12. SINIF KİMYA · 1. DÖNEM 1. YAZILI · 90+ SÜRÜMÜ

Kimya ve Elektrik: Redoksdan Pile, Elektrolizden Korozyona

Bir pil elektriği nereden üretir, hangi metal hangisinin iyonunu indirger, telefon bataryası neden lityumdur, gemilerin gövdesine neden magnezyum bloklar bağlanır? Bu notta yazılıda sorumlu olduğun her konuyu şekillerle, **Derinleşelim** kutularıyla ve adım adım çözümlü örneklerle bulacaksın. Örnekler **Kolay, Orta, Zor** diye zorlaşır. Sonda konuları birleştiren AYT tarzı bir **90+ Atölyesi** ve cevap anahtarlı **2 prova** var.

Sınav bilgisi ve kapsam

Kazanım	Konu	Tahmini soru
12.1.1.1	Redoks tepkimeleri; yükseltgenme basamağı; denkleştirme (iyonik redoks hariç)	1–2
12.1.1.2	Redoks tepkimeleri ile elektrik enerjisi ilişkisi; istemlilik	0–1
12.1.2.1	Elektrot, yarı hücre, hücre; anot-katot; tuz köprüsü; inert elektrot	1
12.1.3.1	Standart elektrot potansiyelleri; aktiflik sırası; standart olmayan koşullar	1–2
12.1.4.1 – 12.1.4.2	Galvanik pillerin voltajı ve ömrü; lityum iyon piller	1
12.1.5.1 – 12.1.5.2	Elektroliz; Faraday bağıntısı; suyun elektrolizi; kaplama	1
12.1.6.1	Korozyon ve korunma; kurban elektrot	0–1

Önemli: 12. sınıf Kimya yazılısı **ortak yazılı (OYSS) kapsamında değildir**; tarihi, kapsamı ve soru türü okulun tarafından belirlenir. 12. sınıf bu yıl da **2018 Kimya Dersi Öğretim Programı** ile işlenir (yeni program 12. sınıfa kademeli olarak gelecek). İlk dönemin ilk ünitesi **Kimya ve Elektrik**tir. **Kapsamı ve tarihi öğretmeninden teyit et.** Tablodaki sayılar bu notun tahminidir.

Programdaki sınırlar: İyonik redoks tepkimelerinin denkleştirilmesine **girilmez**. Yaygın yükseltgenler (O_2, $KMnO_4$, H_2SO_4, HNO_3, H_2O_2) ve indirgenler (H_2, SO_2) tanıtılır. Standart olmayan koşullarda elektrot potansiyeli hesabına yer verilir. Faraday bağıntısıyla hesaplama yapılır. **YKS bağlantısı:** Bu ünite AYT Kimya'nın elektrokimya bölümüdür.

Tam puan için cevap yazma (Kimya)

Puan parçası	Öğretmenin baktığı şey
Kavram	Anot/katot, yükseltgen/indirgen, istemli/istemsiz terimlerini doğru kullandın mı?
Yarı tepkime	Anot ve katot yarı tepkimelerini elektronlarıyla yazdın mı? ($Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$)
İşaret ve potansiyel	$E^\circ_{pil} = E^\circ_{katot} - E^\circ_{anot}$ bağıntısını kullanıp işareti yorumladın mı?
Elektron sayımı	Faraday sorusunda mol elektron sayısını iyon yüküyle ilişkilendirdin mi?
Birim	V, C, A, s, g: birimsiz sonuç eksiktir.

Mini örnek: Zn-Cu pilinde elektronların hangi yönde aktığını ve tuz köprüsünün görevini açıklayınız.

Zayıf cevap

"Elektronlar Cu'dan Zn'ye gider, tuz köprüsü akım sağlar."

Yön yanlış; tuz köprüsünde elektron değil iyon hareket eder. Puan alamaz.

Tam puanlık cevap

Zn, Cu'dan daha aktiftir ($E°_{Zn}$ = −0,76 V, $E°_{Cu}$ = +0,34 V); Zn **anot** olur ve yükseltgenir. Elektronlar dış devreden **Zn'den Cu'ya** akar. Tuz köprüsündeki iyonlar kaplar arasında hareket ederek **yük dengesini** sağlar ve devreyi tamamlar; anot kabına anyonlar, katot kabına katyonlar göç eder.

Aktiflik + anot-katot + elektron yönü + iyon göçü.

1. Redoks tepkimeleri ve yükseltgenme basamağı

12.1.1.1 (tahmini 1–2 soru)

Yükseltgenme: elektron verme, yükseltgenme basamağının artması. **İndirgenme:** elektron alma, basamağın azalması. Yükseltgenen madde **indirgen**dir (karşısındakini indirger); indirgenen madde **yükseltgen**dir.

Yükseltgenme basamağı kuralları:

- Element hâlindeki atomlar: 0 (Fe, O_2, Cl_2).
- Tek atomlu iyonlar: iyon yükü (Na^+: +1, S^{2-}: −2).
- Bileşiklerde 1A metalleri +1, 2A metalleri +2, F −1.
- H çoğunlukla +1 (metal hidrürlerde −1).
- O çoğunlukla −2 (peroksitlerde, H_2O_2: −1).
- Nötr bileşikte basamaklar toplamı 0; çok atomlu iyonda iyon yüküne eşittir.

Yükseltgenme
$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
0 ⇒ +2 (artar)
Zn: **indirgen**

İndirgenme
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
+2 ⇒ 0 (azalır)
Cu^{2+}: **yükseltgen**

Şekil 1. "YİV-İAZ": Yükseltgenme = elektron Verme, basamak Artar; İndirgenme = elektron Alma, basamak Azalır.

KOLAY **Örnek 1: $KMnO_4$, H_2SO_4 ve H_2O_2 bileşiklerinde altı çizili atomların yükseltgenme basamaklarını bulunuz: $K\underline{Mn}O_4$, $H_2\underline{S}O_4$, $H_2\underline{O}_2$.**

$KMnO_4$: (+1) + x + 4(−2) = 0 ⇒ **Mn: +7**. H_2SO_4: 2(+1) + x + 4(−2) = 0 ⇒ **S: +6**. H_2O_2: peroksit ⇒ 2(+1) + 2x = 0 ⇒ **O: −1**.

ORTA **Örnek 2: $Cu + HNO_3(derişik) \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$ tepkimesini elektron alışverişiyle denkleştiriniz; yükseltgen ve indirgeni belirtiniz.**

Cu: 0 ⇒ +2 ($2e^-$ verir). N: +5 (HNO_3) ⇒ +4 (NO_2) ($1e^-$ alır). Elektron eşitliği: 1 Cu, 2 NO_2. $Cu(NO_3)_2$'deki 2 N da eklenince 4 HNO_3; H dengesiyle 2 H_2O. Sonuç: **$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$**. İndirgen: **Cu**; yükseltgen: **HNO_3**. Kontrol (O): 12 = 6 + 4 + 2.

ZOR **Örnek 3: $Cu + H_2SO_4(derişik) \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + H_2O$ tepkimesini denkleştiriniz. Bu tepkimede H_2SO_4'ün iki farklı görevini açıklayınız.**

Cu: 0 ⇒ +2 ($2e^-$); S: +6 ⇒ +4 ($2e^-$ alır) ⇒ 1 : 1. $CuSO_4$'teki S de eklenince 2 H_2SO_4: **$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$**. H_2SO_4'ün bir molekülü **yükseltgen** olarak S'si indirgenip SO_2'ye dönüşür; diğer molekülü yalnızca **asit** olarak sülfat iyonunu sağlar (S basamağı +6 kalır).

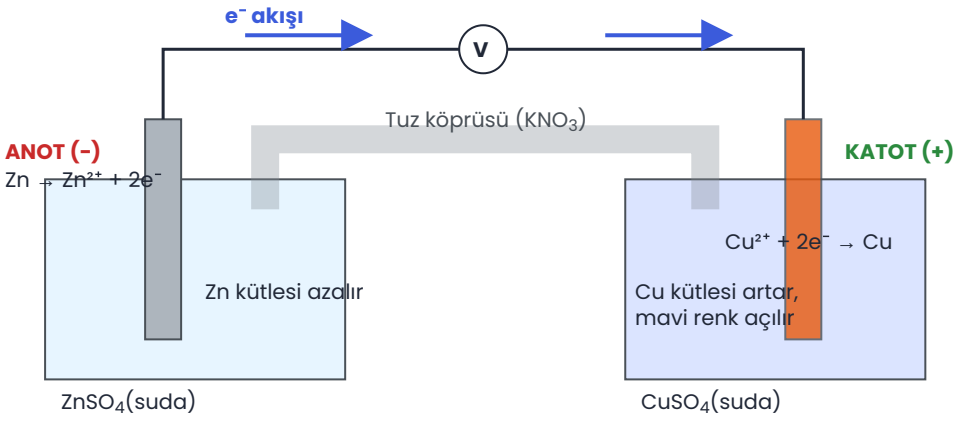
Tuzak / Kavram yanılgısı

- "Yükseltgen = yükseltgenen." Yanlış: Yükseltgen, **karşısındakini yükseltger, kendisi indirgenir**.
- H_2O_2'de oksijeni -2 almak: peroksitlerde O **-1**'dir.

2. Elektrotlar ve elektrokimyasal hücreler

12.1.1.2 · 12.1.2.1 (tahmini 1 soru)

İstemli bir redoks tepkimesinde indirgen ve yükseltgen **doğrudan temas etmeden**, elektronlar bir dış devreden aktarılırsa kimyasal enerji **elektrik enerjisine** dönüşür: **galvanik (voltaik) hücre**. İstemsiz bir redoks tepkimesi dışarıdan elektrik verilerek gerçekleştirilirse: **elektrolitik hücre (elektroliz)**.



Şekil 2. Zn-Cu galvanik pili: elektronlar dış devrede Zn'den Cu'ya, iyonlar tuz köprüsünde yük dengesi için hareket eder.

	Galvanik hücre (pil)	Elektrolitik hücre
Tepkime	İstemli	İstemsiz (dış kaynakla zorlanır)
Enerji dönüşümü	Kimyasal ⇒ elektrik	Elektrik ⇒ kimyasal
Anot	Yükseltgenme, **(-) kutup**	Yükseltgenme, **(+) kutup**
Katot	İndirgenme, **(+) kutup**	İndirgenme, **(-) kutup**
Ortak kural	**Anotta yükseltgenme, katotta indirgenme** her zaman geçerlidir	

Tuz köprüsü: KNO_3, KCl gibi tepkimeye girmeyen bir tuz içerir; iyon göçüyle iki kaptaki yük dengesini sağlar ve devreyi tamamlar. Tuz köprüsü kaldırılırsa akım **durur**. **İnert elektrot** (Pt, grafit): yarı hücredeki redoks çifti iletken bir metal içermediğinde (ör. H^+/H_2, Cl_2/Cl^-) elektron alışverişine yalnızca yüzey sağlamak için kullanılır.

ORTA **Örnek 4: Zn-Cu pilinde tuz köprüsü çıkarılırsa ne olur? Nedenini açıklayınız.**

Akım **kesilir**, voltmetre sıfırı gösterir. Anot kabında Zn^{2+} iyonları birikerek kabı pozitif, katot kabında Cu^{2+} azalarak kabı negatif yüklemeye başlar; yük dengesi sağlanamadığı için elektron akışı birkaç an içinde durur. Devre tamamlanmaz.

3. Standart elektrot potansiyelleri

12.1.3.1 (tahmini 1–2 soru)

Standart koşullarda (25 °C, 1 atm, 1 M) bir yarı hücrenin potansiyeli, **standart hidrojen elektrotuna** (SHE, E° = 0,00 V) göre ölçülür. **İndirgenme potansiyeli büyük olan** tür daha kolay indirgenir (güçlü yükseltgen); **küçük olan** metal daha kolay yükseltgenir (daha **aktif** metal).

Yarı tepkime (indirgenme)	E° (V)
$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-3,04
$K^+ + e^- \rightarrow K$	-2,93
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	-2,37
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-1,66
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-0,76
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	-0,44
$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	-0,25
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-0,13
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	0,00
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0,34
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+0,80
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1,36

Pil potansiyeli: $E°_{pil} = E°_{katot} - E°_{anot}$ (iki değer de **indirgenme** potansiyelidir). $E°_{pil} > 0 \Rightarrow$ tepkime **istemli**.

Katsayı kuralı: Yarı tepkime bir sayıyla çarpılsa da **E° değişmez** (E° şiddet özelliğidir).

Aktiflik sırası: Tabloda yukarıdaki metal, aşağıdaki metalin iyonunu indirger: Zn, Cu^{2+} çözeltisinde çözünür ve bakır açığa çıkarır; Cu, Zn^{2+} çözeltisinde tepkime vermez.

Standart olmayan koşullar (Nernst, 25 °C): $E = E° - (0{,}0592 / n) \cdot \log Q$ n: aktarılan elektron sayısı; Q: tepkime oranı (ürün derişimleri / tepken derişimleri, katı ve saf sıvılar yazılmaz).

KOLAY **Örnek 5: Mg-Ag pilinin standart potansiyelini hesaplayınız; anot ve katodu belirleyiniz.**

Mg'nin E°'si küçük ⇒ **Mg anot** (yükseltgenir); Ag^+'nin E°'si büyük ⇒ **Ag katot**. $E°_{pil} = 0{,}80 - (-2{,}37) =$ **3,17 V**. Pil tepkimesi: $Mg + 2Ag^+ \rightarrow Mg^{2+} + 2Ag$ (Ag yarı tepkimesi 2 ile çarpıldı ama E° değişmez).

ORTA **Örnek 6: Bir öğrenci demir bir kaşığı $CuSO_4$ çözeltisine, bakır bir kaşığı da $FeSO_4$ çözeltisine daldırıyor. Hangi kapta tepkime gözlenir? E° değerleriyle gerekçelendiriniz.**

Demir kaşık-$CuSO_4$ kabında tepkime olur: $Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$; $E° = 0{,}34 - (-0{,}44) =$ **+0,78 V > 0** (istemli). Kaşığın üzeri kırmızımsı bakırla kaplanır. Bakır kaşık-$FeSO_4$: $Cu + Fe^{2+} \rightarrow Cu^{2+} + Fe$; $E° = -0{,}44 - 0{,}34 =$ **−0,78 V < 0** (istemsiz), tepkime gözlenmez.

ZOR **Örnek 7: Zn | Zn^{2+}(0,1 M) || Cu^{2+}(1 M) | Cu pilinin 25 °C'deki potansiyelini hesaplayınız. Sonucu standart pil potansiyeliyle karşılaştırıp yorumlayınız.**

Tepkime: $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$; n = 2; $E° = 1{,}10$ V. $Q = [Zn^{2+}]/[Cu^{2+}] = 0{,}1/1 = 0{,}1$. $E = 1{,}10 - (0{,}0592/2) \cdot \log 0{,}1 = 1{,}10 - 0{,}0296 \cdot (-1) =$ **1,13 V**. Ürün iyonu (Zn^{2+}) derişimi düşük olduğu için tepkime ürünler yönüne daha istekli olur ve potansiyel standart değerden **biraz büyük** çıkar.

Derinleşelim: Derişim pili: aynı metalle neden voltaj oluşur?

- Cu | Cu^{2+}(0,01 M) || Cu^{2+}(1 M) | Cu pilinde iki yarı hücre aynıdır, $E^o = 0$. Ama Q = 0,01/1 ⇒ E = 0 - 0,0296 · log 0,01 = **+0,059 V**.
- Seyreltik kaptaki bakır yükseltgenir (anot), derişik kaptaki Cu^{2+} indirgenir (katot). Derişimler eşitlenene kadar pil çalışır; eşitlenince E = 0 olur.
- Bu fikir, pillerin neden zamanla "bittiğini" de açıklar: Tepkime ilerledikçe Q büyür, E azalır, sonunda sıfıra iner.

4. Kimyasallardan elektrik: pillerin voltajı, ömrü ve lityum iyon piller

12.1.4.1 · 12.1.4.2 (tahmini 1 soru)

Pil voltajı standart koşullarda yalnızca yarı hücrelerin **türüne** bağlıdır; elektrotların boyutuna, çözelti hacmine bağlı değildir. **Pil ömrü** (ne kadar süre akım vereceği) ise anot metalinin **kütlesine** ve katot çözeltisindeki iyonların **miktarına** bağlıdır.

Lityum iyon piller: Lityum, E^o'si en küçük (en aktif) ve en hafif metallerden biri olduğu için **yüksek voltaj ve yüksek enerji yoğunluğu** sağlar. **Şarj edilebilir** oldukları için telefon, dizüstü bilgisayar ve **elektrikli araçlarda** yaygındır. Dezavantajları: aşırı ısınma ve hasar durumunda yangın riski, maliyet ve lityum kaynaklarının sınırlı olması; bu yüzden **geri dönüşümleri** önemlidir.

ORTA **Örnek 8: Aynı türden iki Zn-Cu pili kuruluyor: I. pilde 10 g Zn, 100 mL 1 M $CuSO_4$; II. pilde 20 g Zn, 200 mL 1 M $CuSO_4$ kullanılıyor. İki pilin başlangıç voltajlarını ve ömürlerini karşılaştırınız.**

Başlangıç voltajları **eşittir** (1,10 V): Voltaj yarı hücrelerin türüne ve derişimine bağlıdır, ikisinde de aynıdır. II. pilin **ömrü daha uzundur**: tepkimeye girebilecek Zn ve Cu^{2+} miktarı iki katıdır.

5. Elektroliz ve Faraday bağıntısı

12.1.5.1 · 12.1.5.2 (tahmini 1 soru)

Elektrolizde dış kaynak (güç kaynağı) istemsiz bir redoks tepkimesini gerçekleştirir. Devreden geçen yük: **Q = I · t** (C = A · s). **1 mol elektronun yükü 96 500 C**'dur (Faraday sabiti, F).

Faraday bağıntısı: mol e^- = (I · t) / 96 500 ⇒ açığa çıkan madde: m = (I · t · M_A) / (n · 96 500), n: iyonun yükü (değerlik).

Erimiş NaCl elektrolizi: Katot (-): $Na^+ + e^- \rightarrow Na$. Anot (+): $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$.

Suyun elektrolizi (biraz H_2SO_4 ya da Na_2SO_4 eklenerek iletkenlik artırılır): Katotta **H_2**, anotta **O_2** açığa çıkar; aynı koşullarda hacim oranı **H_2 : O_2 = 2 : 1**.

Kaplama: Kaplanacak cisim **katot** yapılır; kaplama metali **anot** yapılır; çözelti kaplama metalinin iyonunu içerir. Örnek: Bir anahtarı bakırla kaplamak için anahtar katot, bakır levha anot, çözelti $CuSO_4$.

ORTA **Örnek 9: $CuSO_4$ çözeltisinden 9,65 A'lik akım 1000 saniye geçirilirse katotta kaç gram bakır birikir? (Cu: 64 g/mol)**

Q = 9,65 × 1000 = **9650 C** ⇒ mol e^- = 9650 / 96 500 = **0,1 mol**. $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ ⇒ 0,1 mol e^- ile 0,05 mol Cu ⇒ m = 0,05 × 64 = **3,2 g Cu**.

ZOR **Örnek 10: Seri bağlı iki elektroliz kabından birinde $AgNO_3$, diğerinde $CuSO_4$ çözeltisi vardır. Birinci kabın katodunda 10,8 g Ag birikiyor. a) İkinci kabın katodunda kaç gram Cu birikir? b) Akım 2 A ise elektroliz kaç saniye sürmüştür? (Ag: 108, Cu: 64 g/mol)**

Seri bağlı kaplardan **aynı yük** geçer. $Ag^+ + e^- \rightarrow$ Ag: 10,8/108 = 0,1 mol Ag ⇒ **0,1 mol e^-**. a) $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow$ Cu ⇒ 0,05 mol Cu = **3,2 g**. b) Q = 0,1 × 96 500 = 9650 C ⇒ t = Q / I = 9650 / 2 = **4825 s** (yaklaşık 80 dakika).

Tuzak / Kavram yanılgısı

- "Elektrolizde katot (+) kutuptur." Yanlış: Elektrolizde katot güç kaynağının **(-)** kutbuna bağlıdır; pilde (+) kutuptur. Her ikisinde de katotta **indirgenme** olur.
- Faraday hesabında iyonun yükünü unutmak: 1 mol e^- ile 1 mol Ag ama yalnızca **0,5 mol Cu** birikir.

6. Korozyon ve korunma yöntemleri

12.1.6.1 (tahmini 0–1 soru)

Korozyon, metallerin çevreleriyle (O_2, su, asitler) kimyasal ya da elektrokimyasal tepkimeye girerek aşınmasıdır. Demirin paslanması için **su ve oksijen birlikte** gereklidir; tuzlu su (iyonlar) korozyonu hızlandırır. Demirin bir bölgesi anot gibi davranır ($Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$), başka bir bölgesi katot gibi (O_2 indirgenir); oluşan demir iyonları sonunda pas ($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$) olur.

Yöntem	Nasıl korur?
Boyama, yağlama, plastik kaplama	Metalin O_2 ve su ile temasını keser
Galvanizleme (çinko kaplama)	Çinko hem örtü olur hem de çizilirse demirden önce yükseltgenir
Kurban elektrot (katodik koruma)	Demire **daha aktif** bir metal (Mg, Zn) bağlanır; bu metal anot olur ve demirin yerine aşınır
Kalay kaplama	Örtü olarak korur; ama çizilirse demir kalaydan daha aktif olduğu için korozyon **hızlanır**

ORTA **Örnek 11: Gemi gövdelerine ve yer altı boru hatlarına neden magnezyum ya da çinko bloklar bağlanır? Bu blokların zamanla değiştirilmesi neden gerekir?**

Mg ve Zn, demirden **daha aktiftir** (E° değerleri daha küçük: -2,37 ve -0,76 V'a karşı -0,44 V). Bağlandıklarında **anot** olurlar ve demirin yerine yükseltgenirler; demir katot gibi davranarak korunur (**kurban elektrot**). Bloklar yükseltgendikçe **aşınıp tükenir**, bu yüzden belirli aralıklarla yenilenmeleri gerekir.

90+ Atölyesi

AYT tarzı 5 zor problem: önce kendin çöz, sonra çözümle karşılaştır

Bu bölümdeki her problem "neden?" sorusuna cevap ister ve birden çok konuyu birleştirir. Çözümü okumadan önce en az 5 dakika uğraş. Kırmızı satır, öğrencilerin en çok puan kaybettiği yeri gösterir. (E° değerleri Bölüm 3'teki tablodan.)

1. Al-Ni pili kuruluyor. a) Anot ve katodu belirleyip yarı tepkimeleri yazınız. b) Denkleştirilmiş pil tepkimesini yazınız. c) E°_{pil}'i hesaplayınız. d) Pil çalıştıkça hangi elektrotun kütlesi artar?

a) Anot: **Al** → $Al^{3+} + 3e^-$; katot: $\mathbf{Ni^{2+}} + 2e^- \rightarrow Ni$. b) Elektron eşitliği ($6e^-$): $\mathbf{2Al + 3Ni^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Ni}$. c) $E^\circ = -0{,}25 - (-1{,}66) = \mathbf{1{,}41\ V}$. d) Katotta Ni birikir ⇒ **Ni elektrotun kütlesi artar**.

Puan kaybettiren nokta: c'de yarı tepkimeleri 2 ve 3 ile çarptığı için E° değerlerini de çarpmak: E° şiddet özelliğidir.

2. Bir Zn | Zn^{2+}(1 M) || Cu^{2+}(x M) | Cu pilinin 25 °C'deki potansiyeli 1,04 V ölçülüyor. a) Cu^{2+} derişimi 1 M'den büyük mü, küçük müdür? b) x'i bulunuz. ($\log 10^{-2} = -2$)

a) $E < E^\circ$ (1,04 < 1,10) ⇒ $Q > 1$ ⇒ $[Zn^{2+}]/[Cu^{2+}] > 1$ ⇒ $\mathbf{[Cu^{2+}] < 1\ M}$. b) $1{,}04 = 1{,}10 - 0{,}0296 \cdot \log Q$ ⇒ $\log Q = 0{,}06/0{,}0296 \approx 2$ ⇒ $Q \approx 100$ ⇒ $1/x = 100$ ⇒ $\mathbf{x \approx 0{,}01\ M}$.

Puan kaybettiren nokta: Q'yu tepken/ürün diye ters kurmak: Q = ürün iyon derişimi / tepken iyon derişimi.

3. Bir anahtar gümüşle kaplanacaktır. a) Anahtar, gümüş levha ve çözelti nasıl yerleştirilmelidir? b) 0,5 A'lik akımla 1930 saniye kaplama yapılırsa anahtara kaç gram gümüş kaplanır? (Ag: 108)

a) Anahtar **katot** (güç kaynağının - kutbu), gümüş levha **anot** (+ kutup), çözelti $\mathbf{AgNO_3}$. b) $Q = 0{,}5 \times 1930 = 965$ C ⇒ 965 / 96 500 = 0,01 mol e^- ⇒ 0,01 mol Ag ⇒ **1,08 g**.

Puan kaybettiren nokta: Anahtarı anot yapmak: anotta yükseltgenme olur, anahtar kaplanmaz, aşınır.

4. X, Y ve Z metalleriyle yapılan deneylerde: X, YSO_4 çözeltisinde Y açığa çıkarıyor; Y, ZSO_4 çözeltisinde tepkime vermiyor; Z, HCl ile H_2 açığa çıkarıyor. a) Metalleri aktifliğe göre sıralayınız. b) Y'nin HCl ile tepkimesi hakkında ne söylenebilir?

X, Y^{2+}'yı indirgiyor ⇒ X > Y. Y, Z^{2+}'yı indirgeyemiyor ⇒ Z > Y. Z, H^+'yı indirgiyor ⇒ Z > H. a) Kesin olan: **X > Y** ve **Z > Y**; X ile Z arasında bilgi yoktur. b) Y'nin H'den aktif olup olmadığı **kesin söylenemez**; verilerle belirlenemez.

Puan kaybettiren nokta: X ile Z'yi veri olmadan sıralamak: soru yalnızca verilenlerden çıkarım ister.

5. Bir köprünün demir ayakları deniz suyuyla temas etmektedir. a) Deniz suyunun korozyonu neden hızlandırdığını açıklayınız. b) Mühendisin elinde Zn, Cu ve Sn bloklar vardır. Kurban elektrot olarak hangisini seçmelidir? Neden diğerleri uygun değildir? (E°: Sn^{2+}/Sn = -0,14 V)

a) Deniz suyundaki iyonlar suyun **iletkenliğini** artırır; anot ve katot bölgeleri arasındaki iyon akışını kolaylaştırarak elektrokimyasal korozyonu hızlandırır. b) **Zn** seçilmelidir: E°'si (-0,76 V) demirinkinden (-0,44 V) küçüktür, demirden önce yükseltgenir. Cu (+0,34) ve Sn (-0,14) demirden **daha az aktiftir**; bağlanırlarsa demir anot olur ve korozyon **hızlanır**.

Puan kaybettiren nokta: "Cu paslanmaz, o yüzden iyi korur" demek: kurban elektrot, korunan metalden daha aktif olmalıdır.

Prova 1 – Temel

Okul sınavı biçiminde: 40 dakika, açık uçlu sorular · Tüm sorular özgündür · E° değerleri Bölüm 3'teki tablodan

1. (15 puan) Aşağıdaki türlerde altı çizili atomun yükseltgenme basamağını bulunuz. a) $\underline{Cr}_2O_7^{2-}$. b) $H\underline{N}O_3$. c) $Na\underline{H}$ (sodyum hidrür). d) $\underline{S}O_2$. e) $\underline{Mn}O_2$.

2. (15 puan) $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$ tepkimesinde a) yükseltgenen ve indirgenen atomları, b) yükseltgen ve indirgen maddeleri, c) 3 mol Cu için aktarılan elektron sayısını (mol) belirtiniz.

3. (15 puan) Galvanik hücre ile elektrolitik hücreyi "enerji dönüşümü", "istemlilik" ve "anotun işareti" ölçütlerine göre karşılaştırınız.

4. (15 puan) Ni-Ag pilinin a) anot ve katodunu, b) pil tepkimesini, c) standart potansiyelini yazınız.

5. (15 puan) Bir öğrenci bakır kaba $ZnSO_4$ çözeltisi, çinko kaba $CuSO_4$ çözeltisi koyuyor. Hangi kap zamanla aşınır? E° değerleriyle açıklayınız.

6. (15 puan) Erimiş NaCl'den 19 300 C yük geçirildiğinde katotta kaç gram Na, anotta kaç mol Cl_2 oluşur? (Na: 23 g/mol)

7. (10 puan) Lityum iyon pillerin yaygın kullanılmasının iki nedenini ve bir dezavantajını yazınız.

Prova 1 – Cevap Anahtarı ve Puanlama

Kısmi puanlar parantez içinde

1. a) $2x + 7(-2) = -2 \Rightarrow$ **+6**. b) **+5**. c) Metal hidrürde H **−1**. d) **+4**. e) **+4**. (Her biri 3 p)

2. a) Cu yükseltgenir (0 ⇒ +2); N indirgenir (+5 ⇒ +2) (5 p). b) İndirgen: Cu; yükseltgen: HNO_3 (5 p). c) $3 \times 2 =$ **6 mol e^-** (5 p).

3. Galvanik: kimyasal ⇒ elektrik, istemli, anot (-) (7,5 p). Elektrolitik: elektrik ⇒ kimyasal, istemsiz, anot (+) (7,5 p).

4. a) Anot Ni, katot Ag (5 p). b) $Ni + 2Ag^{+} \rightarrow Ni^{2+} + 2Ag$ (5 p). c) 0,80 - (-0,25) = **1,05 V** (5 p).

5. Çinko kap aşınır (5 p): $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$, E^{o} = 0,34 - (-0,76) = +1,10 V > 0, istemli (6 p). Bakır kapta $Cu + Zn^{2+}$ tepkimesi istemsizdir (E^{o} = -1,10 V) (4 p).

6. 19 300 / 96 500 = 0,2 mol e^{-} (5 p). $Na^{+} + e^{-} \rightarrow Na$ ⇒ 0,2 mol × 23 = **4,6 g Na** (5 p). $2Cl^{-} \rightarrow Cl_2 + 2e^{-}$ ⇒ **0,1 mol Cl_2** (5 p).

7. Nedenler: hafif ve yüksek enerji yoğunluklu; yüksek voltaj; şarj edilebilir (her biri 3 p, iki tanesi). Dezavantaj: aşırı ısınmada yangın riski, maliyet, sınırlı kaynak (4 p).

Toplam: 15 + 15 + 15 + 15 + 15 + 15 + 10 = 100 puan

Prova 2 – 90+ Zorluk

40 dakika, AYT tarzı düşünme: her cevabında kavram + yarı tepkime + işlem + birim olsun

1. (15 puan) $Fe + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$ tepkimesini yükseltgenme basamağı değişimiyle denkleştiriniz; H_2O_2'nin görevini açıklayınız.

2. (15 puan) Bir galvanik pilde X elektrotunun kütlesi azalırken Y elektrotunun kütlesi artıyor. a) Anot ve katodu belirleyiniz. b) Elektronların ve tuz köprüsündeki anyonların hareket yönünü yazınız. c) X ve Y'nin aktifliklerini karşılaştırınız.

3. (15 puan) $Pb \mid Pb^{2+}(1\ M) \parallel Ag^{+}(0{,}1\ M) \mid Ag$ pilinin 25 °C'deki potansiyelini hesaplayınız. (E°: Pb −0,13; Ag +0,80 V)

4. (15 puan) Seri bağlı üç kapta sırasıyla $AgNO_3$, $CuSO_4$ ve $AlCl_3$ (erimiş) bulunmaktadır. Devreden 0,3 mol elektron geçtiğinde her kabın katodunda biriken metal kütlelerini bulunuz. (Ag: 108, Cu: 64, Al: 27)

5. (15 puan) Suyun elektrolizinde katotta 0,4 g H_2 toplanıyor. a) Anotta kaç mol O_2 oluşur? b) Devreden geçen yük kaç C'dir? c) 5 A akım kullanıldıysa süre kaç saniyedir? (H: 1)

6. (15 puan) Bir demir çivi üç ayrı deney tüpüne konuyor: I. kaynatılmış (havası alınmış) su ve üstünde yağ tabakası; II. kurutucu madde içeren kapalı tüp; III. tuzlu su, ağzı açık. Hangi tüpte paslanma en hızlıdır? Diğerlerinde neden paslanma gözlenmez ya da çok yavaştır?

7. (10 puan) Galvanizli (çinko kaplı) ve kalay kaplı iki demir levha çiziliyor. Hangisinde demirin korozyonu çizikten sonra hızlanır? Gerekçelendiriniz.

Prova 2 – Cevap Anahtarı ve Puanlama

Gerekçesiz ya da birimsiz doğru cevap en fazla yarım puan alır

1. Fe: 0 ⇒ +3 ($3e^-$ verir); O (H_2O_2'de): -1 ⇒ -2 (her O $1e^-$, molekül başına $2e^-$ alır) (5 p). 2 Fe ($6e^-$) ⇒ 3 H_2O_2 ($6e^-$). Sülfat dengesi: 3 H_2SO_4; H dengesi: 6 H_2O. **$2Fe + 3H_2O_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O$** (7 p). H_2O_2 **yükseltgendir** (kendisi indirgenir) (3 p). Kontrol (O): 6 + 12 = 12 + 6.

2. a) X anot (yükseltgenir, kütlesi azalır), Y katot (iyonları indirgenip birikir) (5 p). b) Elektronlar dış devrede X'ten Y'ye; tuz köprüsündeki anyonlar **anot (X) kabına** doğru göç eder (5 p). c) **X daha aktiftir** (indirgenme potansiyeli daha küçük) (5 p).

3. $Pb + 2Ag^+ \rightarrow Pb^{2+} + 2Ag$; n = 2; $E^{\circ} = 0{,}80 - (-0{,}13) = 0{,}93$ V (5 p). $Q = [Pb^{2+}]/[Ag^+]^2 = 1/(0{,}1)^2 = 100$ (5 p). $E = 0{,}93 - 0{,}0296 \cdot \log 100 = 0{,}93 - 0{,}0592 \approx$ **0,87 V** (5 p).

4. Ag: 0,3 mol × 108 = **32,4 g** (5 p). Cu: 0,15 mol × 64 = **9,6 g** (5 p). Al: 0,1 mol × 27 = **2,7 g** (5 p).

5. H_2: 0,4/2 = 0,2 mol ⇒ 0,4 mol e^- (4 p). a) O_2: 4 e^- başına 1 mol ⇒ **0,1 mol** (4 p). b) 0,4 × 96 500 = **38 600 C** (4 p). c) 38 600 / 5 = **7720 s** (3 p).

6. III. tüpte en hızlıdır: su ve O_2 birlikte var, tuzlu su iyon iletkenliğini artırır (7 p). I. tüpte suyun havası alınmış ve yağ tabakası O_2 girişini engeller (4 p); II. tüpte nem yoktur (4 p).

7. Kalay kaplı levhada (4 p). Kalay demirden daha az aktiftir; çizikte demir anot olur ve kalay katot gibi davranarak korozyonu hızlandırır (3 p). Galvanizli levhada çinko demirden aktif olduğu için çizikte bile çinko yükseltgenir, demir korunur (3 p).

Toplam: 15 + 15 + 15 + 15 + 15 + 15 + 10 = 100 puan. 85 ve üstü ⇒ 90+ için hazırsın; altındaysan kaybettiğin sorunun bölümündeki "Derinleşelim" ve "Tuzak" kutularına dön.

Son gün kontrol listesi

- ☐ Yükseltgenme: e^- verme, basamak artar. İndirgenme: e^- alma, basamak azalır.
- ☐ Yükseltgen kendisi indirgenir; indirgen kendisi yükseltgenir.
- ☐ Peroksitte O -1, metal hidrürde H -1.
- ☐ Redoks denkleştirme: verilen e^- = alınan e^-; iyonik redoks yok.
- ☐ Anotta yükseltgenme, katotta indirgenme (pilde de elektrolizde de).
- ☐ Pil: anot (-), katot (+). Elektroliz: anot (+), katot (-).
- ☐ Tuz köprüsü iyon göçüyle yük dengesini sağlar; çıkarılırsa akım durur.
- ☐ $E^\circ_{pil} = E^\circ_{katot} - E^\circ_{anot}$; pozitifse istemli. Katsayı E°'yi değiştirmez.
- ☐ E°'si küçük metal daha aktiftir ve büyük olanın iyonunu indirger.
- ☐ Nernst: $E = E^\circ - (0{,}0592/n) \log Q$.
- ☐ Voltaj türe bağlı; pil ömrü madde miktarına bağlı.
- ☐ $Q = I \cdot t$; 1 mol e^- = 96 500 C; Ag 1, Cu 2, Al 3 e^- ister.
- ☐ Suyun elektrolizi: katot H_2, anot O_2, hacim 2 : 1. Kaplanacak cisim katot.
- ☐ Kurban elektrot: korunan metalden daha aktif (Mg, Zn).

Bu nottaki tüm örnekler ve prova soruları bu not için özgün olarak hazırlanmıştır; MEB tarafından yayımlanmış sorular değildir. Kazanım kodları ve sınırlar 2018 Kimya Dersi Öğretim Programından alınmıştır. 12. sınıf Kimya yazılısı OYSS kapsamında olmadığından tarih ve kapsam okula göre değişir; soru sayıları tahminidir. E° değerleri yaygın ders kitabı değerleridir; sınavda soruda verilen değerleri kullan.

Kaynak: MEB ÖDSGM OYSS Uygulama Kılavuzu 2026-2027 (kapsam); 2018 Kimya Dersi Öğretim Programı (12.1 Kimya ve Elektrik)