

ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİ (Kçç)

ÇÖZELTİLERDE ÇÖZÜNME VE ÇÖKELME OLAYLARI



Çözeltiler doymuşluklarına göre üçe ayrılırlar:

- 1- Doymamış çözeltiler:** Belirli bir sıcaklıkta ve basınçta çözebileceğinden daha az miktarda maddeyi çözmüş durumdaki çözeltilerdir.
- 2- Doymuş çözeltiler:** Belirli bir sıcaklıkta ve basınçta çözebileceği en çok miktarda maddeyi çözmüş durumdaki çözeltilerdir.
- 3- Aşırı doymuş çözeltiler:** Belirli bir sıcaklıkta ve basınçta çözebileceğinden daha fazla miktarda maddeyi çözmüş durumdaki çözeltilerdir. Aşırı doymuş çözelti bekletilirse çözünenin fazlası çöker ve doymuş çözelti oluşur. Bu çözeltiler sıcaklık değiştirilerek hazırlanır.

Örnek: 25°C'de 100 gram suda en çok 30 gram X katısı çözünebilir. Buna göre; 25°C'de aşağıda verilen çözeltilerin doymuşlukları için ne söylenebilir?

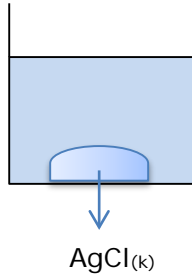
- a) 50 gram su + 12 gram X katısı
 - b) 150 gram su + 45 gram X katısı
 - c) 250 gram su + 100 gram X katısı
- Aşırı doymuş çözeltinin fazla miktarda çözdüğü maddeyi kristal halinde çöktürmek için o maddenin küçük bir kristalinin çözeltiye atılmasına **aşılama** denir.
 - Bu sayede çözünmüş bir katının çözeltiden ayrılması ve kristal oluşturması işlemine **kristallenme** denir.

TUZLARIN ÇÖZÜNME – ÇÖKELME ŞARTLARI

Bir maddenin belli bir sıcaklık ve basınçta belli bir çözücüde çözünebilir maksimum miktarına **o maddenin çözünürlüğü** denir.

Çözünürlük, çözücü içindeki maddenin doymuşluk oranını verir.

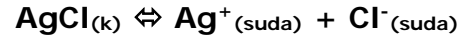
Çözünürlük Dengesi: Katı bir maddenin sıvı bir çözücüdeki doymun çözeltilisinde, o katının çözünme ve çökme hızının eşit olduğu dinamik denge anıdır.



Doymun AgCl çözeltisi



Böyle bir ortamda AgCl'nin suda çözünme ve çökme hızları eşittir. Denge sağlanmıştır.



Çözünürlük Çarpımı: Özellikle suda az çözünen tuzlar için kullanılan ve bu tuzların doymun çözeltililerindeki denge sabitine verilen addır.

✓ $X_a Y_b(k) \rightleftharpoons aX^{+b}_{(suda)} + bY^{-a}_{(suda)}$ tepkimesi için,

$$K_c = K_{çç} = [X^{+b}]^a [Y^{-a}]^b$$

$X_a Y_b$ tuzunun çözünürlük denge bağıntısı =

$K_{çç}$ (Çözünürlük çarpımı)

DOYMUŞLUK – DOYMAMIŞLIK VE ÇÖKELME

Bir çözünme – çökme tepkimesinde, çökme durumunun olup olmayacağı çöken maddenin iyon derişimlerinin çarpımı (Q) ile belirlenir.

$Q = K_{çç} \rightarrow$ Çözelti doymuştur. Çözünme – çökme dengesi oluşmuştur.

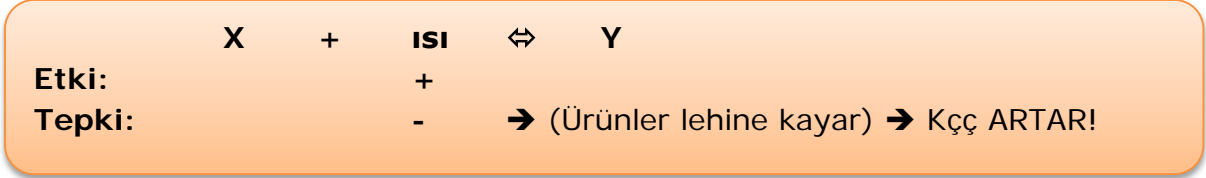
$Q < K_{çç} \rightarrow$ Çözelti doymamıştır (Çökme yoktur). Dengeye ulaşıncaya kadar biraz daha katı madde çözünmesi gerekir.

$Q > K_{çç} \rightarrow$ Çözelti aşırı doymuştur. Dengeye gelmek için bir miktar katı madde dibe çöker.

ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

1- **SICAKLIK:** Birçok katının suda çözünmesi endotermik iken, bazı katıların suda çözünmeleri ekzotermiktir.

- Suda **endotermik** çözünen katılar için; **sıcaklık artarsa çözünürlük artar** (daha fazla madde çözünür).



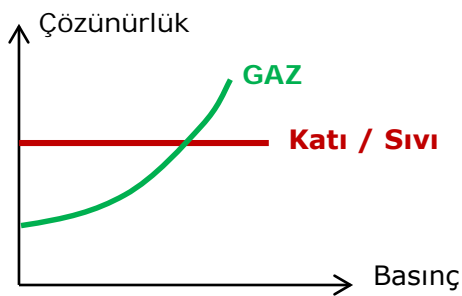
- Suda **ekzotermik** çözünen katılar için; **sıcaklık artarsa çözünürlük azalır** (daha az madde çözünür).



- Gazlarda ise çözünürlük sıcaklıkla DAİMA TERS ORANTILIDIR. Çünkü BÜTÜN GAZLARIN SUDA ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ EKZOTERMİKTİR.

2- **BASINÇ:** Basınç katı ve sıvıların çözünürlüğüne etki etmez (Yani etkisi yok denecek kadar azdır).

Basınç; gazların çözünürlüğünü ise önemli ölçüde artırır.



Bir gazın bir sıvı içindeki çözünürlüğü Henry Kanunu ile ifade edilir:

$$S = k_H \cdot P$$



S: Çözünen gazın molar derişimi (M)

k_H : Henry sabiti (sıcaklığa ve gazın cinsine bağlıdır)

P: Çözelti üzerindeki gaz basıncı (atm)

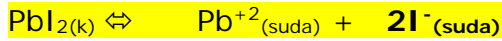
↗ Yüksek basınçta CO₂ gazı suda daha iyi çözüneceğinden; asitli içeceklerin şişelenmesi yüksek basınç altında yapılır.
Şişenin kapağı açıldığında şişe içinde basınç aniden azaldığı için hafif bir patlama ve gaz çıkışı gözlenir. Bu da azalan basınç sebebiyle daha önce suda çözülmüş haldeki gazın sudan ayrılarak şişeden çıktığını gösterir.

↗ **Aklimatizasyon:** Dağcıların yükseklere çıkarken ve oradan inerken, belirli yüksekliklerde bir süre kamp yaparak vücutlarını dış basınca alıştırmaya yarar.

↗ **Vurgun Olayı:** Havadan solunan N₂ gazı dalgıçlar denizin derinliklerine indiklerinde yüksek basınçtan dolayı kanlarında fazla miktarda çözünür. Eğer dalgıç dipten yüzeye hızlı bir şekilde çıkarsa N₂ gazı kandan ayrılarak damarlarda baloncuk oluşturur. Bu da kan dolaşım sistemini olumsuz etkiler ve vurgun (felç) durumu ortaya çıkar.
Bu duruma gelen dalgıçlar eğer yaşıyorlarsa; basınç odalarında damarlarındaki N₂ gazını atıncaya kadar bekletilirler.

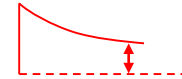
3- ORTAK İYON ETKİSİ: Ortak iyon maddelerin çözünürlüklerini azaltır.

Örnek: Suda az çözünen PbI₂ katısının doymuş çözeltisine bir miktar KI katısı veya çözeltisi eklenirse;



- Ortak iyon
- KI'daki I⁻ iyonundan dolayı derişimi artar.
→ Tepkime girenler yönüne kayar.

Sonuç: I⁻ iyonu derişimi başlangıca göre artar.



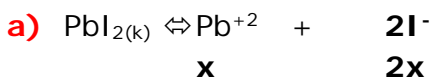
Pb²⁺ iyonu derişimi azalır.

Daha fazla katı PbI₂ oluşur. Yani; PbI₂'nin çözünürlüğü azalır.

Örnek: PbI₂ katısının oda sıcaklığında,

- Saf sudaki çözünürlüğü kaç M'dir?
- 0,1 M KI çözeltisindeki çözünürlüğü kaç M'dir?

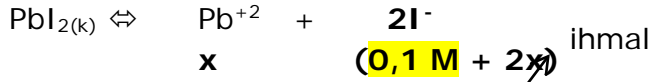
(PbI₂ için K_{çç} = 1,4.10⁻⁸)



$$K_{çç} = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^{-}]^2$$

$$1,4 \cdot 10^{-8} = x \cdot (2x)^2 \rightarrow x = 8,4 \cdot 10^{-5} \text{ M (çözünürlük)}$$

b) 0,1 M KI çözeltisinde $[I^-] = 0,1 M$



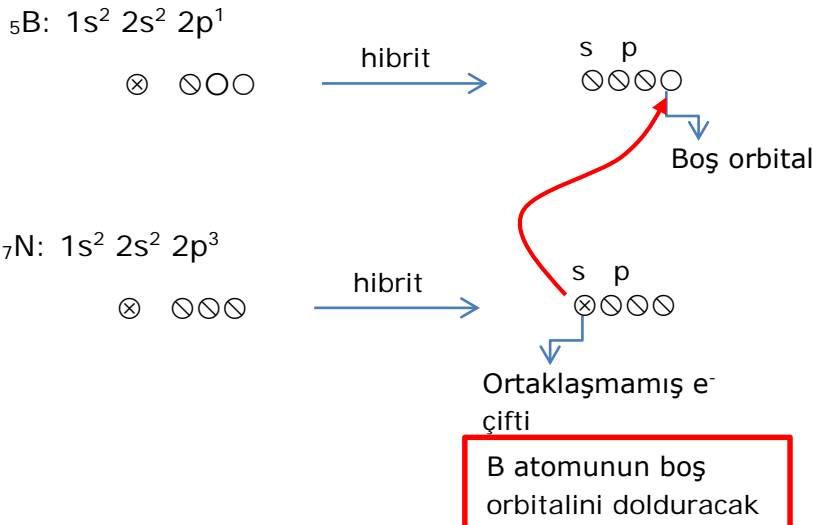
$$K_{çç} = [Pb^{+2}][I^-]^2$$
$$1,4 \cdot 10^{-8} = x \cdot (0,1)^2 \quad \rightarrow x = 1,4 \cdot 10^{-6} M \text{ (çözünürlük)}$$

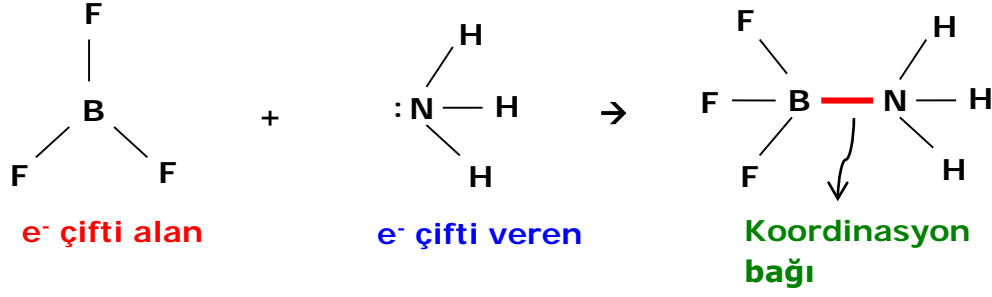
NOT: Görüldüğü üzere PbI_2 katısının ortak iyon içeren KI çözeltisindeki çözünürlüğü saf sudaki çözünürlüğünden daha küçüktür.

KOMPLEKS OLUŞMA VE AYRIŞMA DENGELERİ

- ★ Metal + Ametal = İyonik Bağ (e^- alışverişi)
- ★ Ametal + Ametal = Kovalent Bağ (e^- ortaklaşması)
- ★ Ortaklaşmamış e^- çifti bulunan + Ortaklaşmamış e^- çifti bulunmayan = Koordinasyon Bağ (Orbital örtüşmesi)

Örnek: $BF_3 + NH_3 \rightarrow BF_3NH_3$





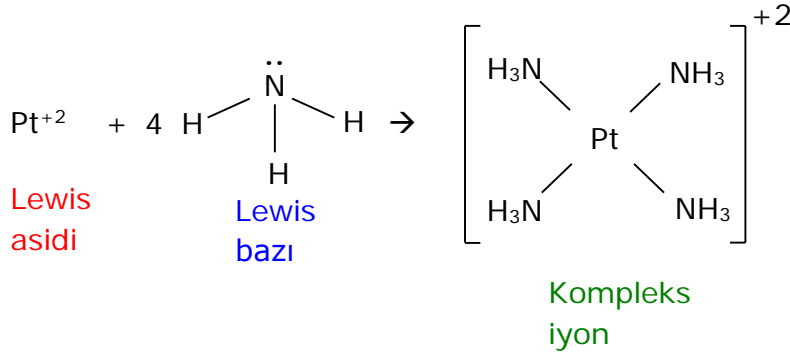
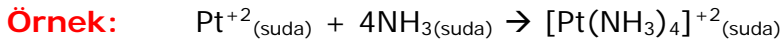
LEWIS ASİT – BAZ TANIMI

ASİT: e⁻ çifti alan madde (BF₃)

BAZ: e⁻ çifti veren madde (NH₃)

Koordinasyon bağı, metal iyonları ile ortaklaşmamış e⁻ çifti bulunan moleküller arasında da oluşabilir.

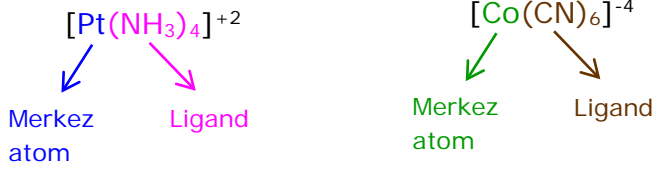
Bu şekilde elde edilen yapıya koordinasyon *bileşiği (iyonu)* ya da *kompleks bileşik (iyon)* denir.



Lewis asidi Lewis bazı



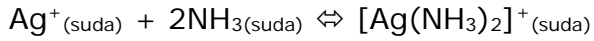
Örnek:



Soru: Aşağıdaki kompleks iyonların merkez atom ve ligandlarını belirtiniz.

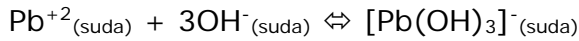
- a) $[ZnCl_4]^{-2}$
- b) $[Cr(NH_3)_4CO_3]^+$
- c) $[Fe(SCN)]^{+2}$
- d) $[Co(NH_3)_2(NO_2)_4]^-$
- e) $[Fe(CN)_6]^{-4}$

KOMPLEKSLERİN OLUŞUM SABİTLERİ VE KARARLILIKLARI



$K_{çç} = K_{OL}$ (Oluşum sabiti)

$$K_{OL} = \frac{[Ag(NH_3)_2]^+}{[Ag^+][NH_3]^2} = 1,6 \cdot 10^7$$



$$K_{OL} = \frac{[Pb(OH)_3]^-}{[Pb^{+2}][OH^-]^3} = 3,8 \cdot 10^{14}$$



K_{OL} ne kadar büyükse,

- Kompleks o kadar kararlıdır.
- Oluşumu o kadar kolay ya da istemlidir.

→ Bu durumda yukarıdaki komplekslerden $[Pb(OH)_3]^-$ daha kararlıdır ve daha kolay oluşur.

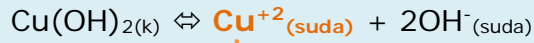
KOMPLEKS OLUŞUMUNUN ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİSİ



Kompleks bileşikler/iyonlar suda az çözünen katıların çözünürlüklerini arttırmaları.

Örnek: $\text{Cu}(\text{OH})_2$ katısı,

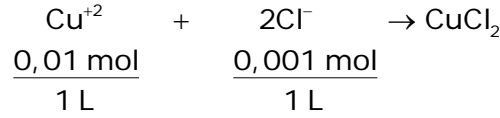
- Suda az çözünür.
- Yapısındaki Cu^{+2} iyonu ortaklaşmamış e^- çifti bulunan ligandlarla kompleks oluşturabilir, böylelikle suda daha çok çözünür.



Bu iyon bir ligand ile kompleks oluşturunca derişimi azalır.

Denge ürünlerine (çözünme yönüne) kayar.
Yani $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 'nin sudaki çözünürlüğü artar.

Örnek 1: 0,01 mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ve 0,001 mol NaCl tuzları 1 L'lik saf suda çözünmek istenirse çökme olur mu? (CuCl_2 için $K_{çç} = 1,8 \cdot 10^{-10}$)



$$Q = [\text{Cu}^{+2}][\text{Cl}^-]^2$$

$$Q = (0,01)(0,001)^2$$

$$Q = 10^{-8} > K_{çç} = 1,8 \cdot 10^{-10} \rightarrow \text{ÇÖKME OLUR.}$$

Örnek 2: 0,01 mol $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1L'lik 0,05 M NH_3 çözeltisinde çözüldükten sonra ortama 0,001 mol NaCl eklenirse çökme olur mu? (CuCl_2 için $K_{çç} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ ve $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ için $K_{OL} = 2 \cdot 10^{13}$)

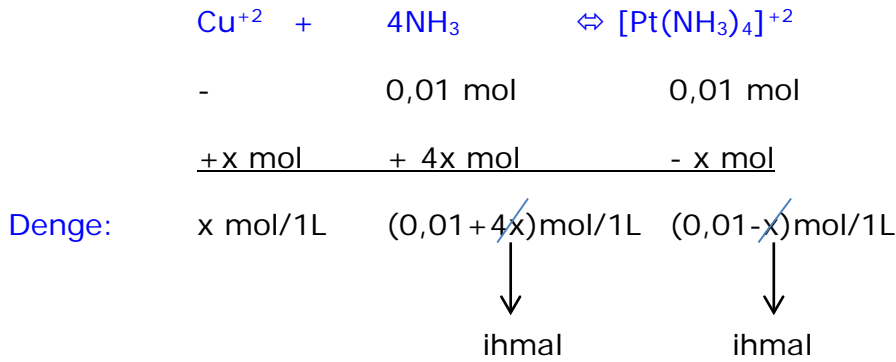


Başlangıç: 0,01 mol 0,05 mol -

Tepkime: -0,01 mol -0,04 mol +0,01 mol

Sonuç: - 0,01 mol artar 0,01 mol kompleks oluşur.

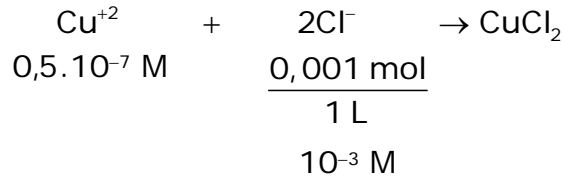
★ Denge oluşabilmesi için tepkimenin girenler yönüne kayması gerekir.



$$K_{OL} = \frac{(0,01)}{(0,01)^4(x)} = 2 \cdot 10^{13}$$

$$x = 0,5 \cdot 10^{-7} \text{ M} = [\text{Cu}^{+2}]$$

Bu iyon derişimine göre çökme olur mu bakalım:



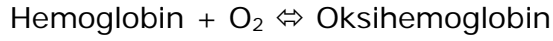
$$Q = [\text{Cu}^{+2}][\text{Cl}^-]^2$$

$$Q = (0,5 \cdot 10^{-7})(10^{-3})^2$$

$$Q = 0,5 \cdot 10^{-13} < K_{çç} = 1,8 \cdot 10^{-10} \rightarrow \text{ÇÖKME OLMAZ.}$$

VÜCUDUMUZDAKİ KOMPLEKS OLUŞUMLARI VE SAĞLIK AÇISINDAN ÖNEMİ

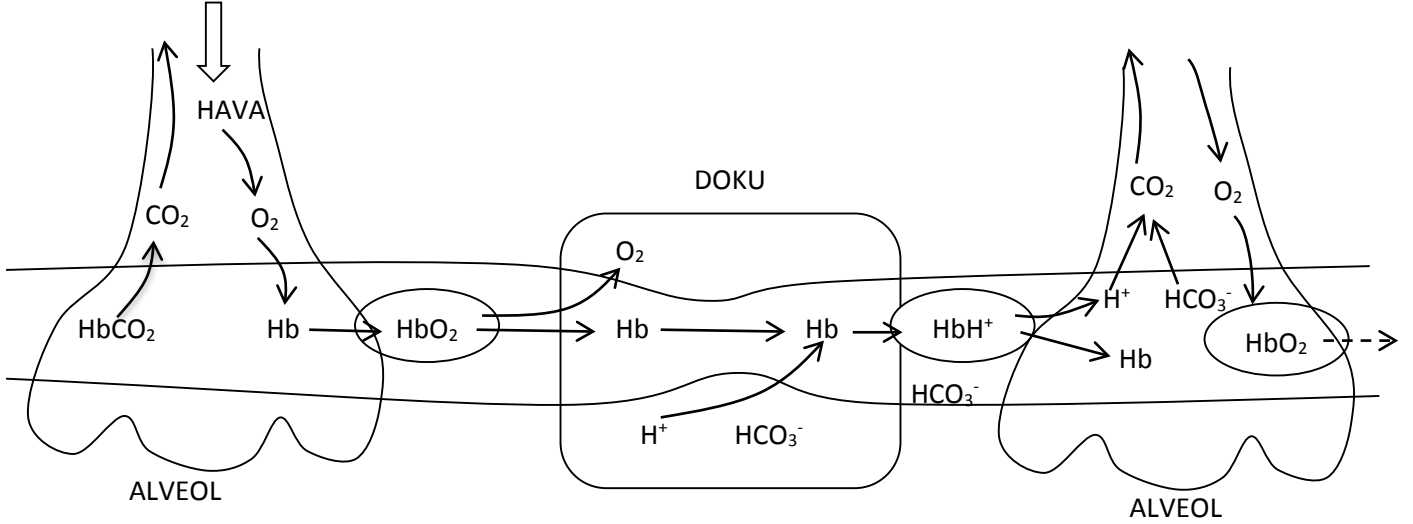
- İnsan vücudunun en önemli kompleks yapısı HEMOGLABİNDİR.
- Hemoglobinde Fe^{+2} iyonu koordinasyon bağı ile ayrı ayrı,
 - 4 tane N atomuna (hemin),
 - 1 tane protein yapısı olan globine,
 - 1 tane de O_2 ya da CO_2 olacak şekilde bir değişkene,bağlıdır.
- Hemoglobindeki bu 6. koordinasyon bağı kandaki O_2 ya da CO_2 'yi taşımakla görevlidir.
- Kan akciğere ulaştığında basınç yüksek olduğundan hemoglobin O_2 ile koordinasyon bağı yapar ve oksihemoglobine dönüşür.



Daha sonra dokulara giden oksihemoglobin burada basınç düşük olduğu için O_2 'yi bırakır ve eski haline dönüşür.



CO_2 dokularda H^+ ve HCO_3^- iyonları halinde bulunur ve O_2 'yi bırakan hemoglobin buradan H^+ iyonunu koordinasyon bağı ile kendine bağlar (HCO_3^- plazmada taşınır) ve kan yoluyla akciğerlere götürür, orada bırakır.



KARBONMONOKSİT (CO) ZEHİRLENMESİ

CO molekülleri O_2 'ye göre yaklaşık 200 kat daha kararlı kompleks oluşturur. Bu nedenle, havadan CO solunursa O_2 'den önce hemoglobine bağlanır ve kolay bırakmaz. Bu durumda dokulara O_2 taşınamayacağından dokular O_2 'siz kalır ve zehirlenme gerçekleşir.

