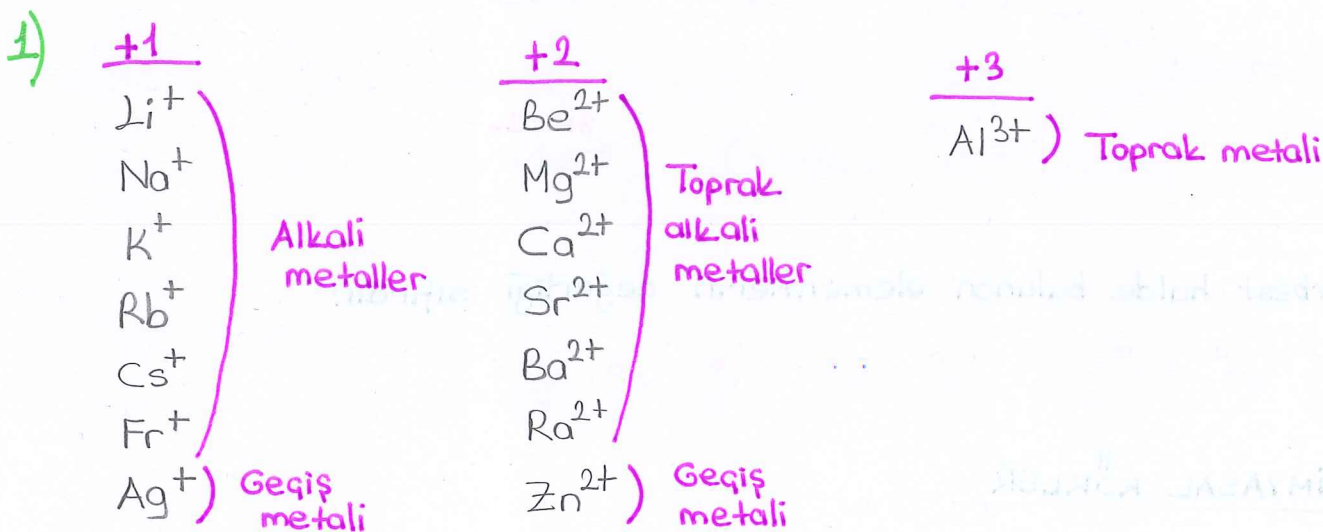


ELEKTROKİMYA

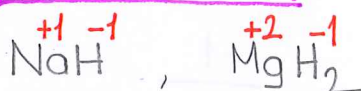
- REDOKS (İNDİRGENME - YÜKSELTGENME)
- AKTİFLİK
- PİLLER
- ELEKTROLİZ

Değerlik Bulma Kuralları



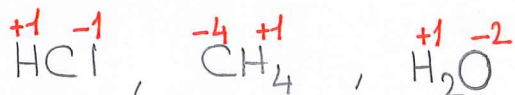
2) Hidrojen

Metal ⊕ H⁻



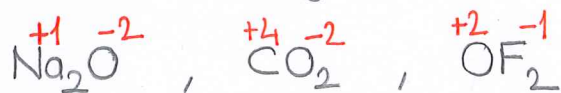
⊗ Ametaller: C N O P S F Cl Br I H

Ametal ⊕ H⁺



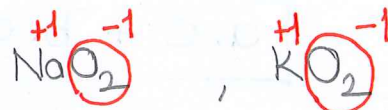
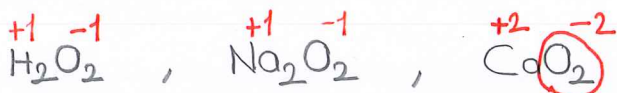
3) Oksijen

- Genellikle -2 değerlik alır.



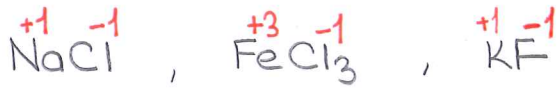
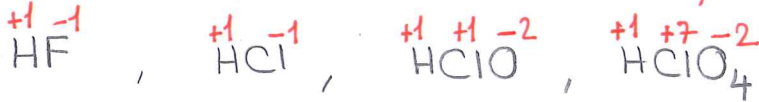
- Süperoksitlerinde
(O^{-1/2} veya O₂⁻¹)

- Peroksitlerinde (O⁻¹ veya O₂⁻²)

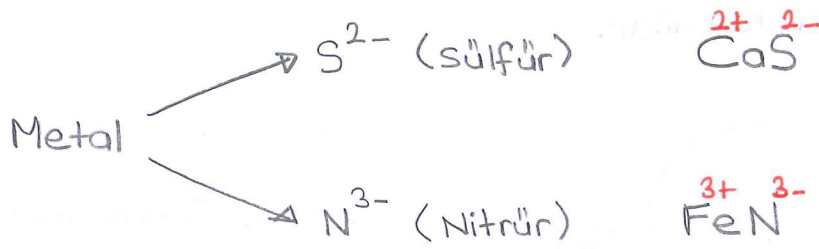


4) Halojenler

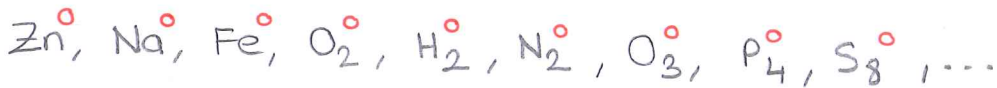
F, Cl, Br, I, At

Metal \oplus Halojen daima (-1)Ametal \oplus F⁻, Cl^{-1,+7}, Br^{-1,+7}, I^{-1,+7}

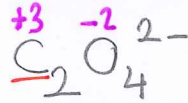
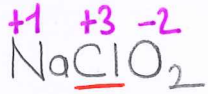
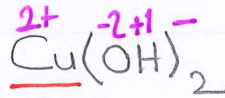
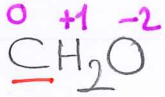
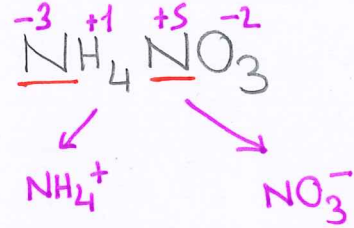
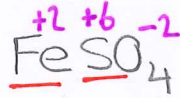
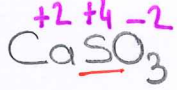
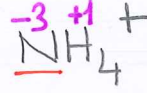
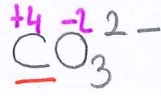
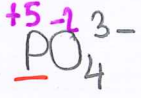
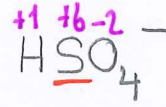
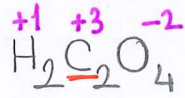
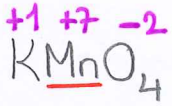
5)



6) Serbest halde bulunan elementlerin değeriği sıfırdır.

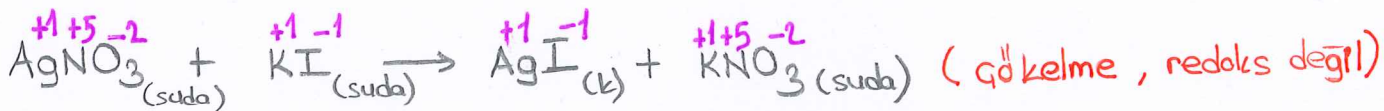
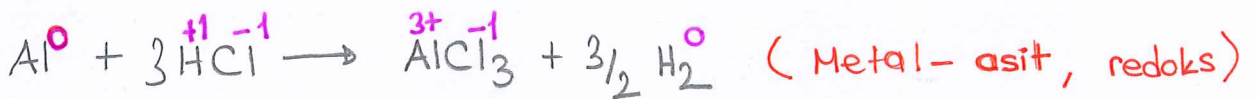
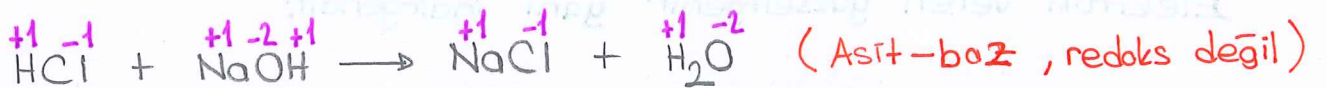
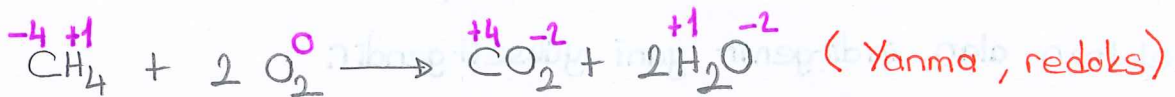
7) KİMYASAL KÖKLER-1OH⁻ : HidroksitCN⁻ : SiyanürNO₃⁻ : NitratMnO₄⁻ : Permanganat-2SO₄²⁻ : SülfatC₂O₄²⁻ : OkzalatCrO₄²⁻ : KromatCr₂O₇²⁻ : DikromatCO₃²⁻ : KarbonatMnO₄²⁻ : Manganat-3PO₄³⁻ : Fosfat+1NH₄⁺ : Amonyum

$$\boxed{a \cdot c + b \cdot d = m}$$



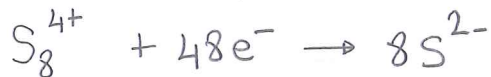
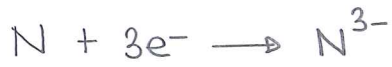
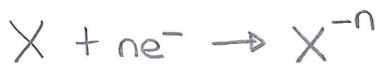
* İNDİRGENME - YÜKSELTGENME TEPKİMELERİ (REDOKS)

- Elektron alış verişini ile gerçekleşen tepkimelere **redoks** denir.
- Eğer bir tepkimede elementlerden herhangi birinin değeri değışiyorsa redokstur.
- Bir tepkimede serbest halde element varsa redokstur.



a) İndirgenme Yarı Tepkimesi (Redüksiyon)

Bir tanecığın elektron alarak daha düşük değeriğe inmesi olaydır.

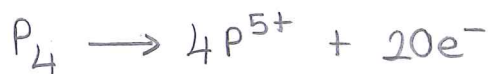
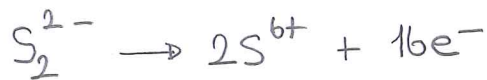
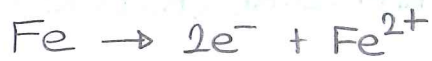


⊗ Elektron alan indirgenir!

b) Yükseltgenme Yarı Tepkimesi (Oksidasyon)

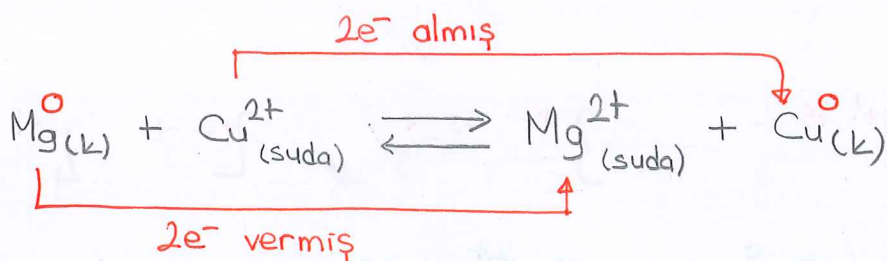
Bir tanecığın elektron vererek daha yüksek değeriğe çıkması olaydır.

⊗ Elektron veren yükseltgenir!



⊗ Elektron alan indirgenir yani yükseltgendir.

Elektron veren yükseltgenir yani indirgendir.

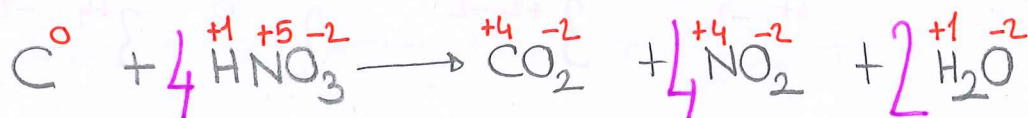


- Yükseltgenen (e^- veren): Mg
- İndirgenen (e^- alan): Cu^{2+}
- İndirgen (e^- veren): Mg
- Yükseltgen (e^- alan): Cu^{2+}
- İndirgenme ürünü: Cu
- Yükseltgenme ürünü: Mg^{2+}

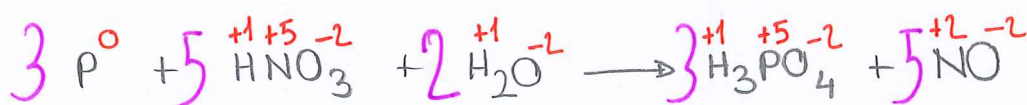
REDOKS DENKLEMLERİNİN DENKLEŞTİRİLMESİ

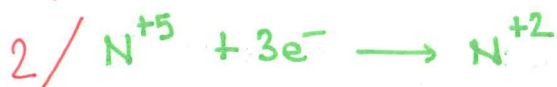
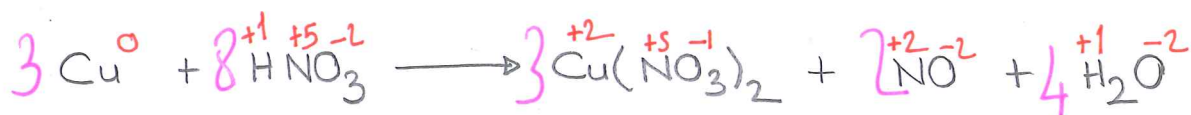
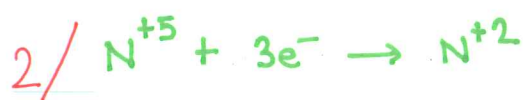
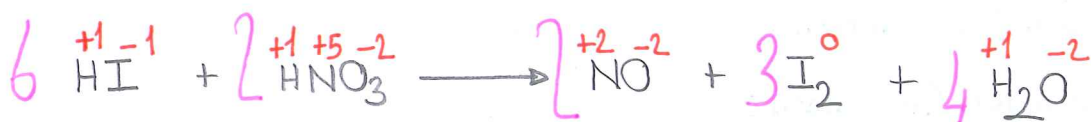
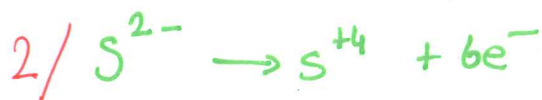
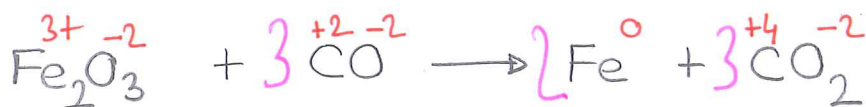
- 1) Elementlerin değerlikleri bulunarak üzerlerine yazılır.
- 2) Değerliği değişen elementler tespit edilir.
- 3) Alınan - verilen elektron sayıları eşitlenir.
- 4) Alınan ya da verilen elektron sayısı eşitlendikten sonra H ve O dışındaki elementlerin başına gerekli katsayılar getirilir.
- 5) H'ler denkleştirilir.
- 6) O'ler denk mi diye bakılır.

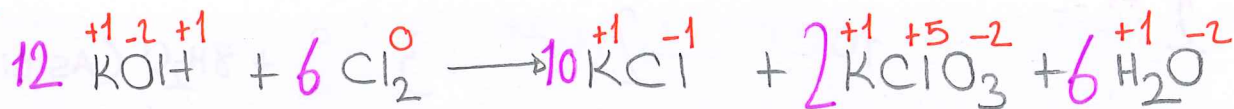
ÖRNEK



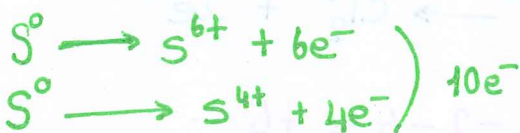
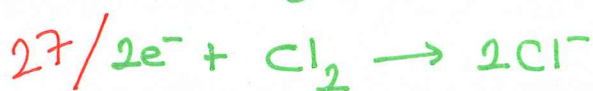
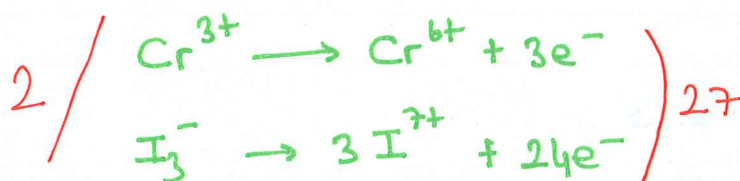
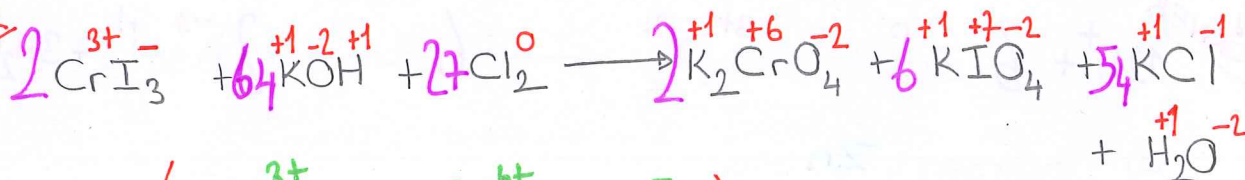
ÖRNEK



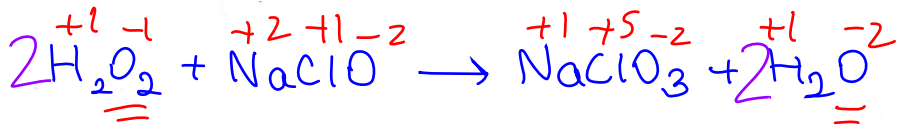
ÖRNEKÖRNEKÖRNEKÖRNEK

ORNEK

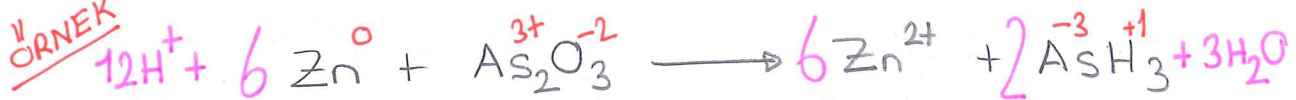
$\text{Cl}_2 \rightarrow$ Hem yükseltgen hem de indirgen

ORNEKORNEK

Eğer bir tepkimede hidrojen peroksit varsa (H_2O_2) suya (H_2O)'ya yada O_2 gazına dönüşür.



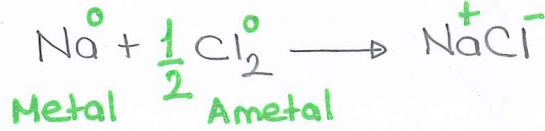
ÖRNEK



- İndirgen: Zn
- Yükseltgen: As_2O_3
- Yükseltgenen: Zn
- İndirgenen: As_2O_3
- Yükseltgenme ürünü: Zn^{2+}
- İndirgenme ürünü: AsH_3
- 1 mol As_2O_3 kaç mol e^- almıştır? 12 mol
- AsH_3 'deki As'nin yükseltgenme basamağı: -3

AKTİFLİK

- Elementlerin bileşik yapma isteğidir.
- Metaller e^- vererek, ametaller ise genellikle e^- alarak bileşik oluştururlar.
- Metallerde aktiflik e^- verme eğiliminin ölçüsüdür, ametallerde ise aktiflik e^- alma eğiliminin ölçüsüdür.

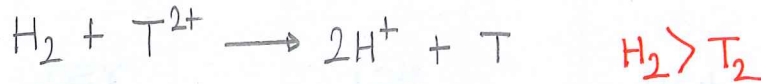
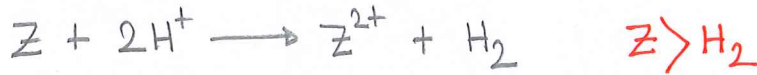
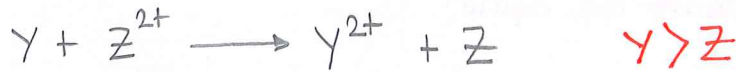
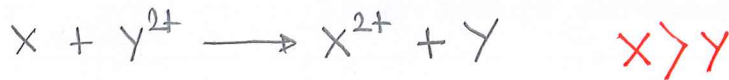


⊗ Metallerde Aktiflik

- e^- veren
- e^- verme isteği büyük olan
- Yükseltgenen
- Bileşik oluşturan
- Aşınan (çözünen / katıdan suya geçen)
- Yükseltgenme potansiyeli büyük olan metal aktiftir.
- Aktif metal, pasif metali ağıra alabilir.



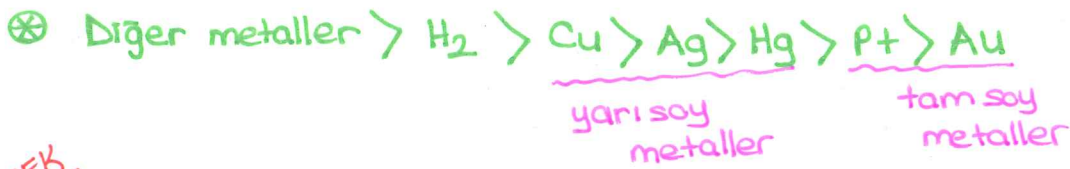
Aktiflik: $\text{Mg} > \text{Cu}$



tepkimeleri kendiliğinden gerçekleşiyor.

Buna göre X, Y, Z, H_2 ve T'nin aktifliğini kıyaslayınız.

Aktiflik (e^- verme isteği): $\text{X} > \text{Y} > \text{Z} > \text{H}_2 > \text{T}$



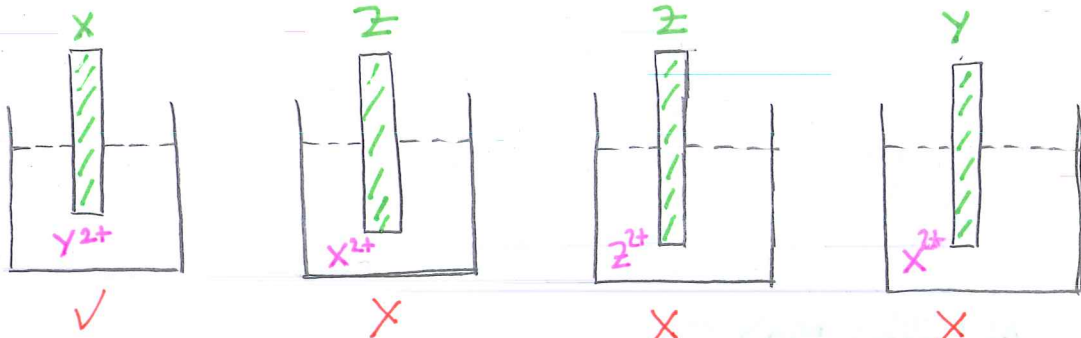
|| ÖRNEK



e^- verme isteği: $X > Z > Y > T$ şeklindedir.
 Buna göre hangi tepkimeler istemlidir?

⊗ Kural; aktif yükseltgenir.

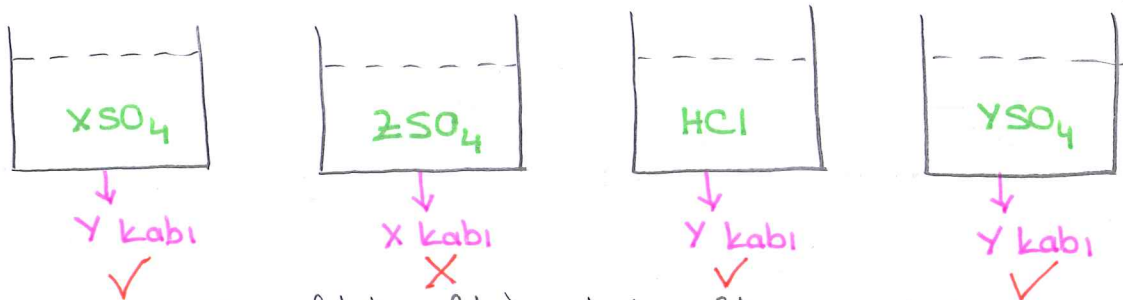
|| ÖRNEK



e^- verme isteği: $X > Y > Z$ şeklindedir. Buna göre zamanla hangi metal çubuklarda aşınma olur?

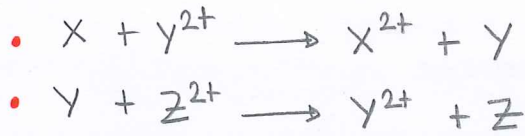
⊗ Kural; metal çubuk aktif ise aşınır.

|| ÖRNEK



e^- alma isteği: $Y^{2+} > Z^{2+} > H^+ > X^{2+}$ şeklindedir.
 Buna göre hangi kaplarda bulunan çözeltiler buldukları kapta saklanabilir?





tepkimeleri kendiliğinden gerçekleşiyor. Buna göre;

a) e^- verme isteklerini sıralayınız.



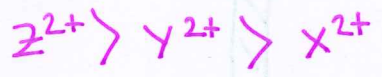
b) En kuvvetli indirgen hangisidir? (en kolay yükseltgenen)



c) En kuvvetli yükseltgen hangisidir? (en pasif kationu)



d) Elektron alma eğilimlerini kıyaslayınız.



ÖNEMLİ NOT:

* Eğer bir metal suyla tepkimeye girip $H_2(g)$ ağığa çıkarıyorsa çok aktiftir. (1A ve 2A) (Be hariç)

* Eğer bir metal suyla tepkime vermiyor, asitler ile tepkimeye girip $H_2(g)$ ağığa çıkarıyorsa H'den aktiftir.

* Eğer bir metal oksijensiz asitle tepkimeye girmiyor, H_2SO_4 veya HNO_3 ile SO_2 , NO ya da NO_2 gazı ağığa çıkarıyorsa yarı soy metaldir. (Cu, Hg, Ag)

* Eğer bir metal hiçbir saf asitle tepkimeye girmiyorsa tam soy metaldir. (Au, Pt)

* Eğer bir metal kuvvetli bazlarla tepkimeye giriyorsa amfoter metaldir. Amfoter metaller H'dan daha aktiftir.

Amfoter metaller: Zn, Al, Sn, Be, Cr, Pb, Ge

ÖRNEK

- X metali H_2O ile H_2 gazı ağığa çıkarıyor.
- Y metali H_2O ile tepkime vermiyor, HCl ile H_2 gazı ağığa çıkarıyor.
- Z metali HCl ile tepkime vermiyor, H_2SO_4 ile SO_2 gazı ağığa çıkarıyor.
- T metali hiçbir saf asitle tepkime vermiyor.

Buna göre elementlerin ve H_2 'nin aktifliğini kıyaslayınız.

AKTİFLİK: $X > Y > H_2 > Z > T$

ÖRNEK

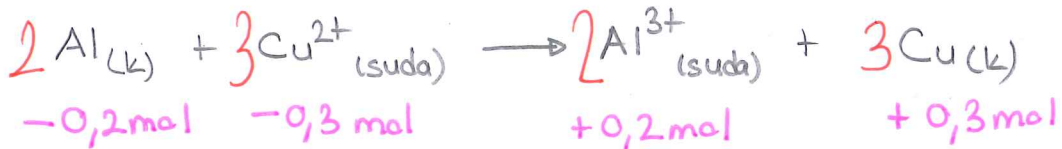
1. kap ✓ 2. kap ✓ 3. kap X 4. kap ✓

Hangi kaplarda zamanla tepkime olur?

ÖRNEK

Zamanla Al çubuğun kütlesinde 5,4g. azalma olduğuna göre, kaç g. Cu metali ağığa çıkar? (Al:27, Cu:64)

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{5,4}{27} = 0,2 \text{ mol Al}$$



1 mol Cu 64 g.

0,3 mol Cu ?

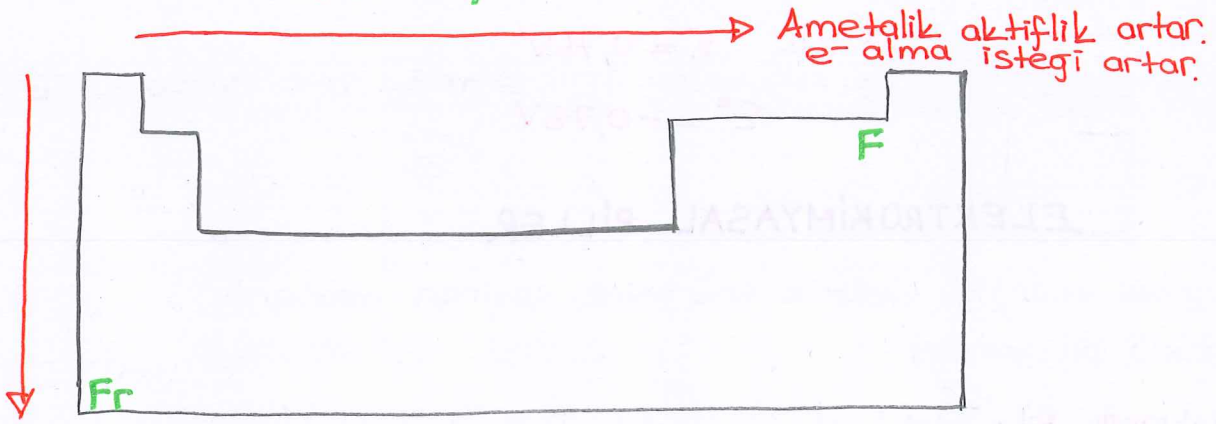
19,2 g. Cu

AMETALİK AKTİFLİK

- e^- alan, indirgenen
- Bileşik oluşturan
- İndirgenme potansiyeli yüksek olan ametal aktiftir.
- Aktif ametal, pasif ametali ağığa çıkarır.



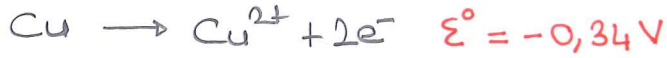
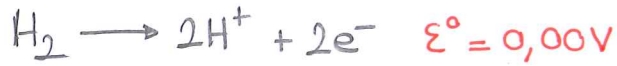
Aktiflik: $F > Cl$



e^- verme isteği artar.
Metalik aktiflik artar.

İNDİRGENME - YÜKSELTGENME POTANSİYELİ

- ⊗ Bir metalin veya iyonun yükseltgenmesi veya indirgenmesi sırasında meydana gelen potansiyel değişimine **elektrot potansiyeli** denir.
- ⊗ Eğer bu potansiyel farkı indirgenme sırasında ağığa çıkıyorsa indirgenme potansiyeli (gerilimi), yükseltgenme sırasında meydana geliyorsa yükseltgenme potansiyeli (gerilimi) denir.
- ⊗ H'in yükseltgenme veya indirgenme potansiyeli sıfır(0) kabul edilir. Buna göre diğer elementler bulunur. Buna **standart hidrojen elektrodu (SHE)** denir.
- ⊗ H'den aktif olan elementlerin yükseltgenme potansiyeli sıfırdan büyük, pasif olan elementlerin yükseltgenme potansiyeli sıfırdan küçüktür.
- ⊗ Bir tepkime ters çevrilirse potansiyelin işareti değişir.
- ⊗ Bir tepkime herhangi bir sayıyla çarpılır ya da bölünürse potansiyel değişmez.



Aktiflik: $\text{Al} > \text{H}_2 > \text{Cu}$

- $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^- \quad \varepsilon^\circ = 0,76\text{V}$
- $2\text{Zn} \longrightarrow 2\text{Zn}^{2+} + 4e^- \quad \varepsilon^\circ = 0,76\text{V}$
- $\text{Zn}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Zn} \quad \varepsilon^\circ = -0,76\text{V}$

ELEKTROKİMYASAL PİLLER

- Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren aletlerdir.
- 2 türlü pil vardır:

1) **Galvanik Pil**: Elektrotların aktiflik farkından oluşan pildir.

2) **Değişim Pili**: Çözelti değişimlerinin farklı olmasından oluşan pil türüdür.

⊗ **Elektrot**: Elektrik akımını ileten metal veya grafit çubuktur.

⊗ **Elektrolit**: Elektrik akımını ileten asit, baz veya tuz çözeltisidir.

• **ANOT**: Yükseltgenmenin olduğu hücredir.

- Aktif olan metal anottur.
- Zamanla katı kütlesi azalır.
- Çözelti derişimi artar.
- Anot (-) yüklüdür.

• **KATOT**: İndirgenmenin olduğu elektrottur.

- Pasif olan metal katottur.
- Zamanla elektrot kütlesi artar. (gaz çıkışları hariç)
- Katot (+) yüklüdür.

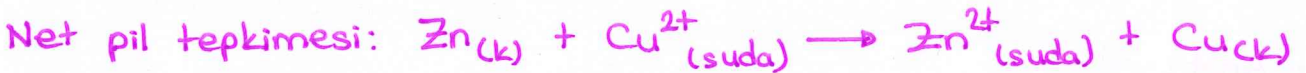
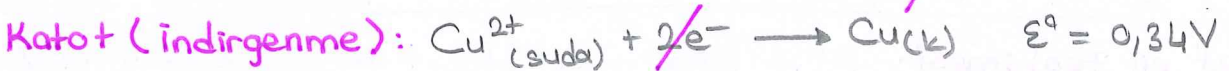
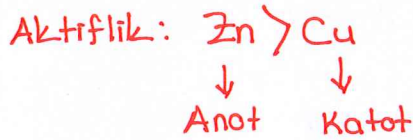
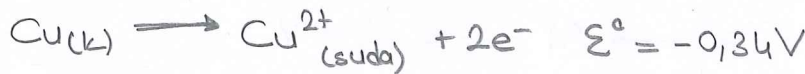
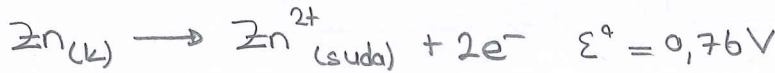
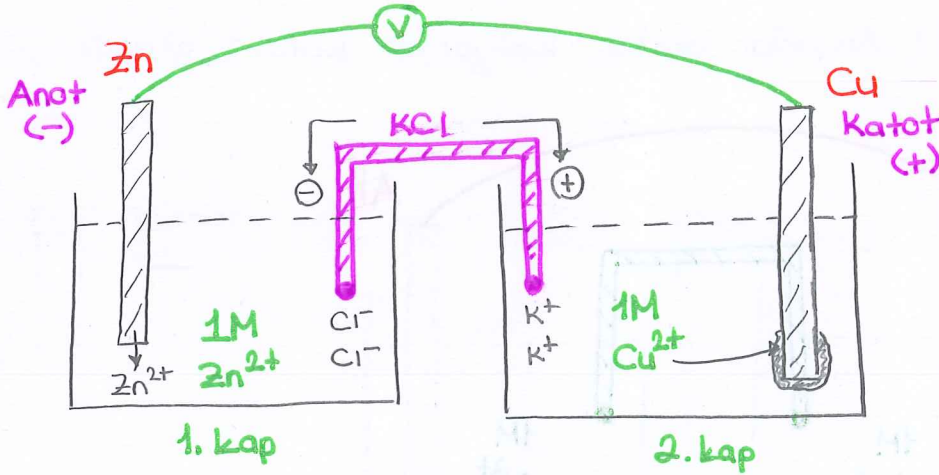
• **Elektronun Akış Yönü:** Anottan katota yani aktif metalden pasif metale doğrudur.

• **Tuz Köprüsü:** 2 görevi vardır.

1) Devreyi tamamlamak

2) yük denkligini sağlamak

Tuz köprüsünde anyonlar anota, katyonlar katota gider.



$$\varepsilon^{\circ}_{\text{pil}} = 0,76 + 0,34 = 1,1\text{V}$$

$\varepsilon^{\circ}_{\text{pil}} =$ Standart pil potansiyeli

$\varepsilon^{\circ}_{\text{pil}} > 0$ ise pil istemli

Pil Şeması: Anot // Katot

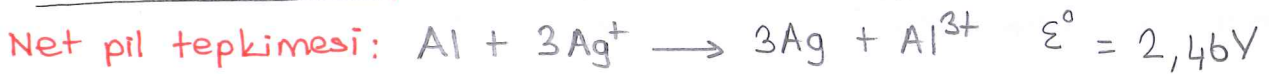
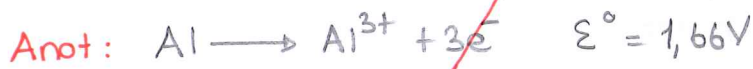
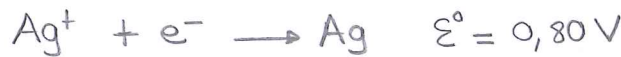
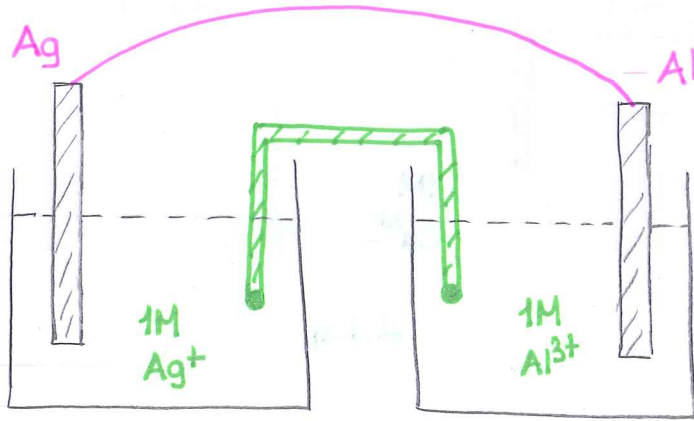


- Zn elektrot kütlesi: Azalır
- Zn^{2+} iyon derişimi: Artar
- Cu^{2+} iyon derişimi: Azalır
- Cu elektrot kütlesi: Artar

⊗ Elektronun akış yönü: Anot → Katot (Zn elektrottan Cu elektrada doğru)

⊗ Tuz köprüsü: Anyonlar anota, Katyonlar katota gider.

ÖRNEK



• Anot: Al

• Katot: Ag

• Pil tepkimesi: $Al + 3Ag^{+} \rightarrow 3Ag + Al^{3+}$

• Pil şeması: $Al/Al^{3+} // Ag^{+}/Ag$

• E_{pil} : 2,46V

• Elektron akış yönü: Anottan katota (Al'den Ag'ye)

• Tuz köprüsü: Anyonlar anota, katyonlar katota

• Ag elektrot kütlesi: ↑

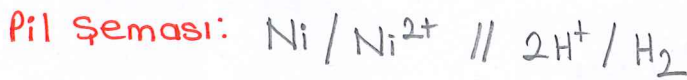
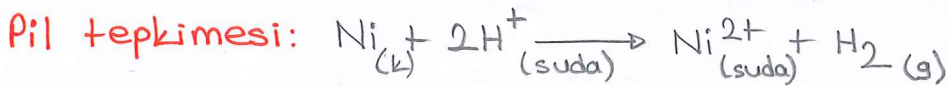
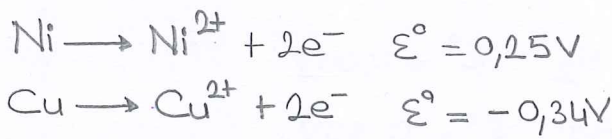
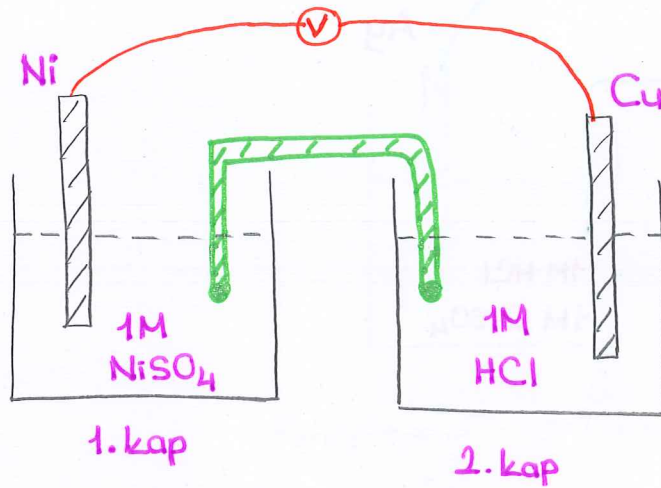
• Al^{3+} iyon derişimi: ↑

• Al elektrot kütlesi: ↓

• Ag^{+} iyon derişimi: ↓

⊗ Bir pil tepkimesi yazılırken anottaki metale göre, katottaki çözeltinin türüne göre yazılır.

ÖRNEK



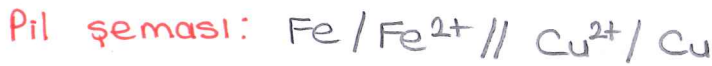
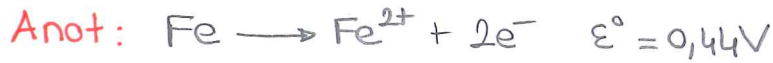
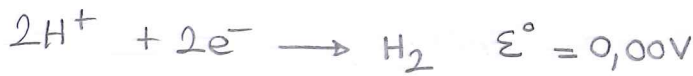
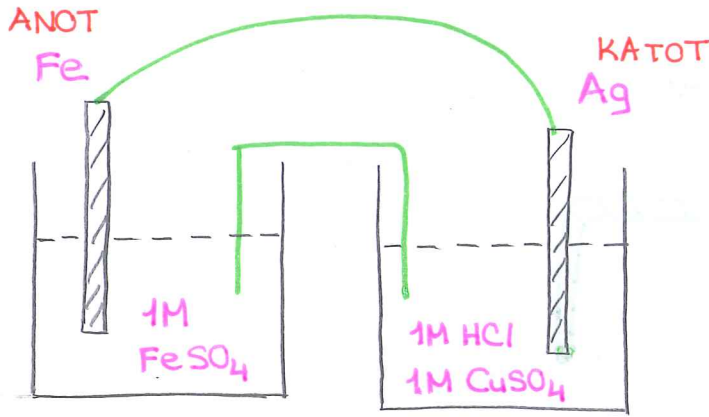
$E^\circ_{\text{pil}} : 0,25\text{V}$

Zamanla 2. kaptaki katı kütlesi: Değişmez

Zamanla 2. kaptaki pH değişimi: Artar ($\text{H}^+ \downarrow$)

⊗ Eğer katotta birden fazla katyon varsa bu katyonlardan en pasif olanına göre katot tepkimesi yazılır.

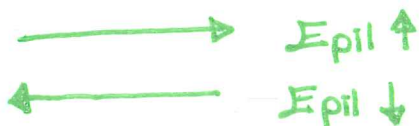
II ORNEK

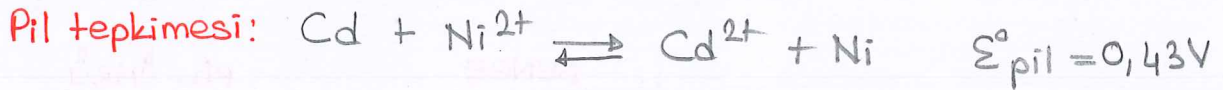
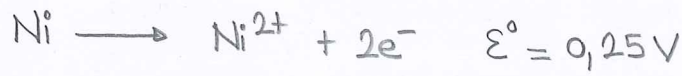
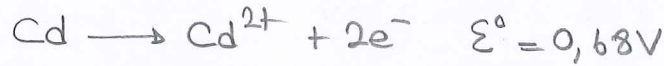
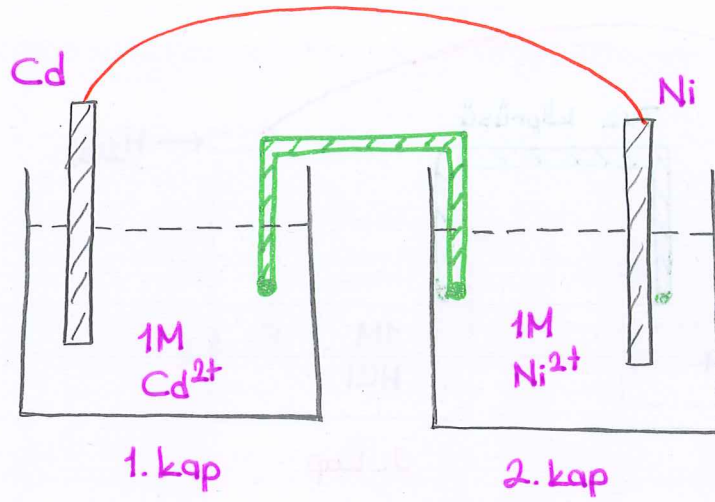


$$E^\circ_{\text{pil}} : 0,78\text{V}$$

PİL GERİLİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

- * PİL tepkimeleri denge tepkimeleridir ve ekzotermiktir.
- * PİL tepkimesine bir etki yapıldığında eğer denge ürünler yönüne kayıyorsa pil gerilimi artar, pil ömrü uzar. Denge girenlere kayarsa pil gerilimi azalır. PİLİN gerilimi elektrodun kütlesine, temas yüzeyine bağlı değildir.
- * Anottaki çözeltinin türüne, katottaki elektrodun türüne bağlı değildir.
- * Gaz elektrot varsa gazın basıncına
- * Asit ya da baz varsa pH değişimine bağlıdır.

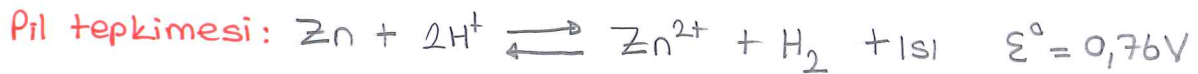
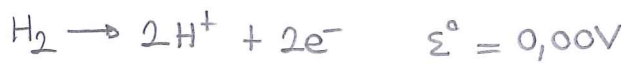
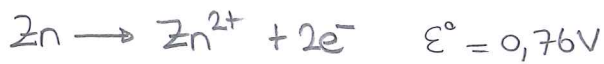
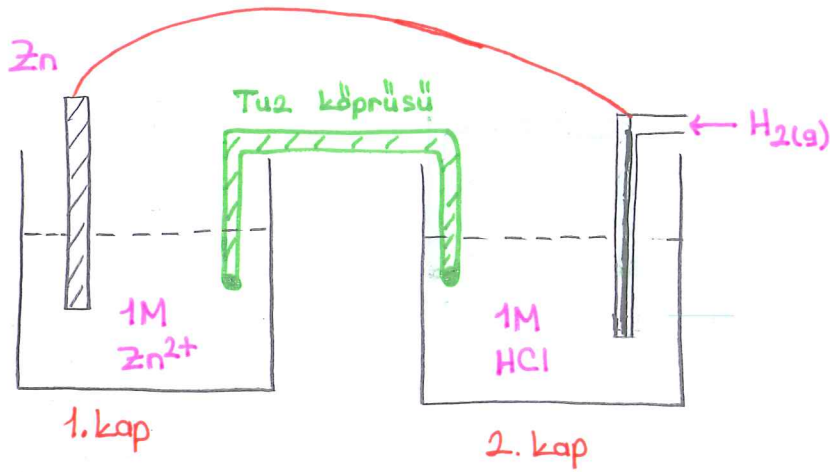




	Denge	Pil Ömrü
a) 1. kaba su ekleme $\text{Cd}^{2+} \downarrow$	→	↑
b) 2. kaba su ekleme $\text{Ni}^{2+} \downarrow$	←	↓
c) 1. kaptan su buharlaştırma $\text{Cd}^{2+} \uparrow$	←	↓
d) 2. kaptan su buharlaştırma $\text{Ni}^{2+} \uparrow$	→	↑
e) 1. kaba CdSO_4 katısı ekleme $\text{Cd}^{2+} \uparrow$	←	↓
f) 2. kaba NiSO_4 katısı ekleme Ni^{2+}	→	↑
g) 1. kaba $\text{Na}_2\text{S}_{(k)}$ ekleme $\text{Cd}^{2+} \downarrow$ (CdS katısı suda az çözünür.)	→	↑
h) 2. kaba $\text{NaCl}_{(k)}$ ekleme (NiCl_2 suda az çözünür.) $\text{Ni}^{2+} \downarrow$	←	↓
i) Sıcaklığı artırma	←	↓
j) Soğutma	→	↑

* Piller soğukta iyi çalışır.

* Pil gerilimi çözelti derişimini etkiler.



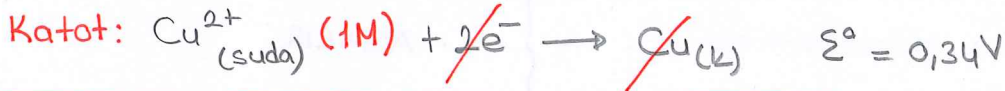
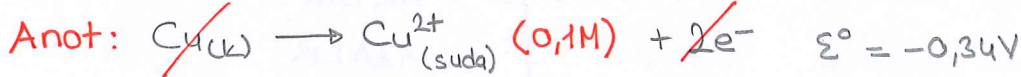
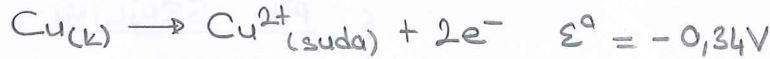
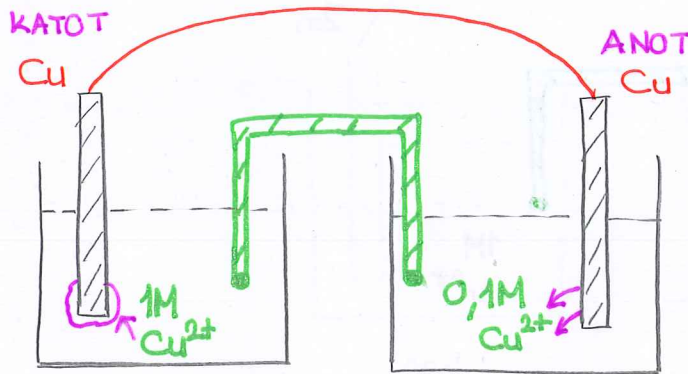
	DENGE	PİL ÖMRÜ
a) 1. kaba su ekleme	→	↑
b) 2. kaba su ekleme	←	↓
c) 1. kaptan su buharlaştırma	←	↓
d) 2. kaptan su buharlaştırma	→	↑
e) 1. kaba $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{k})$ ekleme	←	↓
f) 2. kaba $\text{NaOH}(\text{k})$ ekleme	←	↓
g) 1. kaba $\text{Na}_2\text{S}(\text{k})$ ekleme ($\text{ZnS}(\text{k})$ çöker.)	→	↑
h) 2. kaba 0,1 M HBr ekleme	←	↓
i) 2. kaba 1 M HCl ekleme	Değişmez	Değişmez
j) Soğutma	→	↑
j) $\text{H}_2(\text{g})$ basıncını artırma	←	↓

DERİŞİM PİLLERİ

* Aynı tür elektrotlar ve aynı tür çözeltiden oluşan, derişimlerin farklı olması prensibinden oluşan pillere **derişim pilleri** denir.

* Derişim pilleri çözelti derişimleri eşit olana kadar kalır. Çözelti derişimleri birbirinden ne kadar farklıysa pil potansiyeli ve pil ömrü o kadar fazladır.

* Derişimin düşük olduğu yer anot, derişimin büyük olduğu yer katottur.



* Eğer kaptaki derişimler farklı ise pil potansiyeli Nernst eşitliğiyle bulunur.

$$E_{\text{pil}} = E^{\circ}_{\text{pil}} - \frac{0,0592}{n} \cdot \log K_{\text{pil}}$$

$$K_{\text{pil}} = \frac{[\text{Anot}]^a}{[\text{Katot}]^b}$$

n = Alınan ya da verilen e^- sayısı

E°_{pil} = Standart pil potansiyeli (Elektrotlar farklı ise)
Galvanik pilde

E_{pil} = Toplam pil potansiyeli

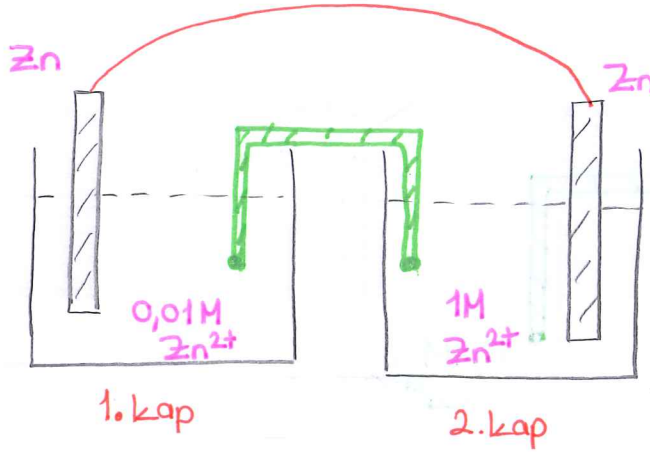


$$K_{\text{pil}} = \frac{0,1}{1} = 10^{-1}$$

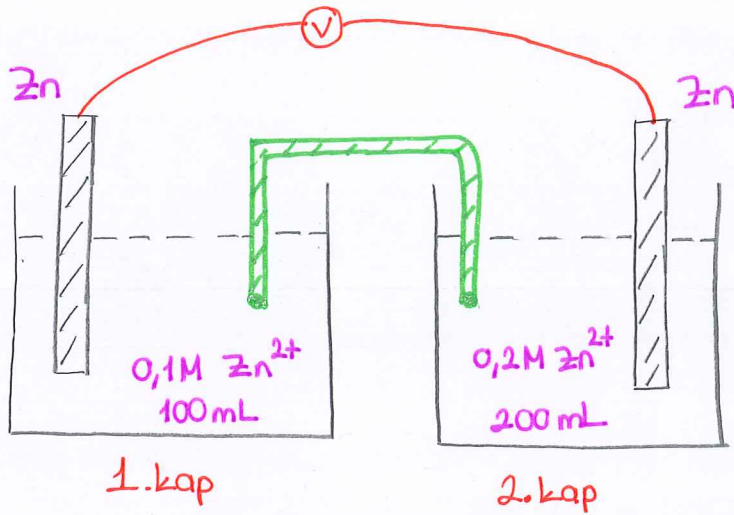
$$E_{\text{pil}} = 0,00 - \frac{0,0592}{2} \cdot \log 10^{-1}$$

$$E_{\text{pil}} = \frac{0,0592}{2} \quad (0,0592 \approx 0,06)$$

ÖRNEK



	PİL GERİLİMİ
1) 1. kaba su ekleme	ARTAR
2) 2. kaba su ekleme	AZALIR
3) 1. kaptan su buharlaştırma	AZALIR
4) 2. kaptan su buharlaştırma	ARTAR
5) 1. kaba ZnSO ₄ katısı ekleme	AZALIR
6) 2. kaba ZnSO ₄ katısı ekleme	ARTAR
7) 1. kaba Na ₂ S katısı ekleme (ZnS _(k) suda az çözünür.)	ARTAR
8) 2. kaba Na ₂ S katısı ekleme	AZALIR
9) 2. kaba 1M Zn(NO ₃) ₂ çözeltisi ekleme	DEĞİŞMEZ



Pil gerilimini sıfır yapabilmek için;

1. kaba 0,01 mol $Zn(NO_3)_2$ katısı ekleyip çözme ✓
 1. kaptan 50 mL su buharlaştırma ✓
 1. kaba 0,3M 100 mL $Zn(NO_3)_2$ in sulu çözeltisinden ekleme ✓
 2. kaba 200 mL su ekleme ✓
 2. kaba 0,02 mol Na_2S katısı ekleme ($ZnS_{(k)}$ suda çözünmez.) ✓
 2. kaba 0,05 M 400 mL $Zn(NO_3)_2$ in sulu çözeltisinden ekleme ✓
- işlemlerinden hangileri sabit sıcaklıkta ve tek olarak uygulanmalıdır?

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2 \quad (\text{su ekleyip buharlaştırma})$$

$$(M_1 \cdot V_1) + (M_2 \cdot V_2) = M_s \cdot V_s$$

$$a) \quad n_{ilk} = 0,01 \text{ mol} \quad n_{son} = 0,01 + 0,01 = 0,02 \text{ mol}$$

$$M_{son} = \frac{n}{V} = \frac{0,02 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 0,2 \text{ M}$$

$$b) \quad n_{ilk} = 0,01 \text{ mol}$$

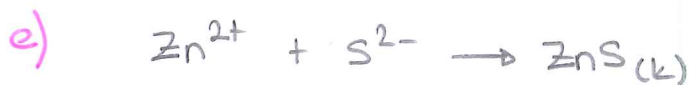
$$M_{son} = \frac{0,01}{0,05} = 0,2 \text{ M}$$

$$c) \quad n_{ilk} = 0,01 \text{ mol} \quad n_{eklenen} = 0,03 \text{ mol}$$

$$M_{son} = \frac{0,04}{0,2} = 0,2 \text{ M}$$

d) $n_{ilk} = 0,04 \text{ mol}$

$$M_{son} = \frac{0,04}{0,4} = 0,1 \text{ M}$$



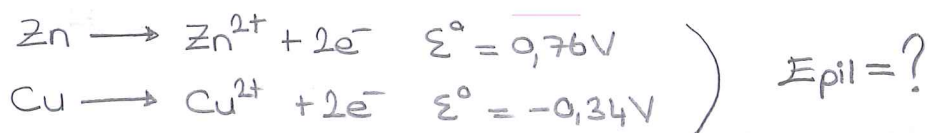
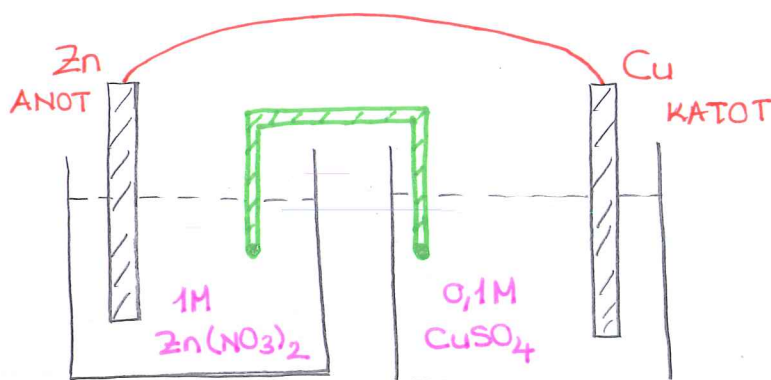
0,04	0,02	
-0,02	-0,02	
0,02	0	

$$M_{son} = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ M}$$

f) $0,04 \text{ mol} + 0,02 \text{ mol} = 0,06 \text{ mol}$

$$M_{son} = \frac{0,06}{0,6} = 0,1 \text{ M}$$

ÖRNEK

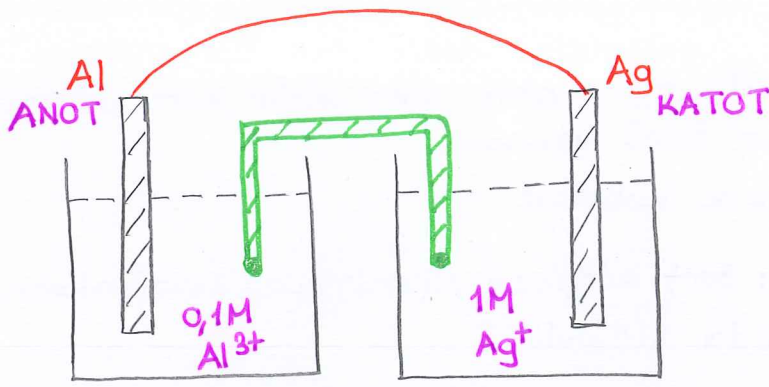


$$E_{pil} = E^\circ_{pil} - \frac{0,06}{n} \cdot \log K_{pil} \quad K_{pil} = \frac{1}{0,1} = 10^1$$

$$E_{pil} = 1,1 - \frac{0,06}{2} \cdot \log 10$$

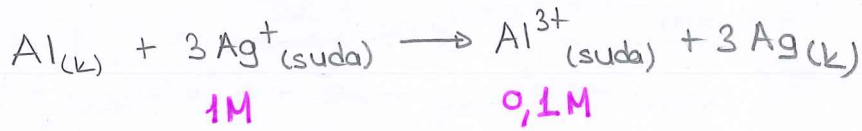
$$E_{pil} = 1,1 - 0,03 = 1,07 \text{ V}$$

" ORNEK



a) Standart pil potansiyelini bulunuz. $2,46\text{V}$

b) Pil potansiyelini bulunuz. $2,48\text{V}$



$$K_{\text{pil}} = \frac{0,1}{1^3} = 10^{-1}$$

$$E_{\text{pil}} = 2,46 - \frac{0,06}{3} \cdot \log 10^{-1}$$

$$E_{\text{pil}} = 2,48\text{V}$$

⊗ Beklenen $E_{\text{pil}} > E^{\circ}_{\text{pil}} \quad E_{\text{pil}} > 2,46\text{V}$

PİL TÜRLERİ

1) **Alkali piller:** Zn - MnO_2 pilleridir. Nemli pasta olarak NaOH veya KOH kullanılır. Bu yüzden alkali (şarj edilemez) pil denir. Fotoğraf makineleri, oyuncaklar ve kameralarda kullanılır. Bu pillere aynı zamanda "**Leclanche pili**" denir.

2) **Civa Pili:** Zn katısı anot, HgO katot işlevi görür. Kuru pillere göre kapasitesi daha büyük ve ömrü uzundur.

Tıpta ve elektronikte kullanılır.

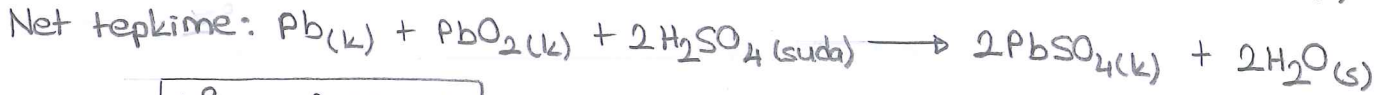
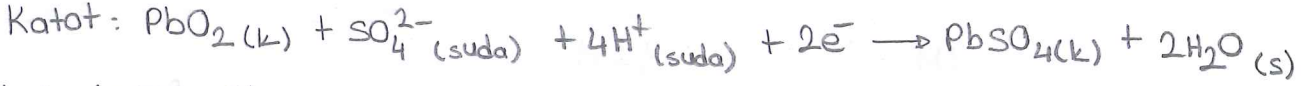
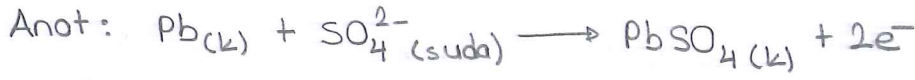
3) **Katı Hal Lityum Pili:** Şarj edilebilir pillerdir. Cep telefonlarında, bilgisayarlarda, kameralarda kullanılır.

4) **Kurşunlu Akümülatör:** Otomobillerde, yüksek ve uzun ömürlü kapasite isteyen cihazlarda kullanılır. Tersinirdir. Defalarca şarj edilebilir.

Anot Pb plakaları, katot PbO₂ plakasıdır.

Elektrolit olarak H₂SO₄ kullanılır.

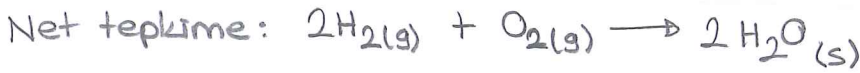
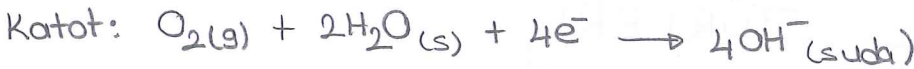
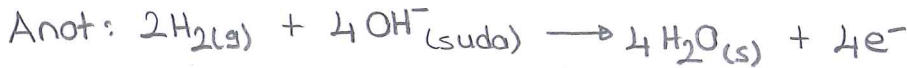
Bu pilin tepkimeleri:



$$E^{\circ}_{\text{pil}} = 2,00 \text{ Volt}$$

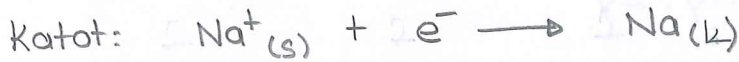
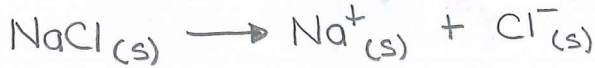
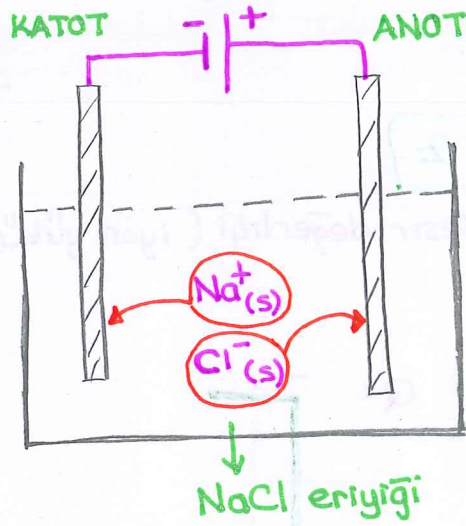
5) **Yakıt Pilleri:** H₂ gazı kullanılarak elde edilen pillerdir. Yakıt olduğu sürece elektrik üretilir. En yaygın olanı H₂-O₂ pildir. Uçay araçlarında kullanılır.

Bu pilin tepkimeleri:



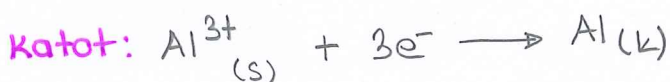
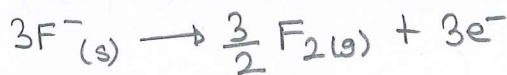
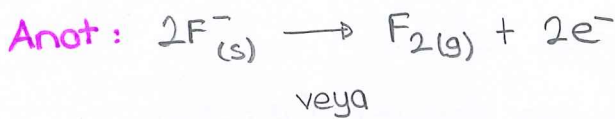
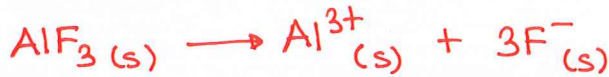
ELEKTROLİZ

- ⊗ Elektrik enerjisi yardımı ile bileşiklerin parçalanarak serbest hallerine dönüştürülmesi işlemidir.
- ⊗ İstemsiz bir olayın elektrik enerjisi ile istemli hale getirilmesidir.
- ⊗ Sanayide genellikle kaplamacılıkta kullanılır.
- ⊗ Elektroliz genellikle tek hücrede gerçekleştirilir.
- ⊗ Güç kaynağının + kutbuna anot, - kutbuna katot denir.
- ⊗ Anotta anyonlar yükseltgenerek, katotta katyonlar indirgenerek serbest hale gelir.



ÖRNEK

AlF_3 eriyiğinin anot ve katot tepkimelerini yazınız.



FARADAY YASALARI

1) Elektrolizde ağığa çıkan madde miktarı devreden geçen elektrik yüküyle doğru orantılıdır.

$$1 \text{ Faraday} = 1F = 1 \text{ mol } e^-$$

$$1F = 96500 \text{ Coulomb}$$

$$Q = I \cdot t$$

Q = Elektrik yükü (coulomb)

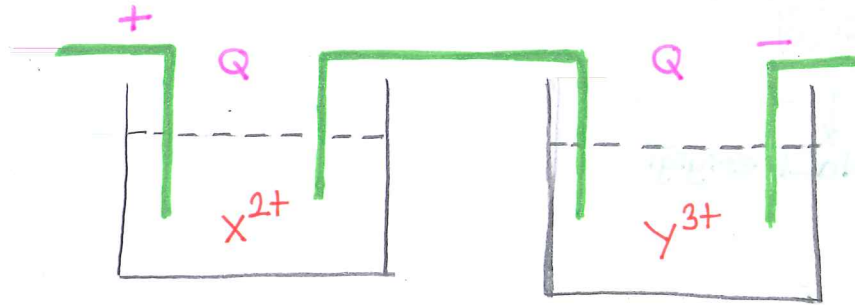
I = Akım şiddeti (amper)

t = Zaman (saniye)

2) Seri bağlı elektroliz kaplarında ağığa çıkan maddelerin eşdeğer gram sayıları eşittir.

$$\text{Eşdeğer gram sayısı} = n \cdot Z$$

n = Mol sayısı , Z = Tesir değeri (iyon yükü)

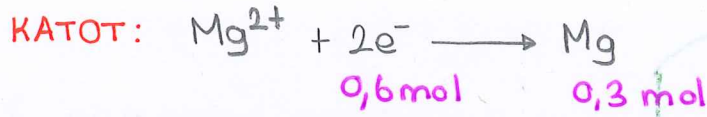


$$n_x \cdot Z_x = n_y \cdot Z_y$$

ÖRNEK

0,6F 'lık elektrik yükü ile $MgCl_2$ sıvısı elektroliz ediliyor. Buna göre;

- Anot ve katot tepkimelerini yazınız.
- Katotta kaç gram madde ağığa çıkar?
- Anotta N-K 'da kaç litre gaz oluşur? ($Mg=24$)



$$0,6F = 0,6 \text{ mole}^-$$



$$\frac{1 \text{ mol Mg} \times 24 \text{ g.}}{0,3 \text{ " } \times \quad ?}$$

$$0,3 \cdot 24 = 7,2 \text{ g. Mg toplanır. (Katotta)}$$

$$\text{N.K'da } \frac{1 \text{ mol gaz} \times 22,4 \text{ L.}}{0,3 \text{ mol} \times \quad ?}$$

$$6,72 \text{ L. hacim kaplar.}$$

ÖRNEK

Erimeş AlF_3 bileşiği 4825 [A] "lik akım ile 100 s elektroliz ediliyor.

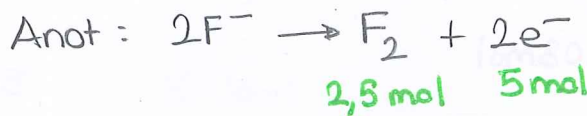
- Anot ve katot tepkimelerini yazınız.
- Katotta kaç g. Al ağıra çıkar? ($\text{Al} = 27$)
- Anotta N.K'da kaç L F_2 gazı oluşur?

$$Q = I \cdot t$$

$$Q = 4825 \cdot 100 = 482500$$

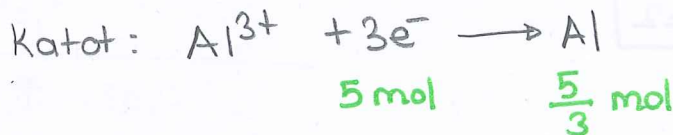
$$\frac{1F \times 96500C}{? \times 482500C}$$

$$5 \text{ mol } e^- \text{ geçer}$$



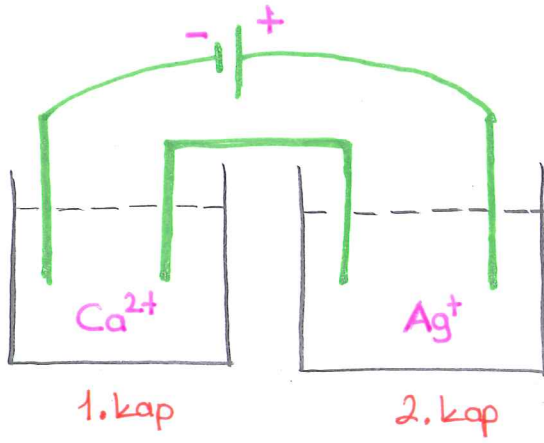
$$\text{NK'da } \frac{1 \text{ mol gaz} \times 22,4 \text{ L.}}{2,5 \text{ mol} \times \quad ?}$$

56 L.

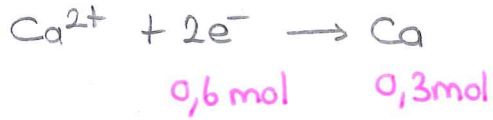


$$\frac{1 \text{ mol Al} \times 27 \text{ g.}}{\frac{5}{3} \text{ mol} \times \quad ?}$$

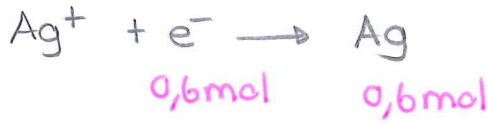
$$45 \text{ g. Al}$$

ÖRNEK

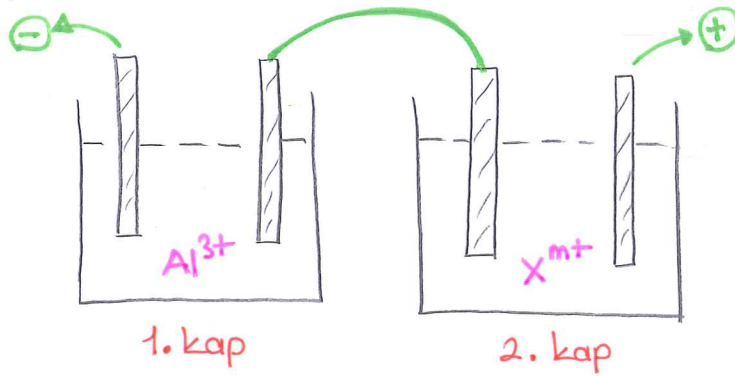
1. kabın katodunda 12g. Ca ağıra çıktığına göre, 2. kabın katodunda kaç g. Ag ağıra çıkar? ($Ag=108$, $Ca=40$)



$$\begin{array}{r} 1\text{mol Ca} \quad 40\text{g.} \\ ? \quad \times \quad 12\text{g.} \\ \hline 0,3\text{mol} \end{array}$$

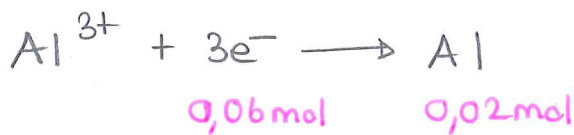


$$\begin{array}{r} 1\text{mol Ag} \quad 108\text{g.} \\ 0,6\text{mol} \quad \times \quad ? \\ \hline 64,8\text{g.} \end{array}$$

ÖRNEK

1. kabın katodunda 0,54 g. Al biriktiği anda 2. kabın katodunda 1,68 g. X birikmektedir.

Buna göre m kaçtır?
($Al=27$, $X=56$)



$$\begin{array}{r} 1\text{mol Al} \quad 27\text{g.} \\ ? \quad \times \quad 0,54\text{g.} \\ \hline 0,02\text{mol} \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 1\text{mol X} \quad 56\text{g.} \\ ? \quad \times \quad 1,68\text{g.} \\ \hline 0,03\text{mol} \end{array}$$

$$m=2$$

SULU GÖZELTİLERDE ELEKTROLİZ

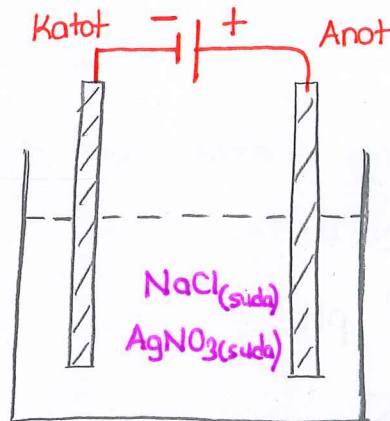
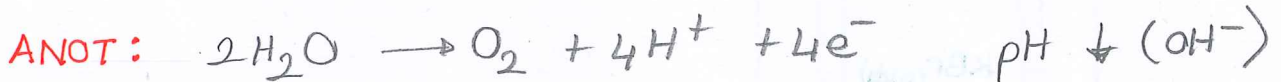
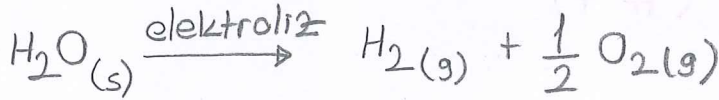
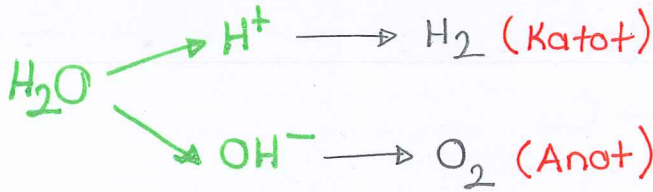
⊗ Eğer bir elektroliz hücresinde birden fazla anyon ya da katyon varsa anot ve katotta öncelikle pasif olan iyonlar serbest hale geçer.

Katyon Aktifliği

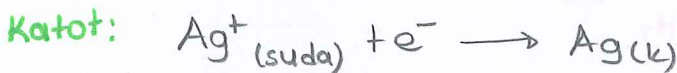
Diğer metaller (Aktif ") > H_2 > Cu > Ag > Hg > Pt > Au
soy metaller

Anyon Aktifliği

F^- > Kökler > OH^- > Cl^- > Br^- > I^-



<u>ANOT</u>	<u>KATOT</u>
Cl^- → en pasif	Na^+
NO_3^-	H^+
OH^-	Ag^+ → en pasif

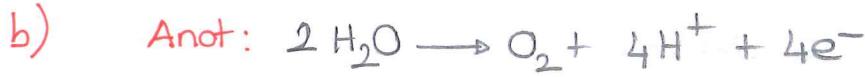
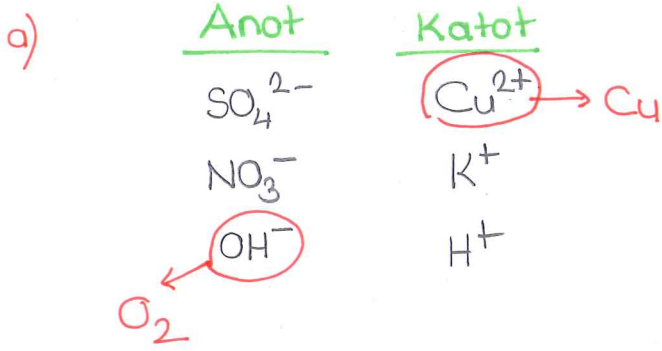


Zamanla pH değişmez.

II ORNEK

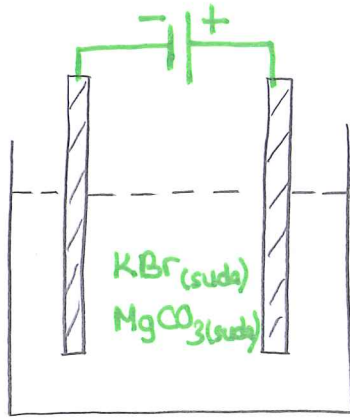
CuSO_4 ve KNO_3 çözeltisi elektroliz ediliyor.

- Anot ve katotta önce hangi elementler ağıra çıkar?
- Anot ve katot tepkimelerini yazınız.
- Zamanla pH nasıl değişir?



- c) pH zamanla azalır. ($\text{H}^+ \uparrow$)

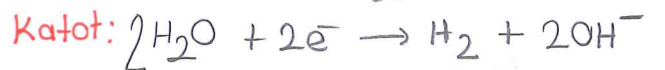
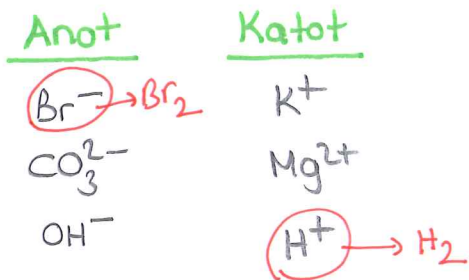
II ORNEK



- a) Anot ve katotta önce hangi elementler ağıra çıkar?

- b) Anot ve katot tepkimesini yazınız.

- c) Zamanla pH nasıl değişir? $\text{pH} \uparrow$



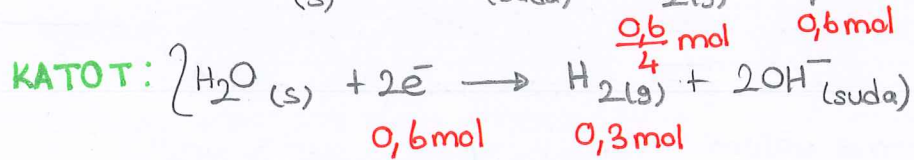
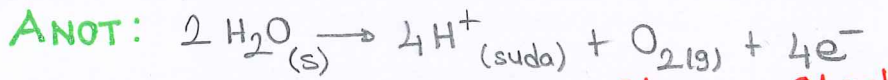
ÖRNEK

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ve BaSO_4 çözeltileri elektroliz ediyor.

a) Anot ve katot tepkimelerini yazınız.

b) Katotta N.K 'da 6,72 L. gaz ağığa çıktığına göre anotta kaç L gaz ağığa çıkar?

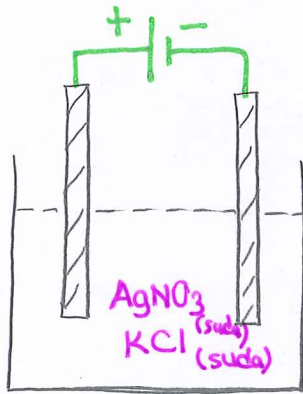
<u>Anot</u>	<u>Katot</u>
NO_3^-	Ca^{2+}
SO_4^{2-}	Ba^{2+}
OH^-	H^+



pH değişmez!

NK' da	1 mol gaz	22,4L.
	?	6,72L.
		0,3 mol

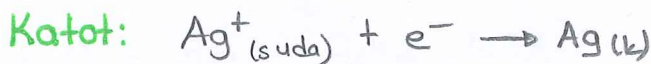
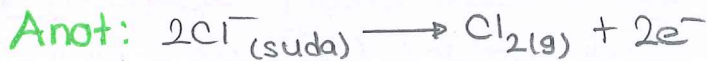
NK' da	1 mol gaz	22,4L.
	$\frac{0,6}{4}$ mol	?
		3,36L. $\text{O}_{2(g)}$

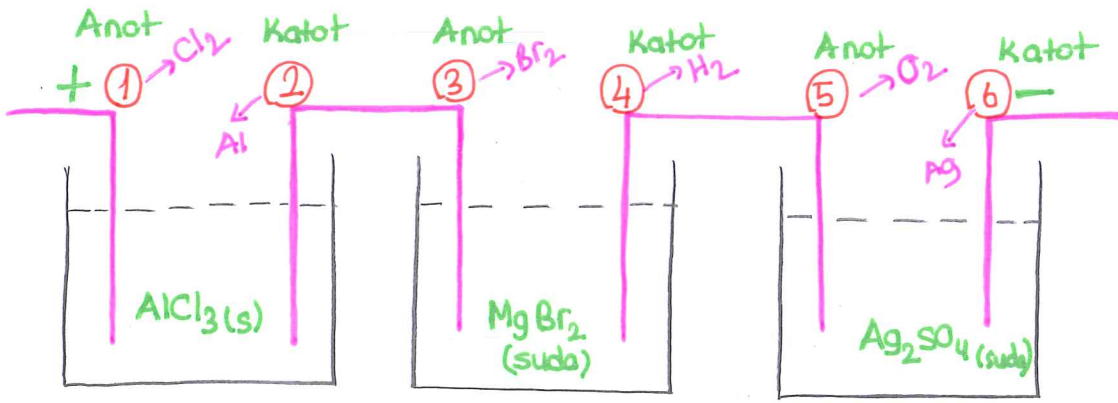
ÖRNEK

e^- verme isteği: $\text{K} > \text{H}_2 > \text{Ag} > \text{Cl}^- > \text{OH}^- > \text{NO}_3^-$

↓
↓

Katot Anot



ORNEK

e^- verme isteği: $Mg > Al > H_2 > Ag > Br^- > Cl^- > OH^- > SO_4^{2-}$

Numaralandırılan elektrotlarda önce hangi elementler ağıra çıkar?

ORNEK

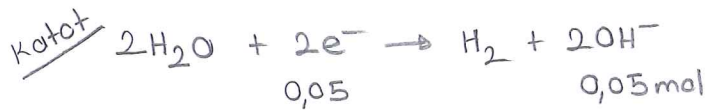
$MgCl_2$ çözeltisi $48 A$ 'lık akımla 100 saniye elektroliz ediliyor. Kalan çözelti $500 mL$ olduğuna göre, çözeltinin pH 'i nedir?

($1F: 96000 C$, e^- verme eğilimi: $Mg > H_2 > Cl^- > OH^- > NO_3^-$)

$$Q = I \cdot t$$

$$Q = 48 \cdot 100 = 4800 C$$

$$0,05F = 0,05 mol$$



$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,05}{0,5} = 0,1M \rightarrow pOH = -\log [OH^-] = -\log 10^{-1}$$

$$pOH = 1, \quad \boxed{pH = 13}$$

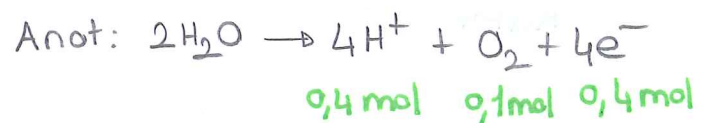
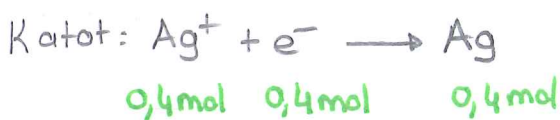
ORNEK

$0,1M$ $4L$ $AgNO_3$ 'ün sulu çözeltisi Ag^+ iyonlarının tümü indirgenene kadar elektroliz ediliyor.

a) Çözeltinin pH 'ini bulunuz. **1**

b) N.K'da hangi gazdan kaç L ağıra çıkar? **2,24L O_2 (g)**

c) Katotta kaç g. Ag metali birikir? ($Ag = 108$) **43,2g. Ag (k)**



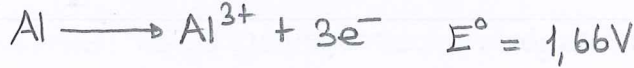
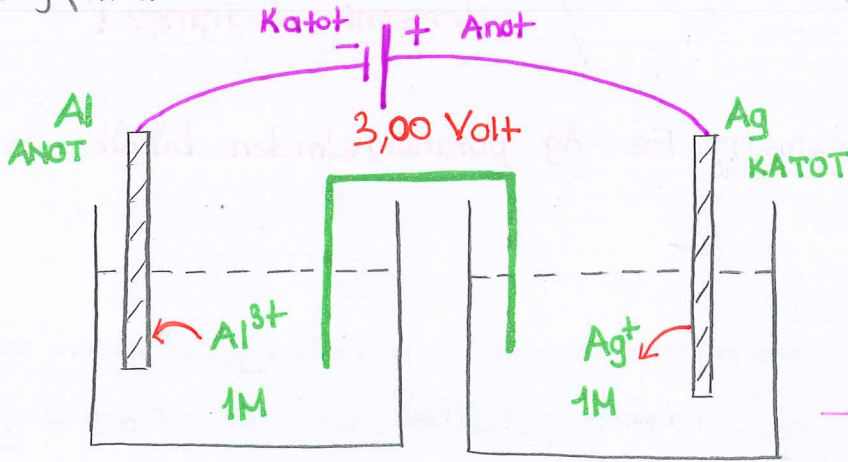
$$\begin{array}{r} 1 mol Ag \quad 108g. \\ 0,4 mol \quad ? \\ \hline 43,2g. Ag \end{array}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,4}{4} = 0,1M$$

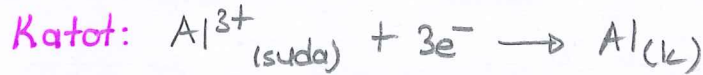
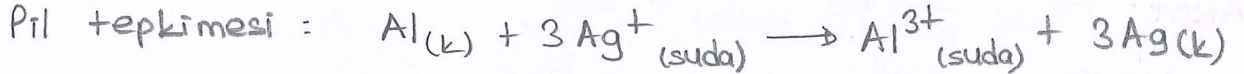
$$pH = 1$$

PİLİN ŞARJ EDİLMESİ

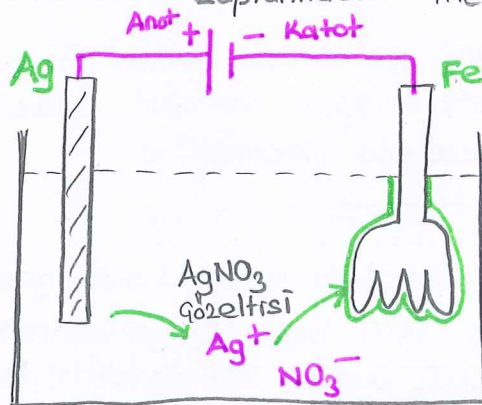
* Bir pil tepkimesine pil potansiyelinden daha büyük zıt yönde voltaj uygulanırsa tepkime tersine döner. Pil tepkimesindeki anot ile katot yer değiştirir.



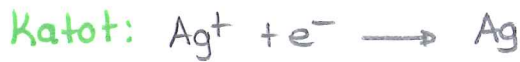
$$E^{\circ}_{\text{pil}} = 1,66 + 0,80 = 2,46\text{V}$$



* **KAPLAMACILIK:** Eğer bir metal kaplanmak isteniyorsa elektroliz devresinde katota bağlanır. Anota ise kaplanılması istenen metal konur, çözültide ise kaplanılacak metalin çözültüsü olmalıdır.



⊗ Kaplamacılıkta genellikle aktifliği düşük metal iyonları tercih edilir yani kolay indirgenmesi ve tepkimeye girmemesi istenir.



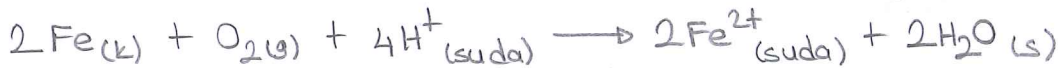
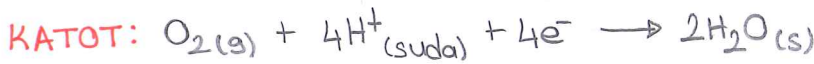
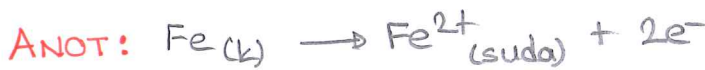
Elektroliz süresince Ag^+ derişimi değişmez!

⊗ Güç kaynağı potansiyeli, Fe-Ag potansiyelinden büyük olmalıdır.

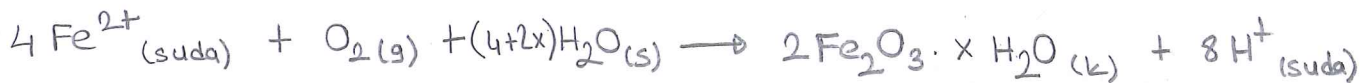
KOROZYON

Metallerin veya alaşımların, içinde buldukları ortamın etkisiyle elektrokimyasal reaksiyonlar sonucunda fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinde değişimlerin oluşmasına **korozyon** denir. Demir bir çivinin üzerinde oluşan pas, gümüş bir eşyanın kararması, bakır bir kabin içinde oluşan yeşil tabaka korozyona örnektir.

Demirin paslanma reaksiyonu:



Anotta oluşan Fe^{2+} yükseltgenmeye devam eder.



Korozyondan Korunma Yöntemleri

1) Boyama

2) Başka bir metal ile kaplama yani galvanize etme. Galvanize etme yönteminde korozyona uğraması istenmeyen metalin yüzeyi düzgün, çok ince ve gatlaksız çinko tabakasıyla kaplanır.

3) Kurban elektrot kullanma

Köprü, gemi, yeraltı petrol boruları veya hava gazı saklama tanklarının korozyondan korunması için boyama, galvanize etme veya elektroliz ile kaplama işlemleri çok uygun olmayabilir. Bu yüzeyleri korumak için metalin standart indirgenme potansiyelinden daha **küçük** standart indirgenme potansiyeline sahip olan bir metal seçilir. Örneğin; bir gemi pervanesinin korozyona uğraması istenmiyorsa seçilen metal parçaları gemi yüzeyine tutturulur.