir katının t °C'de suda çözünmesi sırasında suya verdiği iyonların derişimlerinin zamanla değişimi grafikteki gibidir.



Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Tuzun formülü nedir?
- Çözünürlüğü kaç molardır?
- Çözünürlük çarpımı kaçtır?

### Çözüm

**Örnek 15**

Katısı ile dengede olan yukarıdaki çözeltilerin  $Y^-$  iyon derişimleri eşittir.

**Buna göre;**

- I. Toplam iyon derişimleri  $XY_2 > XY_3$  'dür.
- II.  $XY_3$  'nin çözünürlüğü daha büyüktür.
- III. Çözünen madde miktarı  $XY_2$  çözeltisinde daha fazladır.

**yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?**

**Çözüm****Örnek 16**

$Co(OH)_3$  katısının çözünürlük çarpımı  $2,7 \cdot 10^{-43}$  'tür.

**$2 \cdot 10^{-10}$  mol  $Co(OH)_3$  çözünerek hazırlanmış doymuş çözelti ile ilgili;**

- I. Çözünürlüğü  $1 \cdot 10^{-11}$  molardır.
- II. Hacmi 20 litredir.
- III.  $OH^-$  iyonları derişimi tuzun molar çözünürlüğüne eşittir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

**Çözüm****Örnek 17**

$CaSO_4$  tuzun çözünürlük çarpımı  $1 \cdot 10^{-6}$  'dır. 2 gram  $CaSO_4$  katısı kullanılarak 10 litre doymuş çözelti hazırlanıyor.

**Buna göre kaç gram  $CaSO_4$  çözünmeden kalır?**  
( $CaSO_4$ : 136 g/mol)

**Çözüm****Örnek 18**

$X_2CO_3$  2,76 mg çözünerek 100 mL doymuş çözelti hazırlanıyor.

**Buna göre X'in mol kütlesi kaçtır?**

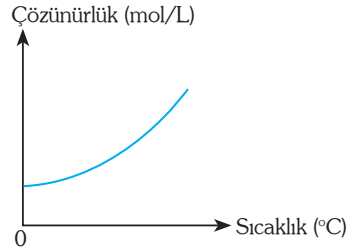
(C : 12, O : 16,  $X_2CO_3$  için  $K_{çç} = 3,2 \cdot 10^{-11}$ )

**Çözüm**



## ÇÖZÜNÜRLÜĞE SICAKLIK ETKİSİ

- Katıların sudaki çözünürlüğü sıcaklık arttıkça genellikle artar. Bazı katıların çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalır.
- $XY(k) + ısı \rightleftharpoons X^+(suda) + Y^-(suda)$
- Çözünürlüğü endotermik olan katısı ile dengedeki XY çözeltisinin sıcaklığını artıralım.



Denge yönü : .....

Çözünürlük : .....

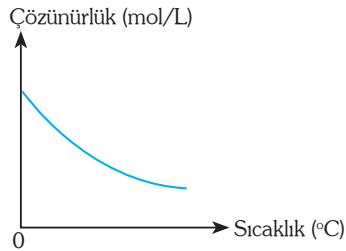
X<sup>+</sup> ve Y<sup>-</sup> iyon derişimleri: .....

Kaptaki katı kütlesi : .....

Çözünürlük çarpımı(K<sub>çç</sub>) : .....

- $AB(k) \rightleftharpoons A^+(suda) + B^-(suda) + ısı$

- Çözünürlüğü ekzotermik olan katısı ile dengedeki AB çözeltisinin sıcaklığını artıralım.



Denge yönü : .....

Çözünürlük : .....

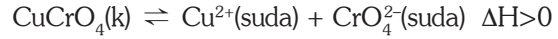
A<sup>+</sup> ve B<sup>-</sup> iyon derişimleri: .....

Kaptaki katı kütlesi : .....

Çözünürlük çarpımı(K<sub>çç</sub>) : .....

## Örnek 19

Çözünme denklemi



şeklinde olan katısı ile dengedeki CuCrO<sub>4</sub> çözeltisinin sıcaklığı artırılıyor.

**Buna göre;**

- Çözelti kütlesi değişmez.
- Çözünürlük artar.
- Çözünürlük çarpımı azalır.
- Çözünme hızı artar.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

## Çözüm

## Örnek 20



**Çözünme denklemi verilen AgOH'in katısı ile dengedeki çözeltisi ile ilgili;**

- Çözelti soğutulursa katı kütlesi artar.
- Sıcaklık arttıkça çözünürlük ve K<sub>çç</sub> değeri artar.
- Sıcaklık azaltılırsa çözeltinin pH değeri azalır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

## Çözüm

**Örnek 21**

**Çözünürlük çarpımı  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de  $4 \cdot 10^{-8}$ ,  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  de  $1 \cdot 10^{-8}$  olan  $\text{AB}_2$  tuzu ile ilgili;**

- I. Çözünürlüğü ekzotermiktir.
- II. Suda çözünürken çözelti sıcaklığı artar.
- III.  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 1 litre doymuş çözeltisi  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ısıtıldığında  $3 \cdot 10^{-8}$  mol  $\text{AB}_2$  katısı dibe çöker.

**yargılardan hangileri doğrudur?**

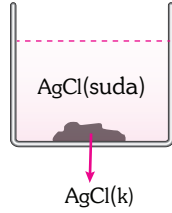
**Çözüm****Örnek 22**

Kaptaki çözeltiye katının bir kısmını çözecek kadar sabit sıcaklıkta su ekleniyor.

**Buna göre;**

- I. Çözünürlük
- II. Çözünürlük çarpımı ( $K_{çc}$ )
- III.  $\text{Ag}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları mol sayısı
- IV.  $\text{Ag}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları derişimi

**nicelikleri nasıl değişir?**

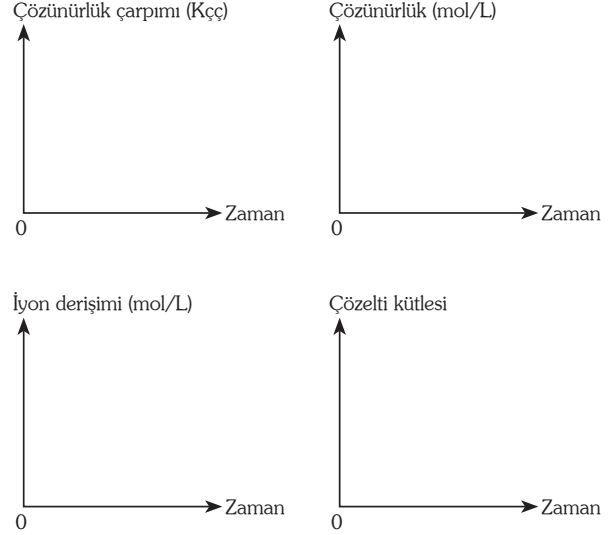
**Çözüm**

KimyaÖzel

**Örnek 23**

Doymamış  $\text{PbF}_2$  çözeltisine sabit sıcaklıkta  $\text{PbF}_2$  katısı ilave edilip çözelti doymun hale getiriliyor.

**Buna göre bu olaya ait aşağıdaki grafikleri çiziniz.**

**Çözüm****Örnek 24**

**Çözünürlüğü endotermik olan doymamış  $\text{BaCO}_3$  çözeltisi ile ilgili;**

- I.  $\text{Ba}^{2+}$  ve  $\text{CO}_3^{2-}$  iyonlarının molar derişimleri çarpımı  $K_{çc}$  değerine eşittir.
- II. Çözelti ısıtılırsa tuzun çözünürlüğü ve kütlece % derişimi artar.
- III. Sabit sıcaklıkta bir miktar daha  $\text{BaCO}_3$  katısı eklenirse tuzun çözünürlüğü değişmez.

**yargılardan hangileri doğrudur?**

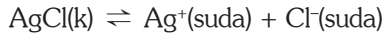
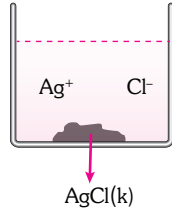
(Isıtma sırasındaki buharlaşma ihmal edilecektir.)

**Çözüm**

## ÇÖZÜNÜRLÜĞE ORTAK İYON ETKİSİ

- Az çözünen iyonik bir bileşiğin ortak iyon içeren bir çözeltideki çözünürlüğü saf sudaki çözünürlüğüne göre daha azdır. Buna **ortak iyon etkisi** denir. Ortak iyon etkisi suda az çözünen bileşiklerin çözünürlüğünü azaltır.

Örneğin AgCl tuzunun doymuş sulu çözeltisine sabit sıcaklıkta NaCl katısı ilave edelim.



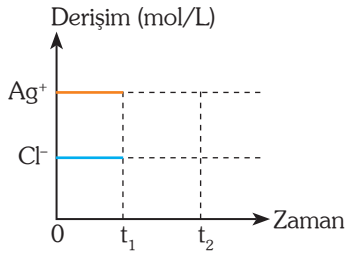
Denge yönü : .....

Ag<sup>+</sup> iyonu derişimi : .....

Cl<sup>-</sup> iyonu derişimi : .....

AgCl'nin çözünürlüğü : .....

AgCl'nin K<sub>çç</sub> değeri : .....



### Örnek 25

Dipte katısı olmayan doymuş MgCO<sub>3</sub> çözeltisine sabit sıcaklıkta Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> tuzu ilave ediliyor.

**Buna göre;**

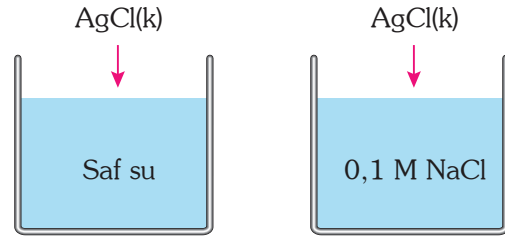
- I. Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> çözünenmeden dibe çöker.
- II. MgCO<sub>3</sub> katısı oluşur.
- III. Mg<sup>2+</sup> iyon derişimi artar.
- IV. MgCO<sub>3</sub>'ün çözünürlüğü azalır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

### Çözüm

## Ortak iyon içeren Çözeltilerde Hesaplamalar

### Örnek 26



**AgCl tuzunun aynı sıcaklıkta saf sudaki ve 0,1 M NaCl çözeltisindeki çözünürlüğü kaçtır?**

(AgCl için K<sub>çç</sub> = 1.10<sup>-10</sup>)

### Çözüm

### Örnek 27

**CaF<sub>2</sub>'nin çözünürlük çarpımı 4.10<sup>-8</sup>'dir. Buna göre, CaF<sub>2</sub> katısı aynı sıcaklıkta 0,01 M NaF çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/L'dir?**

### Çözüm

### Örnek 28

**Demir (III) hidroksitin 1.10<sup>-4</sup> M KOH çözeltisindeki çözünürlüğü kaçtır?**

(Demir (III) hidroksit için K<sub>çç</sub> = 4.10<sup>-38</sup> dir.)

### Çözüm



**Örnek 29**

$\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 'ün saf sudaki çözünürlüğü  $2 \cdot 10^{-6}$  M'dir.  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 'ün 0,2 M  $\text{AgNO}_3$  çözeltisindeki çözünürlüğü kaç  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 'dir?

**Çözüm****Örnek 30**

$\text{CuBr}$ 'nin oda koşullarında 0,01 M  $\text{CuNO}_3$  çözeltisindeki çözünürlüğü  $4 \cdot 10^{-6}$  M olduğuna göre;

- I.  $\text{CuBr}$ 'nin çözünürlük çarpımı ( $K_{\text{çç}}$ ) kaçtır?
- II.  $\text{CuBr}$ 'nin saf sudaki çözünürlüğü kaç molardır?

**Çözüm****Örnek 31**

0,5 M  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  çözeltisinde  $\text{CaSO}_4$ 'ün çözünürlüğü  $5 \cdot 10^{-5}$  M'dir.

Buna göre;

- I.  $\text{CaSO}_4$ 'ün çözünürlük çarpımı ( $K_{\text{çç}}$ ) kaçtır?
- II.  $\text{CaSO}_4$ 'ün saf sudaki çözünürlüğü kaç  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 'dir?

**Çözüm****Örnek 32**

$\text{Mg}(\text{OH})_2$ 'nin  $\text{pH} = 12$  olan bir çözeltideki çözünürlüğü  $9 \cdot 10^{-8}$  molar olduğuna göre  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 'nin çözünürlük çarpımı ( $K_{\text{çç}}$ ) kaçtır?

**Çözüm****Örnek 33**

- I. Saf su
- II. 0,1 M  $\text{NaBr}$  çözeltisi
- III. 0,1 M  $\text{CaBr}_2$  çözeltisi

Aynı sıcaklıkta bulunan yukarıdaki sıvılarda  $\text{AgBr}$ 'nin çözünürlüklerini karşılaştırınız.

**Çözüm**



### Örnek 34

BaSO<sub>4</sub>'ün suda çözünmesi endotermiktir.

**Buna göre, BaSO<sub>4</sub>'ün aşağıdaki çözeltilerdeki çözünürlüklerini karşılaştırınız?**

- I. 20 °C de 0,05 M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- II. 20 °C de 0,1 M Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
- III. 30 °C de 0,05 M Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

### Çözüm

### Örnek 35

20 °C de 2n mol çözülmüş XY tuzu içeren 500 mL doymuş çözeltilerin sıcaklığı 50 °C'ye çıkarıldığında  $\frac{n}{2}$  mol XY tuzu çöküyor.

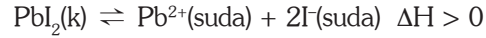
**Buna göre;**

- I. Çözünme denklemi  
 $XY(k) + ısı \rightleftharpoons X^{a+}(suda) + Y^{a-}(suda)$  şeklindedir.
- II. 25 °C de K<sub>çç</sub> değeri 16.n<sup>2</sup>'dir.
- III. 50 °C de çözünürlüğü 3.n molaradır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

### Çözüm

### Örnek 36



**Suda çözünme denklemi verilen katısı ile dengedeki PbI<sub>2</sub> çözeltisine yapılan işlemlere ait tabloyu doldurunuz.**

	İşlem	Değişim
Sıcaklığı düşürmek	Katı kütlesi	
	Çözünürlük	
	K <sub>çç</sub>	
Katının bir kısmını çözecek kadar saf su eklemek	Pb <sup>2+</sup> derişimi	
	Çözünürlük	
	K <sub>çç</sub>	
Sabit sıcaklıkta NaI katısı eklemek	Pb <sup>2+</sup> derişimi	
	I <sup>-</sup> derişimi	
	Çözünürlük	
	K <sub>çç</sub>	