

Sulu Çözeltiler ve Kimyasal Denge

Sulu Çözeltiler

Çözelti:

iki veya daha fazla maddenin meydana getirdiği homojen karışımdır.

çözücü,

çözünen

Kütlece fazla olan (veya çözme işlemini yapan) bileşene **çözücü** denir.

Kütlece daha az olan (çözücü içinde dağılan) bileşene **çözünen** denir

nonelectrolyte

Sulu Çözeltileri elektriği iletmeyen maddeler

Elektrolit:

suda çözüldüğü zaman iyonlarına ayrışan ve elektriği ileten maddelere elektrolit denir

Kuvvetli elektrolit.

Zayıf Elektrolit

Suda tamamen iyonlaşan bileşikler

suda iyonlarına kısmen ayrılan bileşikler

Çözünürlük Kuralları

çözünen

çözünmeyen

1A grup bileşikleri (Na, K, Li,) ve NH_4^+ bileşikleri suda tamamen çözünür.
 NO_3^- (Nitrat), CHCOO^- (asetat), ClO_4^- (perklorat) bileşikleri suda tamamen çözünür.
 Cl^- Bileşikleri (AgCl , Hg_2Cl_2 , PbCl_2) hariç suda çözünür
 SO_4^{2-} (Sr SO_4 , Ca SO_4 , Ba SO_4 , Pb SO_4 hariç) suda çözünür.

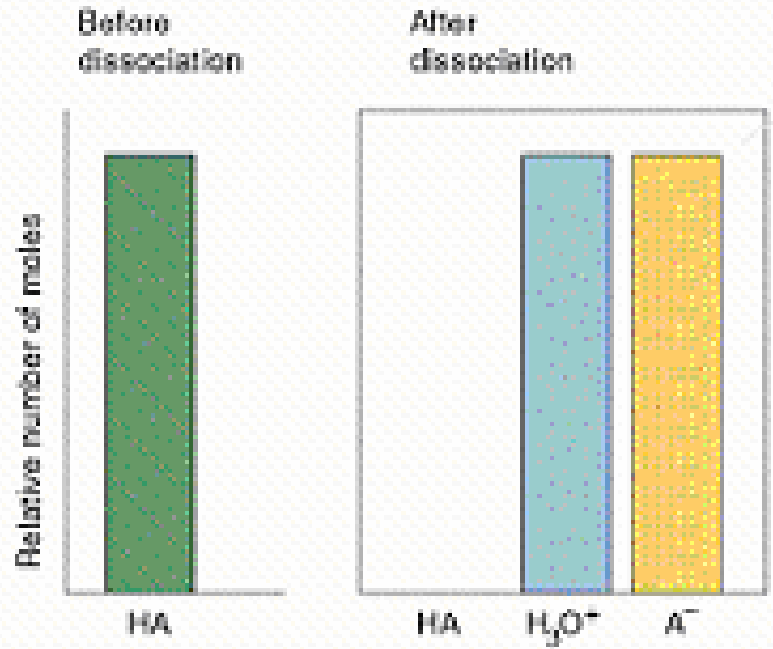
OH^- 1.grup bileşikleri (Na, K, Li,) ve NH_4^+ Ba(OH)_2 Sr(OH)_3 Ca(OH)_2 hariç suda çözünmez.
 S^{2-} 1.grup bileşikleri (Na, K, Li,) NH_4^+ hariç suda çözünmez.
 CO_3^{2-} 1.grup bileşikleri (Na, K, Li,) ve NH_4^+ hariç suda çözünmez.
 PO_4^{3-} 1.grup bileşikleri (Na, K, Li,) ve NH_4^+ hariç suda çözünmez.-

Cl^- , Br^- , I^- SO_4^{2-}
 Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ NH_4^+
 NO_3^- ClO_4^- CH_3CO_2^-

CO_3^{2-} , PO_4^{3-}
 HO^- , S^{2-}

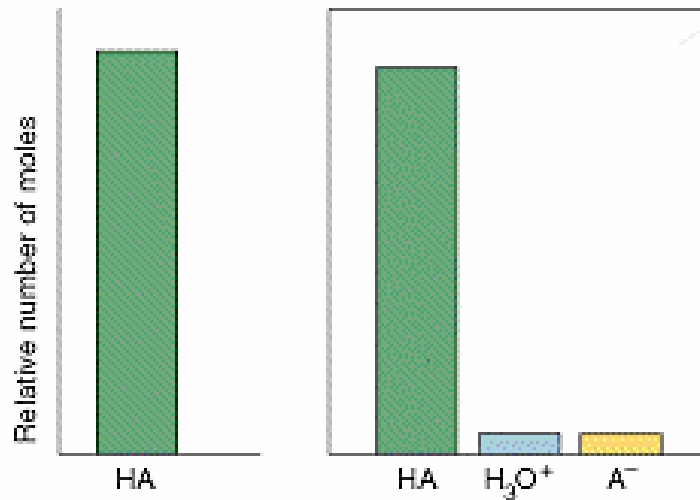
Kuvvetli elektrolit.

Suda tamamen iyonlaşan bileşikler



Zayıf Elektrolit

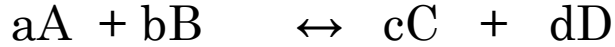
suda iyonlarına kısmen ayrılan bileşikler



SULU ÇÖZELTİ KİMYASI

Kimyasal Denge

Bir kimyasal reaksiyonda, reaktiflerin ve ürünlerin konsantrasyonlarının oranlarının sabit kaldığı duruma kimyasal denge denir.



$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad K \text{ birimsizdir.}$$

Denge sabitinin değeri sıcaklığa bağlıdır.

Denge sabiti ifadesinde saf sıvı ve saf katılarla çözücülerin konsantrasyonu sabit olduğundan yazılmaz.

<i>Reaksiyon</i>	<i>Denge İfadesi</i>	<i>Denge tipi</i>
$N_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]}$	
$2H_2O(s) \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$	$K_{su} = [H_3O^+][OH^-]$	Suyun İyonlaşması
$CaCO_{3(k)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(suda)} + CO_3^{2-}_{(suda)}$	$K_{\text{çç}} = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$	Bir tuzun suda çözünmesi
$CH_3COOH_{(s)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(suda)} + CH_3COO^-_{(suda)}$	$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$	Zayıf Asit ve Zayıf bazların İyonlaşması
$Ni^{2+}_{(suda)} + 4CN^-_{(suda)} \rightleftharpoons Ni(CN)_4^{2-}_{(suda)}$	$\beta_4 = \frac{[Ni(CN)_4^{2-}]}{[Ni^{2+}][CN^-]^4}$	Kompleks Oluşumu
$I_2(suda) \leftrightarrow I_2(org)$	$K_d = \frac{[I_2]_{org}}{[I_2]_{suda}}$	Dağılma dengesi

Asit ve Bazlar

Asit

Ekşi tatları vardır
Metalleri ve Karbonat tuzlarını çözerler
Turnusol kağıdını kırmızıya çevirirler

Baz

Acı tatları vardır
Kayganlık hissi verirler
Metal iyonları ile Çökelti verirler
Turnusol kağıdı maviye çevirirler.

Asit- Baz Tanımları

Arrhenius Asit-Baz Tanımı Base (1884)

Brønsted-Lowry Asit-Baz Tanımı (1923)

Lewis asit-baz Tanımı :

Asit- Baz Tanımları

Arrhenius Asit-Baz Tanımı (1884)

Hidrojen içeren ve Suda çözüldüğünde H^+ iyonu oluşturan maddelere Asit denir.

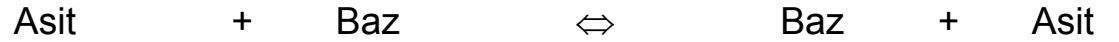


OH iyonu içeren ve suda çözüldüğünde OH^- iyonu oluşturan maddelere Baz denir.



Brønsted-Lowry Asit-Baz Tanımı (1923)

H⁺ iyonu verme eğiliminde olan maddelere asit denir..



H⁺ iyonu alma eğiliminde olan maddelere baz denir..

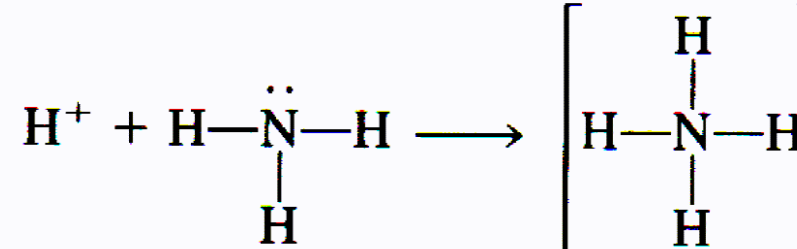
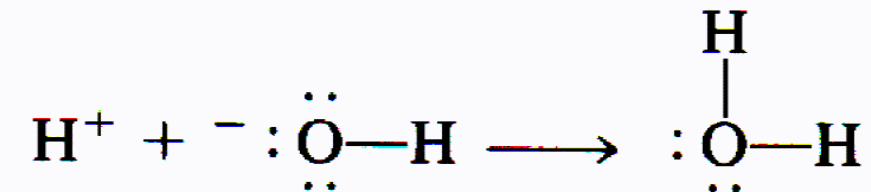


Konjuge Asit ve Baz çiftleri



Lewis asit-baz Tanımı :

Baz elektron çifti veren tür, Asit ise elektron çifti alan maddedir



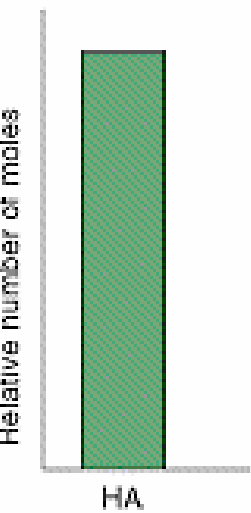
Nötralleşme.	Bir asit ile bazın reaksiyona girerek birbirlerinin asit ve bazlığını nötrleştirmesidir.
$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$	Reaksiyon sonucunda su ve tuz adı verilen iyonik bileşik oluşur

Asit ve bazların Kuvvetliliği

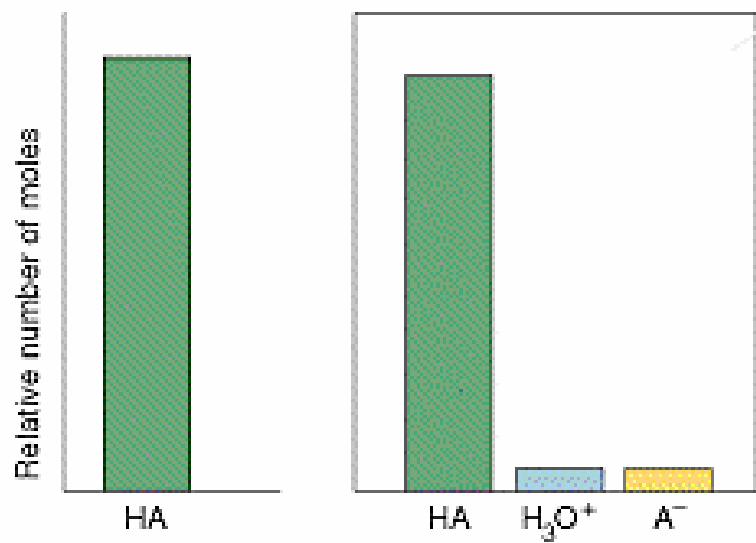
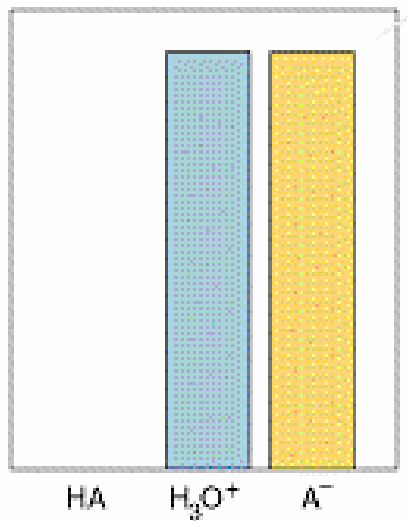
Elektrolit	Suda (ve bazı çözücülerde) çözüldüğü zaman iyonlaşarak elektriği ileten çözeltilere elektrolit denir. Kuvvetli elektrolitler bir çözücüde tamamen, zayıf elektrolitler kısmen iyonlaşır.
-------------------	--

<i>Kuvvetli Asit</i>	<i>Zayıf Asitler</i>	<i>Kuvvetli baz</i>	<i>Zayıf baz</i>
Suda tamamen iyonlaşan asitlere kuvvetli asit denir.	Suda kısmen iyonlaşan asitlere zayıf asit denir	Suda tamamen iyonlaşan bazlar kuvvetli bazdır	Suda kısmen iyonlaşan bazlara zayıf baz denir
$\text{HCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$	$\text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	$\text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$
HCl, HBr, ve HI HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , HClO ₄ gibi Oksiasitler	HF . HCN , H ₂ S HClO, HNO ₂ , ve H ₃ PO ₄ Organik asitler (RCOOH), CH ₃ COOH C ₆ H ₅ COOH	M ₂ O or MOH, M= 1A(1) metalleri (Li, Na, K, Rb, Cs) MO or M(OH) ₂ , M = Group 2A metalleri (Ca, Sr, Ba) [MgO and Mg(OH) ₂	Amonyak (:NH ₃) Aminler (RNH ₂ , R ₂ NH, R ₃ N), CH ₃ CH ₂ NH ₂ , (CH ₃) ₂ NH, (C ₃ H ₇) ₃ N, C ₅ H ₅ N

Strong acid dissociation



Strong acid dissociation



pH	Hidrojen iyonu konsantrasyonunun eksi logaritmasıdır. (logaritma on tabanına göre)
	$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \qquad \text{pH} = -\log [\text{H}^+]$
pOH	$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$
	$\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad < \text{---} > \quad \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
	$K[\text{H}_2\text{O}]^2 = K_{\text{su}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (25^\circ\text{C})$
	<i>Saf suda Hidronyum iyonu ve hidroksil iyonu konsantrasyonları eşittir.</i> <i>$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} (25^\circ\text{C})$</i>
<i>pH = 7.00</i>	<i>nötr çözeltiler</i>
<i>pH < 7.00</i>	<i>asidik çözeltiler</i>
<i>pH > 7.00</i>	<i>Bazik çözeltiler</i>

pH Hesaplamaları

Kuvvetli Asit ve Bazlarda

Kuvvetli Asitlerde pH direkt kuvvetli asitten gelen H^+ iyonu konsantrasyonu kullanarak hesaplanır.

Burada suyun iyonlaşmasından gelen H^+ ve OH^- iyonları ihmal edilir.

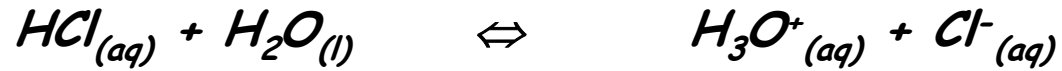
Zayıf Asit ve Bazlarda

Zayıf Asit ve bazlarda Asitlik veya Bazlık denge sabiti kullanılır

Burada suyun iyonlaşmasından gelen H^+ ve OH^- iyonları duruma göre ihmal edilir veya edilmez.

Kuvvetli Asit ve Bazlarda

Kuvvetli Asitlerde pH direkt kuvvetli asitten gelen H⁺ iyonu konsantrasyonu kullanarak hesaplanır. Burada suyun iyonlaşmasından gelen H⁺ ve OH⁻ iyonları ihmal edilir.



$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

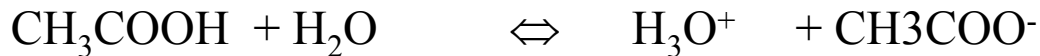
Zayıf Asit ve Bazlarda

Zayıf Asit ve bazlarda Asitlik veya Bazlık denge sabiti kullanılır



$$K_a = \frac{[H_3O^+] [A^-]}{[HA]}$$

$$[H^+] = (K_a \cdot [HA])^{1/2}$$



$$K_a = \frac{[H_3O^+] [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

Soru: $10^{-2} M$ hydronium iyonu içeren çözeltinin pH ı nedir ?

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = (-1)\log 10^{-2} = (-)(-2) = 2$$

soru : 25°C deki $0.0024 M$ hidroklorik asit çözeltisinin $[\text{H}_3\text{O}^+]$, pH, pOH ını hesaplayınız.

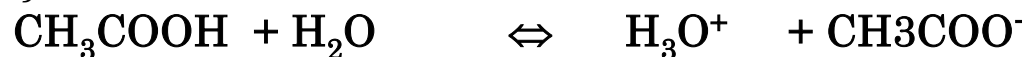
soru : $0.125 M \text{CH}_3\text{COOH}$ çözeltisinin H^+ konsantrasyonunu ve pHını hesaplayınız.

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$

soru : 0.125 M CH₃COOH çözeltisinin H⁺ konsantrasyonunu ve pH'ını hesaplayınız.

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$

Çözüm:



Concentration (M)	CH ₃ COOH	+ H ₂ O	⇌	H ₃ O ⁺	+ CH ₃ COO ⁻
Initial	0.125	----		0	0
Change	-x	----		+x	+x
Equilibrium	0.125 - x	----		x	x

$$K_a = \frac{x \cdot x}{0.125 - x}$$

Kabul $0.125 - x = 0.125$

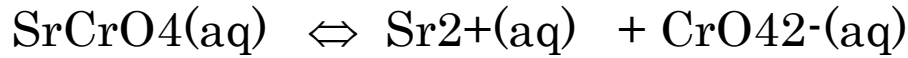
$$x^2 = 2.25 \times 10^{-5} \quad x = 1.5 \times 10^{-3} \quad \text{pH} = 2.82$$

- Soru: 10^{-8} M HCl çözeltisinin pH ını hesaplayınız. $K_{su} = 1 \times 10^{-14}$

Çözünürlük Çarpımı Sabiti

Alkali metallerin bileşikleri suda çözünür, ancak bir çok bileşik suda az çözünür.

Suda az çözünen bileşikler için çözünürlük çarpımı sabit sıcaklıkta doygun çözeltide iyon konsantrasyonları çarpımına eşittir.



$$K_{\text{çç}} = [\text{Sr}^{2+}] [\text{CrO}_4^{2-}]$$

Soru: aşağıdaki şıklarda meydana gelecek reaksiyonları aıklayınız

- Na_2CO_3 ve CaCl_2 bileşikleri suda özölüp karıştırıldığında
- CuSO_4 ve NaNO_3 bileşikleri suda özölüp karıştırıldığında

Çözünürlük Kuralları

çözünen

çözünmeyen

1A grup bileşikleri (Na, K, Li,) ve NH_4^+ bileşikleri suda tamamen çözünür.
 NO_3^- (Nitrat), CHCOO^- (asetat), ClO_4^- (perklorat) bileşikleri suda tamamen çözünür.
 Cl^- Bileşikleri (AgCl , Hg_2Cl_2 , PbCl_2) hariç suda çözünür
 SO_4^{2-} (Sr SO_4 , Ca SO_4 , Ba SO_4 , Pb SO_4 hariç) suda çözünür.

OH^- 1.grup bileşikleri (Na, K, Li,) ve NH_4^+ Ba(OH)_2 Sr(OH)_3 Ca(OH)_2 hariç suda çözünmez.
 S^{2-} 1.grup bileşikleri (Na, K, Li,) NH_4^+ hariç suda çözünmez.
 CO_3^{2-} 1.grup bileşikleri (Na, K, Li,) ve NH_4^+ hariç suda çözünmez.
 PO_4^{3-} 1.grup bileşikleri (Na, K, Li,) ve NH_4^+ hariç suda çözünmez.-

Cl^- , Br^- , I^- SO_4^{2-}
 Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ NH_4^+
 NO_3^- ClO_4^- CH_3CO_2^-

CO_3^{2-} , PO_4^{3-}
 HO^- , S^{2-}

Çözünürlük Dengesi	K _{çç}	Çözünürlük Dengesi	K _{çç}
$\text{Al(OH)}_3 \Leftrightarrow \text{Al}^{3+} + \text{OH}^-$	1.3×10^{-33}	$\text{ZnS} \Leftrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-}$	1.6×10^{-24}
$\text{BaCO}_3 \Leftrightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	5.1×10^{-9}	$\text{MgCO}_3 \Leftrightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$	3.5×10^{-8}
$\text{PbCl}_2 \Leftrightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^-$	1.6×10^{-5}	$\text{AgCl} \Leftrightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$	1.8×10^{-10}

soru: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, Ag_2CrO_4 , CaF_2 , PbSO_4 bileşikleri için çözünürlük çarpımı ifadesini yazınız.

Soru: katı baryum sülfat 25°C de saf suda bir kaç gün çalkalanarak bekletiliyor. Doymuş çözelti dengesinde $1.04 \times 10^{-5}\text{M}$ Ba^{2+} , olduğuna göre BaSO_4 için $K_{\text{çç}}$ yi hesaplayınız.

soru: CaF_2 için 3.9×10^{-11} , olduğuna göre CaF_2 in suda ki çözünürlüğünü mol/L cinsinden hesaplayınız

Ortak İyon etkisi

Az çözünen bir bileşğin çözünürlüğü, dengede bulunan iyonlardan birinin eklenmesiyle azalır.

soru: Ag_2SO_4 çözünürlüğünü $1.0 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$ varlığında hesaplayınız.
 Ag_2SO_4 için $K_{\text{çç}} = 1.4 \times 10^{-5}$

Çözünürlük çarpımı ve çökelti oluşumu

$Q_{iç}$ iyonlar çarpımı herhangi bir anda çözeltide bulunan iyonların konsantrasyonlarının çarpımıdır

$$Q_{iç} < K_{sp}$$

çökme olmaz

$$Q_{iç} = K_{sp}$$

doygun çözelti

$$Q_{iç} > K_{sp}$$

aşırı doygun çözelti çökme olur.

Seçimli Çöktürme

Soru : 0.10 M AgNO_3 çözeltisi $[\text{CrO}_4^{2-}] = 0.010\text{M}$ ve $[\text{Br}^-] = 0.10\text{M}$ içeren çözeltiye yavaş yavaş ekleniyor.

(Ag_2CrO_4 için $K_{\text{çç}} = 1.4 \times 10^{-5}$, AgBr için $K_{\text{çç}} = 5.0 \times 10^{-13}$)

a. AgBr (s) veya Ag_2CrO_4 (s) hangisi çöker

b. Ag_2CrO_4 çökmeye başladığı anda çözeltide kalan $[\text{Br}^-]$ konsantrasyonu nedir.

c. Br^- ve CrO_4^{2-} birbirinden çöktürülerek ayrılabilir mi?

İyonik Dengelere Elektrolitlerin Etkisi

İyonik türleri içeren dengeler çözeltilerdeki tüm iyonlardan (eklenen elektrolitlerden) etkilenir. Bunun nedeni elektrolit iyonları ile dengede yer alan iyonlar arasındaki elektrostatik çekme ve itme kuvvetleridir.

Az çözünen tuzların sudaki çözünürlüğü, ortak iyon içermeyen elektrolit eklenmesi sonucu artar.

İyonik Şiddet:

çözeltilerdeki iyonların toplam konsantrasyonlarının ölçüsüdür

$$\mu = \frac{1}{2} \sum M_1 Z_1^2 + M_2 Z_2^2 + \dots + M_n Z_n^2$$

Z_x = X türünün yükü

μ = çözeltinin iyonik şiddeti

M_x = X türünün molar konsantrasyonu

soru: 0.1 M Na₂SO₄ ve 0.1 M NaCl içeren çözeltinin iyonik şiddetini hesaplayınız.

Aktivite Katsayıları

Çözeltilerde iyonik şiddet artıkça iyonların etkin konsantrasyonu azalır.. Bir dengede yer alan iyonik türlerin belirli iyonik şiddetteki etkin konsantrasyonunu ifade etmek için aktivite terimi kullanılır.

$$a_x = \gamma_x [X]$$

a_x = X türünün aktivitesi

γ_x = aktivite katsayısı birimsizdir.

$[X]$ = X türünün molar konsantrasyonu

Aktivite katsayısının özellikleri ve hesaplanması

Aktivite katsayısı çok seyreltik çözeltilerde 1 ' e eşit olur.

Yüksüz bir molekülün aktivite katsayısı iyonik şiddet ne olursa olsun yaklaşık 1 dir.

Aktivite katsayısı elektrolitin cinsine değil iyonik şiddete bağlıdır.

Belirli iyonik şiddette, iyonik türlerin yükü arttıkça aktivite katsayısı 1 den uzaklaşır.

$$-\log \gamma_x = \frac{0.51 Z_x^2 (\mu)^{1/2}}{1 + 3.3 \alpha_x (\mu)^{1/2}}$$

γ_x = aktivite katsayısı

Z_x = X türünün yükü

μ = çözeltinin iyonik şiddeti

α_x = hidratize X iyonunun nanometre cinsinden etkin çapı

Denge sabiti ve Çözünürlük çarpımı hesaplarında molar konsantrasyonların kullanılması daha doğrudur. Türlerin Aktivitesinin kullanıldığı denge sabitine termodinamik denge sabiti, çözünürlük çarpımına da termodinamik çözünürlük çarpımı denir.

A_mB_n şeklinde bir çökelek için

$$K_{\text{çç}} = a_A^m a_B^n = \gamma_A^m \gamma_B^n [A]^m [B]^n = \gamma_A^m \gamma_B^n K'_{\text{çç}}$$

Soru: CaF_2 ile doymuş 0.0125 M MgSO_4 çözeltisindeki Ca^{2+} konsantrasyonunu hesaplayınız.

