

5.111 Ders Özeti #25

Yükseltgenme/İndirgenme Ders 2Konular: Elektrokimyasal Piller, Faraday Yasaları, Gibbs Serbest Enerjisi ile Pil-Potansiyelleri Arasındaki İlişkiler

Bölüm 12

YÜKSELTGENME/İNDİRGENME TEPKİMELERİ

Yükseltgenme basamaklarını (veya sayılarını) belirleme kuralları

- 1) Serbest elementlerde, her atomun yükseltgenme sayısı sıfırdır. Örneğin H_2
- 2) Tek atomlu iyonların yükseltgenme sayısı iyonun yüküne eşittir. Buna göre Li^{+1} in yükseltgenme sayısı +1 dir. Grup 1 ve Grup 2 metallerinin yükseltgenme sayısı sırasıyla +1 ve +2' dir. Alüminyumun yükseltgenme sayısı bütün bileşiklerinde +3 dür.
- 3) Oksijenin pek çok bileşiğindeki yükseltgenme sayısı -2' dir. Ancak, H_2O_2 ve O_2^{-2} gibi peroksit bileşiklerinde oksijenin yükseltgenme sayısı -1 dir.
- 4) Hidrojenin yükseltgenme sayısı +1 dir. LiH , NaH , CaH_2 gibi metalle yaptığı ikili bileşikler istisnadır. Bu durumda, yükseltgenme sayısı -1' dir.
- 5) F bütün bileşiklerinde -1 yükseltgenme sayısına sahiptir. Diğer halojenler (Cl, Br ve I) bileşiklerinde halojenür iyonu şeklinde bulunuyorsa (Örn. $NaCl$) yükseltgenme sayısı negatiftir. Ancak, oksijen ile birleştiklerinde (oksoasitler), yükseltgenme sayısı pozitifdir (Örn. ClO^-).
- 6) Nötral moleküllerde, bütün atomların yükseltgenme sayısı toplamı sıfır olmalıdır. Poliatomik iyonda, iyondaki bütün elementlerin yükseltgenme sayısı toplamı iyonun net yüküne eşit olmalıdır. Örneğin NH_4^+ .

<u>H'nin y.b.</u>	<u>N'un y.b.</u>	<u>Toplam y.b.</u>
-------------------	------------------	--------------------

- 7) Yükseltgenme sayısı tamsayı olmak zorunda değildir. Örneğin, süperoksitlerde, O_2^{-1} oksijenin yükseltgenme sayısı $-\frac{1}{2}$ ' dir.

Örnekler

Li ₂ O	PCl ₅
-------------------	------------------

HNO ₃	N ₂ O
------------------	------------------

Tanımlar

Yükseltgenme –

İndirgenme –

Yükseltgen –

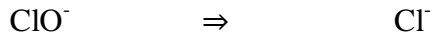
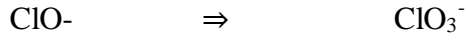
İndirgen –

Disproporsiyon (Disproporsinasyon) Tepkimeleri

Tek yükseltgenme basamağındaki reaktif bir elementin, hem indirgenmesi hem de yükseltgenmesidir.

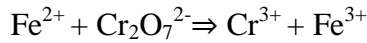


Yarı tepkimeyi yazın ve yükseltgenme sayısındaki değişimi belirleyin. Na^+ gözlemci iyonudur:



Redoks Tepkimelerini Denkleştirme (Bölüm 12.2)

A. ASİDİK ÇÖZELTİLERDE DENKLEŞTİRME



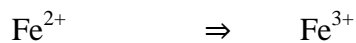
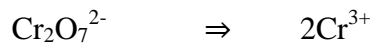
(1) indirgenmiş ve yükseltgenmiş türler için iki denkleştirilmemiş yarı tepkimeyi yazın.



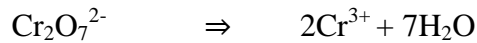
(2) oksijen ve hidrojen hariç bütün elementlerin atom sayılarını eşitlemek için her bir eşitliğin iki tarafına uygun katsayılar koyun.



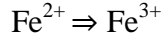
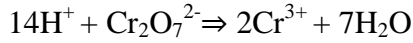
(3) oksijeni denkleştirmek için H_2O ilave edin.



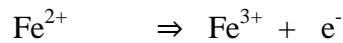
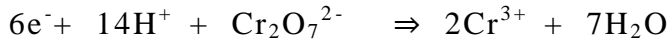
(4) Hidrojeni H^+ ile denkleştirin.



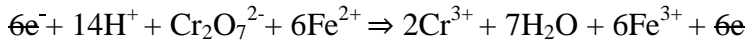
(5) Elektron ilave ederek yükleri denkleştirin.



(6) Yükseltgenme ile verilen elektron sayıları ile indirgenme ile alınan elektron sayılarını eşitlemek için yarı tepkimeleri uygun katsayılar ile çarpın.

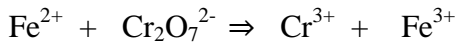


(7) Uygun sadeleştirmeler yapmak için yarı tepkimeleri toplayın.

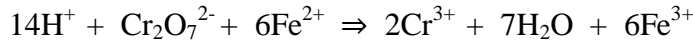


B. BAZİK ÇÖZELTİLERDE DENKLEŞTİRME

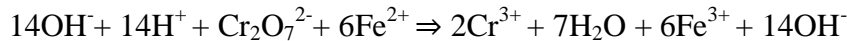
(Kitapta farklı bir yaklaşım vardır. Her ikisini de kullanabilirsiniz.)



Asidik çözeltiler için yaptığımız (1-7) adımlarını takip edin:



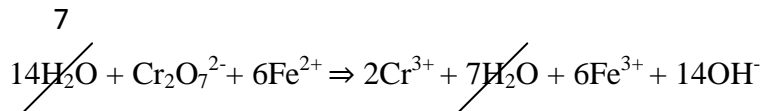
(8) Sonra H^+ nötralleştirmek için her iki tarafa OH^- ilave ederek "pH" yı ayarlayın"



VEYA



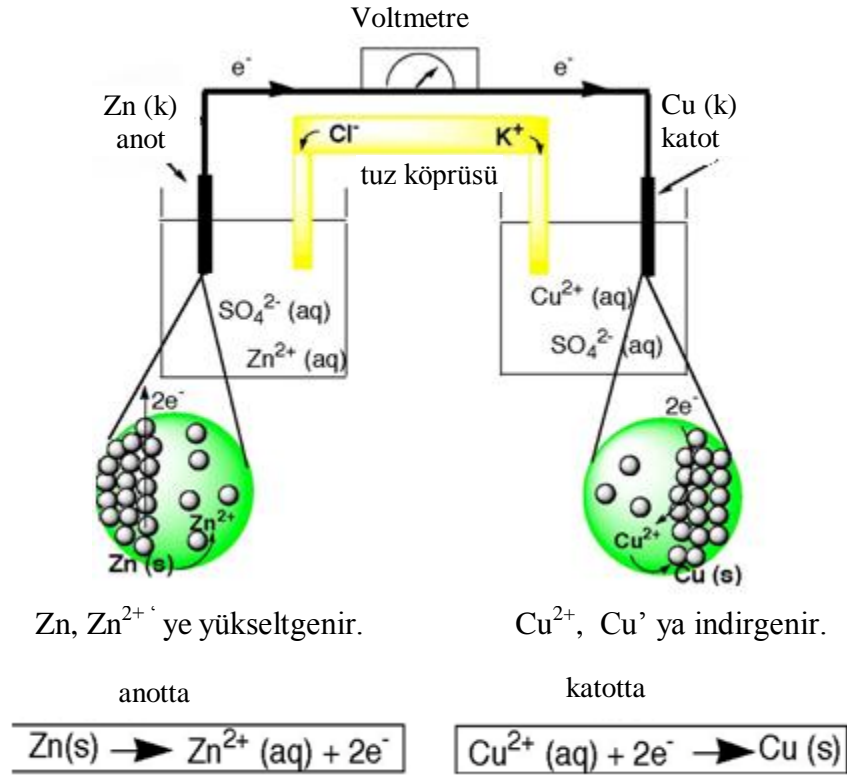
SADELEŞTİRİN



Bugünün materyalleri

Elektrokimyasal PİL, istemli bir kimyasal tepkime yoluyla elektrik akımı (devre üzerinden geçen elektron akışı) üreten veya istemsiz bir tepkime oluşturmak için kullanılan bir cihazdır. Akü – teknik olarak, seri olarak bağlanmış pil topluluğudur, pilin toplam voltajı her bir pilin ürettiği voltajların toplamına eşittir.

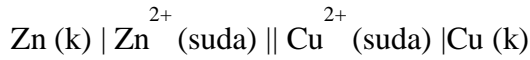
ELEKTROKİMYASAL PİL



Anot (Yükseltgenme) yükseltgenme yoluyla üretilen elektronlar bir tel yardımı ile yarı hücreden (veya yarı pilden) dışarıya taşınır. Zn⁰ nun Zn²⁺ ye yükseltgenmesi esnasında yarı hücrede pozitif yük artar. Tuz köprüsünden gelen Cl⁻ iyonları vasıtasıyla hücrenin nötralitesi muhafaza edilir.

Katot (İndirgenme) Yarı hücreye gelen elektronlar Cu²⁺ nin Cu⁰ a indirgenmesini sağlar. Hücredeki pozitif yük azalır, nötralliği sağlamak için tuz köprüsündeki K⁺ iyonları katodik bölmeye gelir.

Toplam olarak, elektrokimyasal pil şöyle gösterilir:



Faz sınırları "|" ile gösterilir.

Tuz köprüsü "||" ile gösterilir.

Yukarıdaki elektrokimyasal pilde, anotta Zn tüketilir, katoda ise geçen yükün miktarı ile orantılı olarak Cu birikir (Faraday Yasası).

Örnek: Bir pilden 1.0 saatte 1.0 A akım geçerse ne kadar Zn tüketilir ve ne kadar Cu birikir?

Adım1. Devreden geçen yük miktarını bulun.

$$Q = I \cdot t$$

Yükün
Büyüklüğü
Coulomb (C)

akım
amper (A)
(amper = coulomb/saniye)

zaman (saniye)

$$Q = 1.0 \text{ A} \cdot 3600 \text{ saniye} = 3600 \text{ C}$$

Adım 2. Bu yükün kaç mol elektrona eşit olduğunu bulun.

Faraday sabitini kullanın $96,485 \text{ C/mol} = 1 \text{ Faraday (}\mathfrak{F}\text{)}$

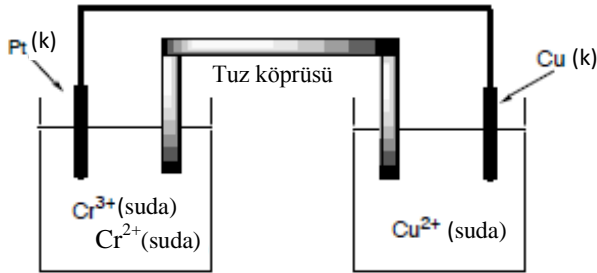
$$3600 \text{ C} \times \frac{1 \text{ mol}}{96,485 \text{ C}} = 0.373 \text{ mol elektron}$$

Adım 3. Tüketilen Zn' nun ve biriken Cu' nun mol sayısını hesaplayın ve grama çevirin.

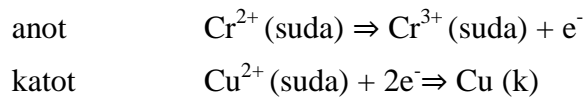
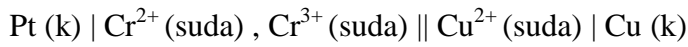
$$0.0373 \text{ geçen } e^- \text{ mol sayısı} \times \frac{\text{tüketilen 1 mol Zn}}{\text{geçen 2 mol elektron}} \times 65.39 \text{ g/mol} = 1.2 \text{ g}$$

$$0.0373 \text{ geçen } e^- \text{ mol sayısı} \times \frac{\text{biriken 1 mol Cu}}{\text{geçen 2 mol elektron}} \times 63.55 \text{ g/mol} = 1.2 \text{ g}$$

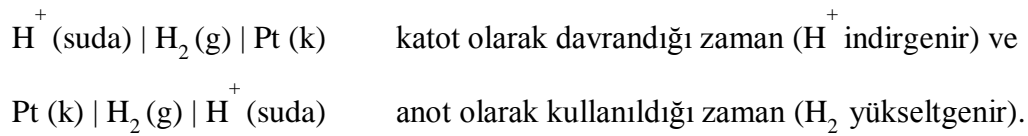
Elektrokimyasal deneylerde, elektrotlar (anot, katot) her zaman tüketilmez veya birikmez. İnert olan Pt elektrotlar da kullanılabilir.



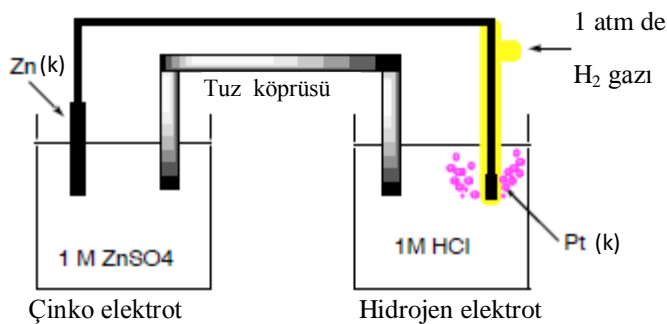
Bu tip piller için gösterim şöyledir:



Hidrojen Elektrot: yaygın olarak Pt ile hazırlanan hidrojen elektrot kullanılır. Çok sayıda indirgenme potansiyeli Standart Hidrojen Elektrot (S.H.E) karşı ölçülür. Hidrojen elektrot şöyle gösterilir:



Hidrojen elektrot kullanan pil örneği:



Pil Potansiyeli (ΔE_{pil}) / Pil Voltajı / Elektromotor Kuvvet (emk) ve Gibbs Serbest Enerji

Devredeki elektron akışı elektrotlar arasındaki potansiyel farkından, ΔE , kaynaklanır. Pildeki toplam serbest enerji pil potansiyeli ile ilişkilidir.

$$\Delta G_{\text{pil}} = -n\mathfrak{F}\Delta E_{\text{pil}} \quad n = \text{elektron sayısı}$$

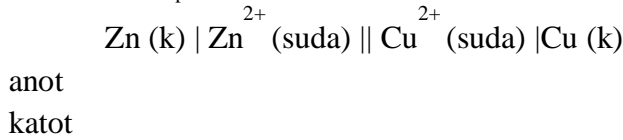
$$\mathfrak{F} = \text{Faraday sabiti}$$

Standart Haller ve Pil Potansiyelleri

$$\Delta G_{\text{pil}}^{\circ} = -n\mathfrak{F}\Delta E_{\text{pil}}^{\circ}$$

$\Delta E_{\text{pil}}^{\circ}$ = ürünler ve reaktiflerin standart hallerinde olduğu hücre potansiyeli (pil voltajı).
 ΔE nin birimi voltur.

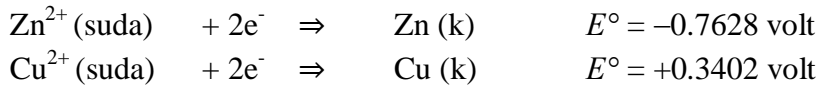
Örnek - $\Delta E_{\text{pil}}^{\circ}$ değerini hesaplayınız.



$$\Delta E^{\circ}(\text{pil}) = \text{Katottaki çift için standart indirgenme potansiyeli} - \text{Anottaki çift için standart indirgenme potansiyeli}$$

$$\Delta E^{\circ}(\text{pil}) = E^{\circ}(\text{katot}) - E^{\circ}(\text{anot})$$

Kitabın arkasındaki Standart **İNDİRGENME** Potansiyellerine (E°) bakınız (S.H.E' a karşı ölçülmüştür).



$$\begin{aligned} \Delta E^{\circ}(\text{pil}) &= E^{\circ}(\text{katot}) - E^{\circ}(\text{anot}) \\ &= E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu(k)}) - E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn(k)}) \\ &= 0.3402 - (-0.7628) = 1.103 \text{ volt} \end{aligned}$$

Elektron akışı istemli midir?

$$\Delta G_{\text{pil}}^{\circ} = -n\mathfrak{F}\Delta E_{\text{pil}}^{\circ}$$

Bu nedenle, $\Delta E_{\text{pil}}^{\circ}$ pozitif ise, $\Delta G_{\text{pil}}^{\circ}$ negatif olacaktır.

ΔG° negatif olduğunda tepkime istemli midir?

Galvanik Pil elektrik akımı üretmek için istemli bir kimyasal tepkime kullanan elektrokimyasal pildir.

Elektrolitik Pil, dış devre yoluyla elektrik enerjisi kullanarak istemsiz tepkimeleri gerçekleştiren elektrokimyasal pildir.

Özet

Pilin kendiliğinden çalışıp çalışmadığı, ΔE_{pil} ((+) = istemli) ile tayin edilebilir.

ΔE_{pil} yarı-pil tepkimelerinin Standart İndirgenme Potansiyellerinden (E°) hesaplanabilir.

Standart indirgenme potansiyelinin (E°) anlamı

Büyük pozitif E° , element veya bileşiğin kolayca indirgeneceği anlamına gelir

Örn. $\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \Rightarrow 2\text{F}^-$ $E^\circ = +2.87$ volt (F_2 ye elektron vermek kolaydır).
pozitif E° , negatif ΔG° , indirgenmeye uygun

F_2 iyi bir yükseltgen midir?

Büyük pozitif E° , bir çiftteki yükseltgenmiş türün iyi bir yükseltgen olduğu anlamına gelir.

Büyük negatif E° the element veya bileşiğin zor indirgeneceği anlamına gelir

örn. $\text{Li}^+ + \text{e}^- \Rightarrow \text{Li}(\text{k})$ $E^\circ = -3.045$ volt (Li^+ 'e elektron vermek zordur)
negatif E° , pozitif ΔG° , indirgenmeye uygun değil

Li^+ iyi bir yükseltgen midir?

Büyük negatif E° , bir çiftteki indirgenmiş türün iyi bir indirgen olduğu anlamına gelir.

Örnek: $2\text{Fe}^{3+}(\text{suda}) + 2\text{I}^{-}(\text{suda}) \Rightarrow 2\text{Fe}^{2+}(\text{suda}) + \text{I}_2(\text{k})$ pil tepkimesi için ΔE° nedir?

denkleştirilmiş katot tepkimesi:

denkleştirilmiş anot tepkimesi:

Standart İndirgenme Potansiyelleri:

$$E^{\circ}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0.770 \text{ V}$$

$$E^{\circ}(\text{I}_2/\text{I}^{-}) = +0.535 \text{ V}$$

$$\Delta E^{\circ}(\text{pil}) = E^{\circ}(\text{katot}) - E^{\circ}(\text{anot})$$

=

Tepkime istemli midir?

Hangisi daha iyi yükseltgendir: Fe^{3+} , I_2 ?

Hangisi daha iyi indirgendir: I^{-} , Fe^{2+} ?

Soru: B_{12} vitamini büyük bir negatif indirgenme potansiyeline sahiptir. O halde vücutta nasıl indirgenir? B_{12} vitamininin aktif olması için indirgenmesi gerekir. Kalp hastalığı ve doğum kusurlarının önlenmesinde gerekli olduğu düşünülen bir enzimin düzgün çalışması için B_{12} vitamini ve folik asit gerekir.

Günlük beslenmenizde B_{12} vitamini ve folik asiti hangi besinlerden alırsınız? B_{12} vitamini nasıl indirgenir?