



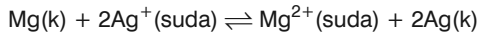
KİMYA VE ELEKTRİK

Elektroliz ve Korozyon

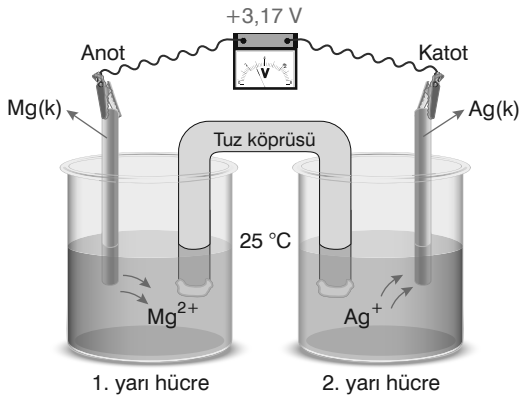
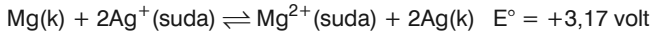
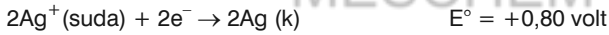
ELEKTROLİZ

- Galvanik hücreler, istemli redoks tepkimelerinin gerçekleştiği sistemlerdir. Yani tepkime kendiliğinden oluşur.
- Bir galvanik hücrede gerçekleşen olayların tam tersinin gerçekleşmesi istenirse, bu istemsiz tepkimenin gerçekleşmesi için dışarıdan sisteme elektrik enerjisi verilmelidir.
- İstemsiz redoks tepkimelerinin elektrik enerjisi kullanılarak gerçekleşmesi olayları **elektroliz** olarak tanımlanır.
- Elektrik enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren elektrokimyasal hücreye **elektrolitik hücre** (elektroliz hücresi) denir.

Galvanik Hücreden Elektrolitik Hücreye

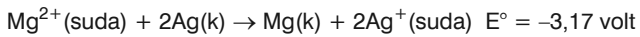


tepkimesinin gerçekleştiği galvanik hücrede üretilen potansiyel,



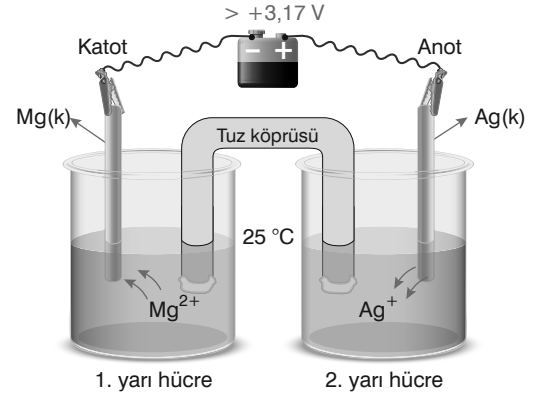
GALVANİK HÜCRE

İstemli olan bu tepkimenin aynı düzenekte geriye doğru gerçekleşmesinin sağlanması için düzenekteki iletken tel üzerine sisteme elektrik enerjisi veren yeterli potansiyele sahip bir güç kaynağı (batarya, üreteç) bağlanmalıdır.



- E° değerinin negatif olması bu tepkimenin kendiliğinden gerçekleşmeyeceğini ve dışarıdan enerji verilmesi gerektiğini gösterir.

- İletken tel üzerine bağlanması gereken güç kaynağının potansiyeli $+3,17$ volttan büyük olmalıdır.



ELEKTROLİTİK HÜCRE

1. yarı hücre	2. yarı hücre
Mg elektrot katottur.	Ag elektrot anottur.
Mg^{2+} iyonları indirgenir.	Ag metali yükseltgenir.
Mg elektrot kütlesi artar.	Ag elektrot kütlesi azalır.
Tuz köprüsündeki katyonlar gelir.	Tuz köprüsündeki anyonlar gelir.
Negatif işaretlidir.	Pozitif işaretlidir.
Dış devredeki elektron hareketi Ag elektrottan Mg elektroda doğrudur.	
Üretecin potansiyeli $+3,17$ V den büyük olmalıdır.	

Örnek

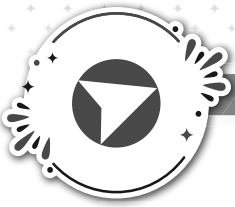
Elektrolitik hücreler ile ilgili;

- Galvanik hücrede anot olan elektrot, elektrolitik hücrede katottur.
- Sistemde kullanılan üreteç potansiyeli, anot ve katotta gerçekleşmesi istenen yarı tepkimelerin potansiyellerinin toplamından küçük olmalıdır.
- Pasif olan metalin yükseltgenip, aktif olan metalin indirgendiği bir sistemdir.

bilgilerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm..



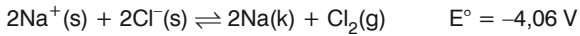
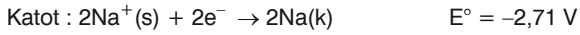
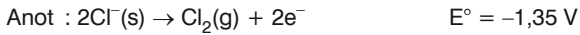
Elektroliz ve Korozyon

TUZ ERİYİĞİNİN ELEKTROLİZİ

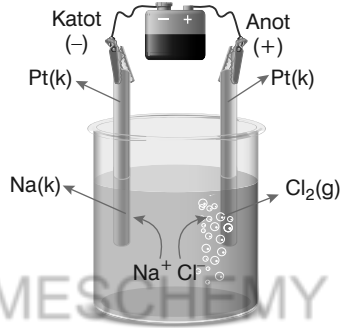
Saf tuzun eriyiği (sıvısı) elektrolittir. Yeterli potansiyele sahip bir üretece bağlı anot ve katot elektrotlar bu sıvıya daldırılırsa anotta yükseltgenme ve katotta indirgenme gerçekleşir.

- Bir tuzun ısıtılarak sıvılaştırılmasıyla elde edilen hâline ergimiş tuz denir. Ergimiş NaCl tuzundaki katyon ve anyon Na^+ ve Cl^- dir.

Hücredeki elektrot tepkimeleri aşağıdaki gibi gerçekleşir.



- Üretcin pozitif kutbunun (+) bağlandığı elektrot anot, negatif (-) kutbunun bağlandığı elektrot katottur.
- Üretcin potansiyeli +4,06 V den büyük olmalıdır.
- Anyonlar anoda ve katyonlar katoda gider. Anyonlar gittikleri pozitif elektrotta elektron bırakarak yükseltgenir, katyonlar gittikleri negatif yüklü elektrotta elektron alarak indirgenir.
- Anotta Cl_2 gazı oluşur ve elektrodun kütlesi değişmez.
- Katotta Na metali oluşur ve elektrot üzerine yapışır elektrodun kütlesi artar.



Örnek

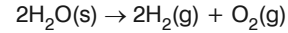
CuF_2 , CaBr_2 , AlCl_3 eriyiklerinin bulunduğu bir sıvı elektroliz edildiğinde katot ve anotta maddelerin toplanma sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

(Elektron verme eğilimi : $\text{Ca} > \text{Al} > \text{Cu} > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$)

	Katotta toplanma sırası	Anotta toplanma sırası
A)	Cu, Al, Ca	Br_2 , Cl_2 , F_2
B)	Ca, Al, Cu	F_2 , Cl_2 , Br_2
C)	Cu, Ca, Al	Br_2 , Cl_2 , F_2
D)	Al, Cu, Ca	Cl_2 , Br_2 , F_2
E)	Cu, Al, Ca	Br_2 , F_2 , Cl_2

Çözüm..

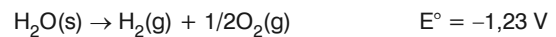
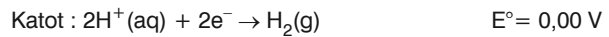
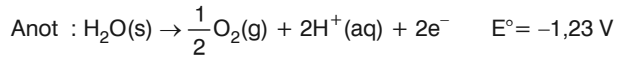
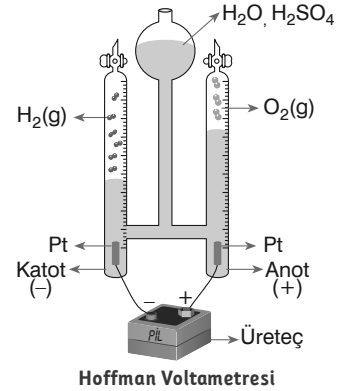
SUYUN ELEKTROLİZİ



- Oda koşullarında istemli olmayan yukarıdaki tepkime elektroliz yoluyla gerçekleştirilebilir. Suyun elektrolizi için kullanılan düzeneğe Hoffman Voltametri olarak adlandırılır.

Yandaki düzeneğin orta bölmesine H_2O konulur. Elektrolizi hızlandırmak ve kolaylaştırmak için suya çok az 0,1 M H_2SO_4 ilave edilir.

Düzenekte anotta ilk olarak OH^- nin yükseltgenmesi gerekir ancak OH^- derişimi çok küçük olduğundan ortamdaki H_2O yükseltgenerek O_2 gazı açığa çıkar. Anotta ise H^+ iyonları indirgenerek H_2 gazı oluşturur.

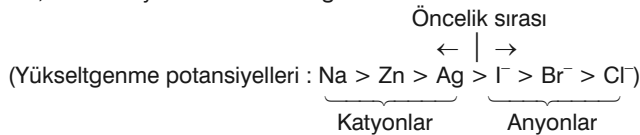


- Kullanılan üretcin potansiyeli +1,23 V den büyük olmalıdır.
- Elektroliz sonucu oluşan H_2 gazının hacmi, aynı koşullarda O_2 gazının hacminin 2 katıdır.

BİLGİ

Farklı tuzların karışımından oluşan bir eriyik elektroliz edildiğinde katyonlar katotta sırasıyla indirgenirken, anyonlar anotta sırasıyla yükseltgenir.

NaCl, ZnI_2 ve AgBr tuzlarının karışımı bir eriyik hâlinde elektroliz edildiğinde; Na^+ , Zn^{2+} ve Ag^+ iyonları katot elektroda gider ve Cl^- , I^- ve Br^- iyonları ise anoda gider.



- Katyonlardan indirgenme potansiyeli büyük olan katotta öncelikli indirgenir. Buna göre katotta önce Ag^+ indirgenir, sonra Zn^{2+} indirgenir ve en son Na^+ indirgenir. Katotta sırasıyla Ag, Zn ve Na metalleri toplanır.
- Anyonlardan yükseltgenme potansiyeli büyük olan anotta öncelikli yükseltgenir. Buna göre katotta önce I^- , sonra Br^- ve en son Cl^- yükseltgenir. Anotta sırasıyla I_2 , Br_2 ve Cl_2 oluşur.



Tuzlu Suyun Elektrolizi

NaCl tuzu suda çözündüğünde Na^+ ve Cl^- iyonlarına ayrılır. Ancak tuzlu su içinde az miktarda H^+ ve OH^- iyonları ile birlikte bolca H_2O molekülü de vardır.

Tuzlu suya daldırılan anot elektrotta anyonlar sırasıyla yükseltgenmeli, katotta ise katyonlar sırasıyla indirgenmelidir.

(Yükseltgenme sırası : $\text{Na} > \text{H}_2 > \text{Cl}^- > \text{OH}^-$)

Na^+ ve H^+ katyonları katoda gider ve indirgenme potansiyeli büyük olan H^+ öncelikle indirgenmelidir. Ancak H^+ iyonu çok az olduğundan onun yerine H_2O molekülleri indirgenir.

Cl^- ve OH^- anyonları anoda gider ve yükseltgenme potansiyeli

büyük olan Cl^- iyonu öncelikle yükseltgenerek Cl_2 gazı oluşmasını sağlar.

Katot : $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^- (\text{suda}) + \text{H}_2(\text{g})$ $E^\circ = -0,83 \text{ V}$

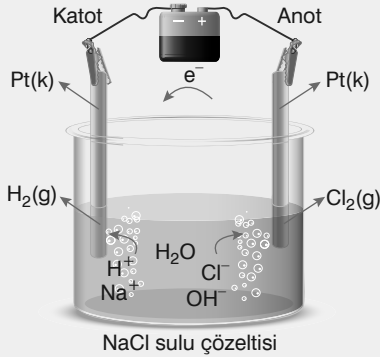
Anot : $2\text{Cl}^- (\text{suda}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$ $E^\circ = -1,36 \text{ V}$

$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}^- (\text{suda}) \rightarrow 2\text{OH}^- (\text{suda}) + \text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ $E^\circ = -2,19 \text{ V}$

➤ NaCl sulu çözeltisinin elektrolizinde üretcin potansiyeli +2,19 V den büyük olmalıdır.

➤ Elektroliz sonucu katotta H_2 gazı ve anotta Cl_2 gazı oluşur.

➤ Katot tepkimesinde zamanla oluşan OH^- iyonları çözeltinin bazik olmasına neden olur ve pH zamanla artar.



NaCl sulu çözeltisi

FARADAY ELEKTROLİZ YASALARI

Michael Faraday tarafından 1800'lü yıllarda elektrolizle ilgili çalışmalar yapılmış ve elektroliz devresinden geçen yük miktarı ile madde miktarları arasında ilişkiler kurulmuştur.

Faraday'ın 1. Yasası

- Elektroliz sonucunda anot ve katotta toplanan veya çözünen madde miktarı devreden geçen elektrik yük miktarıyla doğru orantılıdır.
- Elektroliz devresinden geçen Avogadro sayısı kadar (1 mol) elektron içeren yük miktarına 1 Faraday (F) denir.

1 mol elektron yükü = 1 Faraday (F) = 96485 coulomb
(96485 coulomb genellikle 96500 coulomb olarak kullanılır.)

- 1 amperlik akımın bir devrede 1 saniye geçmesi sonucu oluşan elektriksel yüke 1 coulomb denir

FORMÜL

$$Q = I \cdot t \quad (\text{Coulomb} = \text{Amper} \times \text{Saniye})$$

- Elektroliz sonucunda toplanan ya da çözünen madde kütlesi aşağıdaki formül ile bulunur.

FORMÜL

$$m = \frac{Q \cdot M_A}{96500 \cdot Z} = \frac{I \cdot t \cdot M_A}{96500 \cdot Z}$$

Q : Devreden geçen yük (coulomb)

I : Akımın şiddeti (amper)

t : Akımın geçtiği süre (saniye)

M_A : Toplanan ya da çözünen maddenin mol kütlesi (g/mol)

Z : Alınan verilen elektron sayısı (Tesis değeri)

Faraday'ın 2. Yasası

- Farklı elektrolitlerden eşit miktarda elektrik yükü geçirildiğinde anot veya katotta meydana gelen kütle değişimi, iyonların eş değer kütleleri ile doğru orantılıdır.
- Elektroliz devresinden geçen 1 mol elektron, 1 eşdeğer kütle kadar maddenin çözünmesini ya da toplanmasını sağlar.
- Bu yasa, seri bağlı elektroliz devreleri için de geçerlidir. Çünkü seri bağlı devrelerden geçen akım ve akımın geçtiği süre eşit olduğundan devreden geçen elektrik yükü de eşittir.
- Seri bağlı elektroliz devreleri için yukarıdaki kanun aşağıdaki bağlantıyla ifade edilir.

FORMÜL

$$\frac{m_1 \cdot Z_1}{M_{A1}} = \frac{m_2 \cdot Z_2}{M_{A2}}$$

m : Toplanan maddenin kütlesi

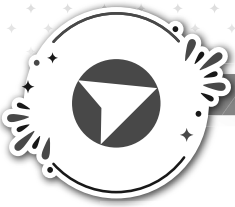
M_A : Toplanan ya da çözünen maddenin mol kütlesi

Z : Alınan verilen elektron sayısı (Tesis değeri)

- Elektroliz sorularının çözümünde yukarıdaki formüllerden yararlanılabildiği gibi tepkime denklemleri üzerinden oran/orantı yoluyla da problemler çözülebilir.

TANIM

Bir maddenin mol kütlesinin tesis değerliğine bölünmesiyle elde edilen değere eş değer kütle denir.



Elektroliz ve Korozyon

- Mg nin mol kütlesi 24 g/mol ve tesir değeri 2 dir.
Mg nin 1 eş değer kütlesi $\frac{24}{2} = 12$ olarak bulunur.
- Al nin mol kütlesi 27 g/mol ve tesir değeri 3 tür.
Al nin 1 eş değer kütlesi $\frac{27}{3} = 9$ olarak bulunur.
- 1 mol elektron geçişi 1 eş değer gram madde toplar ya da çözer.
- Buna göre 1 mol elektron 12 g Mg toplar ya da 9 g Al toplar.

Örnek

Krom(III) klorür ergimiş tuzunun elektrolizi sonucunda katot elektrotta 4,16 g krom (Cr) metalinin toplanması için devreden geçmesi gereken elektrik yükü miktarı kaç coulomb'tur? (Cr = 52 g/mol)

- A) 7720 B) 9650 C) 19300
D) 23160 E) 46320

Çözüm..

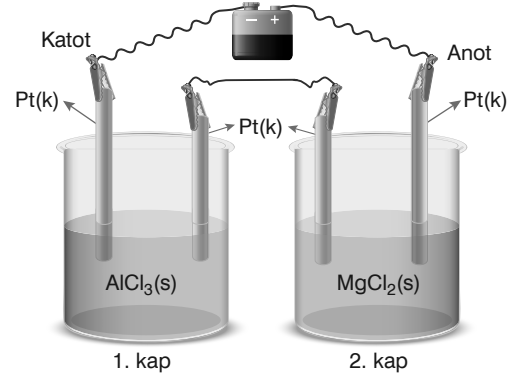
Örnek

Ergimiş FeBr_2 tuzunun 0,965 amperlik akımla 3000 saniye süreyle elektrolizi sonucunda katotta toplam kaç g Fe(k) toplanır? (Fe = 56 g/mol)

- A) 0,28 B) 0,42 C) 0,56
D) 0,84 E) 1,12

Çözüm..

Örnek



Şekildeki seri bağlı elektroliz sisteminde 2. kabın katodunda 9,6 gram Mg toplandığında 1. kabın katodunda açığa çıkan Al metalini kütlesini ve anodunda açığa çıkan Cl_2 gazının normal koşullardaki hacmini bulunuz. (Mg = 24 g/mol, Al = 27 g/mol)

Al kütlesi : Cl_2 hacmi :

Çözüm..

Örnek

XCl_n ve YCl_2 eriyiklerinin ayrı ayrı bulundukları 2 kap seri bağlı olarak elektroliz edildiğinde katotlarda 9,6 g X ve 12 g Y metalleri toplanıyor.

Buna göre XCl_n tuzundaki n değeri kaçtır?

(X = 48 g/mol, Y = 40 g/mol)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

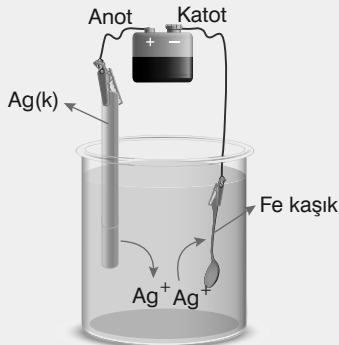
Çözüm..



Elektroliz ile Metallerin Saflaştırılması ve Kaplanması

- Endüstride elektroliz işleminden maddelerin saflaştırılmasında ve kaplanmasında sıklıkla yararlanılır.
 - Safsızlık içeren gümüş anot elektrot, saf gümüş katot elektrot, çözelti de Ag^+ iyonlarını içerecek şekilde bir elektroliz düzeneği kurulduğunda anottan çözülen Ag^+ iyonları katotta toplanır ve Ag safsızlıklarından arındırılmış olur.
- Günlük hayatta yaygın olarak kullanılan metaller dış etkenlerden dolayı zamanla aşınır ve yapısal bozunmaya uğrar. Bu metallerin üzeri pasif bir metal ile kaplandığında metaller aşınmadan ve bozunmadan korunur.
 - Kaplamacılıkta altın, gümüş, krom, nikel, bakır gibi metaller kullanılır. Metalle kaplama işleminde **kaplanacak madde katot elektrot, kaplayacak madde anot elektrot** olarak yerleştirilir. Elektrolit olarak anotta kullanılan metalin iyonunu içeren çözelti kullanılır.

Fe metalinden yapılmış bir kaşığın, Ag metali ile kaplanmasını inceleyelim.



- Fe kaşık katot elektroda, Ag metal çubuk ise anot elektroda bağlanır. Elektrolit çözelti olarak gümüş iyonu içeren çözelti ($AgNO_3$) kullanılır.
- Sulu çözelti içindeki gümüş iyonları katoda giderek indirgenir ve Fe kaşık üzerinde toplanır.
- Anot elektrottaki Ag metali ise yükseltgenerek çözeltiye Ag^+ iyonları olarak geçer.
- Ag elektrottan çözünen miktardaki Ag metali, Fe kaşık üzerinde toplanır.
- Çözeltideki Ag^+ miktarı ve derişimi değişmez.

KOROZYON

- Metallerin dış etkiler nedeniyle kimyasal olarak aşınmasına **korozyon (paslanma, çürüme)** denir.
- Metallerin korozyonu özellikle nemli ortamlarda havadaki oksijenle yükseltgenip metal oksitleri oluşturma şeklinde olur.
 - Asidik ortamda demir metali ortamdaki O_2 gazıyla tepkimeye girerek $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ bileşimini oluşturur. Bu bileşik halk arasında **pas** olarak adlandırılır. Bileşiğin formülündeki n sayısal değeri ($n = 1, 2, 3...$) ortam şartlarına bağlı olarak değişebilir.
- Metalde oluşan korozyon etkisi, ortam şartlarına ve korozyona uğrayan metalin aktifliğine bağlı olarak değişir.
 - Nemli ortamdaki demir metali, kuru hava ortamında bulunan demir metaline göre daha kısa sürede paslanır.
 - Aynı koşullar altındaki aktif bir metal, kendinden daha pasif metale göre daha kısa sürede paslanır.

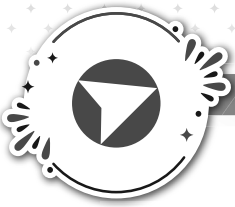
KOROZYONA KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLER

- Korozyona uğrayan metallerin yapısı kimyasal olarak bozunur ve genellikle o metalin oksitlerine dönüşür. Bu durum metalin görünümünün ve bütünlüğünün bozulmasına sonrasında da işlevini kaybetmesine neden olur.
- Metallerin korozyondan korunması için, bu etkiye neden olacak faktörlerin ortadan kaldırılması ya da engellenmesi gereklidir.
- Metallerin korozyondan korunması için, aşağıdaki uygulamalar yapılabilir.



- Boyamak
- Başka bir metal ile kaplamak (Galvanizleme, kalaylama)
- Korozyona dayanıklı malzemeler kullanmak
- Katodik koruma sistemleri kullanmak



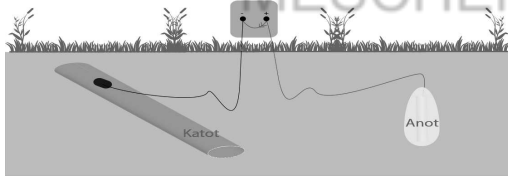


Elektroliz ve Korozyon

- Metaller boyandığında yüzeyi kaplayan boya metalin açık hava ile temasını keser ve oksitlenme önlenmiş olur.
- Korozyona dayanıklı malzemeler genellikle yüksek maliyetlidir. Krom, nikel ve alüminyum metallerinin yüzeyi açık havada çok ince bir oksit tabakası ile doğal olarak kendiliğinden kaplanır. Bu metaller kendi yüzeylerinde oluşan bu tabakadan dolayı korozyona karşı dayanıklıdır.

Katodik Koruma

- Metalleri korozyondan korumanın en etkili yoludur.
- Birbirine temas hâlindeki metallerin aktifliklerinden dolayı yükseltgenme önceliğine dayanan bir yöntemdir.
- Katodik korumada genellikle magnezyum, alüminyum, çinko gibi korunacak metalden daha aktif metaller kullanılır. Bu metaller korozyondan korunacak cisme doğrudan ya da bir tel yardımıyla bağlanır. Aktif metal yükseltgenirken demir ya da çelik yüzey açığa çıkan elektronları alır ve katot görevi görür.
- Pozitif yüklü anot elektrot, daha aktif bir metalden oluşur. Korunacak olan metal katot elektrot olarak davranır. Anot elektrot daha aktif olduğundan öncelikli olarak yükseltgenir ve zamanla aşınır. Korunacak olan metal bu arada aşınmaz.



Katodik koruma

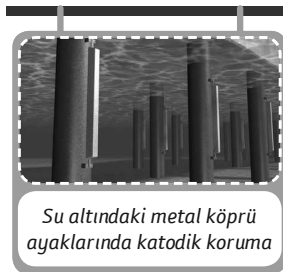
TANIM

Katodik korumada metali korozyondan korumak için metale, aktifliği bu metalden daha fazla olan bir metal bağlanır. Bağlanan bu metale **kurban elektrot** denir.

- Anot görevi gören kurban elektrot korunmak istenen metalin yerine yükseltgenir.
- Metal borular, deniz araçları, depolama tankları, LPG tankları ve su sistemleri kurban elektrodun kullanım alanlarından bazılarıdır.



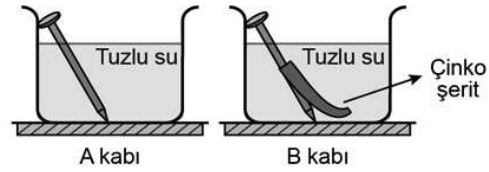
Petrol ya da doğal gaz boru hatlarında katodik koruma



Su altındaki metal köprü ayaklarında katodik koruma

ÖSYM

Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi tuzlu su çözeltisi bulunan A kabına demir çivi, B kabına ise kaynak yapılarak çinko şerit tutturulmuş demir çivi bırakılıyor. Yeterli süre beklendiğinde A kabındaki demir çivi paslanırken B kabındaki demir çivinin paslanmadığı gözleniyor.



B kabındaki demir çivinin paslanmamasının nedeni ile ilgili,

- Demir yerine çinko metali yükseltgenmiştir.
- Demir metali çinko metaline göre daha aktiftir.
- Çinko şerit kurban elektrot olarak davranmıştır.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

Çözüm..

Örnek

- Demirden yapılan merdiven korkuluklarının yağlı boya ile boyanması
- Yük gemilerinde gemi yüzeyine alüminyum ve magnezyum plakaların bağlanması
- Elektroliz yoluyla demir bir kaşığın krom metali ile kaplanması

Yukarıdaki uygulamalardan hangileri metallerin korozyondan korunması için kullanılır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm..