



Ders 4 • Galvanik Pillerin Voltajı, Kullanım Ömrü ve Genel Tekrar

Öğretmen çözüm föyü • 12. sınıf 1. Dönem 1. Ortak Yazılıya hazırlık • Kimya ve Elektrik • sadqmya.academy

A videosu konu özetini ve ilk soru takımını içerir. B videosundaki sorular aynı kazanımı aynı maddelerle ve aynı puanla ölçen ikizlerdir. Her videonun sonundaki AYT köşesi sorusu, aynı konunun 2018–2024 AYT'de sorulan kalıbında yazılmıştır. Puanlama ilkesi: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir; gerekçesiz cevap puanın yarısını alır.

Konu özeti

1/4 Pilin voltajı ve kullanım ömrü

Neden önemli? Voltaj ile kullanım ömrü sık karıştırılır; hangisinin neye bağlı olduğunu ayırt etmelisin.

Voltaj neye bağlı?

- Voltaj, elektrot maddelerinin türüne (E° farkına), derişimlere ve sıcaklığa bağlıdır; pilin büyüklüğüne bağlı değildir.

Pil	Bir hücrenin gerilimi
Alkalın (Zn / MnO_2)	1,5 V
Kurşun-asit akü hücresi	2 V
Lityum düğme pil	3 V

Kullanım ömrü neye bağlı?

- Kullanım ömrü, pilin ne kadar süre çalışacağıdır; madde miktarına ve cihazın çektiği akıma bağlıdır. Daha çok çözelti ömrü uzatır, gerilimi değiştirmez.

Seri hücrelerin gerilimi toplanır ($6 \times 2 \text{ V} = 12 \text{ V}$); ömür uzamaz.

Yazılıda: “Pil büyütülürse voltaj artar mı?” sorusuna hayır de; artan şey ömürdür.

2/4 Pil ne zaman biter? Sınırlayıcı madde

Neden önemli? Pil, maddelerden biri tükenince durur; önce bitenin hangisi olduğunu bulmak ömür hesabının anahtarıdır.

Hesap şablonu

Adım	Ne yapılır?
1	Anot metalinin molü: kütle / M
2	Katot iyonunun molü: derişim $\times$ hacim (L)
3	Katsayı oranıyla karşılaştır: önce biten sınırlayıcıdır
4	Aktarılan e^- = biten türün molü $\times$ elektron sayısı; kütle = mol $\times$ M

Örnek: Zn/Ag pili

3,25 g Zn (0,05 mol), 500 mL 0,1 M $AgNO_3$ (0,05 mol Ag^+)



- 0,05 mol Ag^+ için 0,025 mol Zn yeter; **Ag^+ biter.**
- e^- : 0,05 mol; Ag: 5,4 g artar; Zn: 1,625 g azalır.

Yazılıda: mol sayıları eşit diye “birlikte biter” deme; katsayı oranına bak.

3/4 Ünite bir bakışta: ana fikir ve en sık hata

Neden önemli? Son dersteyiz; beş kazanımın ana fikrini ve öğrencilerin en çok takıldığı noktayı tek tabloda toplayıp yazılıdan önce son bir kez gözden geçiriyoruz.

Kazanım	Ana fikir	En sık hata
12.1.1.1 Redoks	Basamak değişimine bak; verilen e^- = alınan e^-	Harcanan maddeyi indirgenen sanmak
12.1.1.2 Redoks ve elektrik	İstemli redoks pil, istemsiz redoks elektroliz olur	Elektronun yalnız temasla geçtiğini sanmak
12.1.2.1 Elektrot ve hücre	Anot yükseltgenme, katot indirgenme; anot şemada solda	Tuz köprüsünden elektron geçtiğini sanmak
12.1.3.1 E° ve istemlilik	$E^\circ_{\text{hücre}} = E^\circ_{\text{yük}}(\text{anot}) + E^\circ_{\text{ind}}(\text{katot})$; $E = E^\circ - (0,059/n) \log Q$	E° 'yi katsayıyla çarpmak
12.1.4.1 Voltaj ve ömür	Voltaj madde türüne, ömür madde miktarına bağlı	Büyük pili daha yüksek voltlu sanmak

Yazılıda: bu tablodaki “en sık hata” sütunu, puan kaybettiğin yerleri gösterir.

4/4 Dört hesap kalıbı, birer örnekle

Neden önemli? Yazılıda sayısal maddeler çoğunlukla bu dört kalıptan çıkar; her kalıbı bir örnek üzerinde hatırlamak işini kolaylaştırır.

Kalıp	Nasıl yapılır?	Örnek
Redoks denkleştirme	Verilen e^- = alınan e^- ; katsayılar EKOK ile bulunur	S: $-2 \rightarrow 0$ (2 e^-), N: $+5 \rightarrow +2$ (3 e^-) $\rightarrow$ 3 S : 2 N
Kütle hesabı	Elektron molünü iyon yüküne böl, mol $\times$ M ile kütleyi bul	0,6 mol $e^- \rightarrow$ 0,3 mol Cu ya da 0,6 mol Ag birikir
İstemlilik	Anodun işaretini çevir, katottakiyle topla; sonuç > 0 ise istemli	Zn/Cu: $0,76 + 0,34 = +1,10$ V
Nernst	Q'da katılar yok, katsayılar üs; $E = E^\circ - (0,059/n) \log Q$	$\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ için $Q = [\text{Cu}^{2+}] / [\text{Ag}^+]^2$
Sınırlayıcı madde	Molleri katsayı oranıyla karşılaştır; önce biten pili durdurur	0,05 mol Zn ve 0,05 mol Ag^+ : Ag^+ biter

Yazılıda: sayıya girmeden önce hangi kalıbın istendiğini söyle, sonra adım adım git.

A videosu · Sorular

Soru 1A · 12.1.4.1 · Standart koşullarda galvanik pillerin voltajını ve kullanım ömrünü örnekler vererek açıkla. · 10 puan

Aynı türdeki (çinko-mangan dioksit) alkalın pillerden AA boy pilin kütlesi 23 g, D boy pilin kütlesi 140 g'dır. Her iki pilin etiketinde de gerilim 1,5 V olarak yazılıdır.

Buna göre;

a) İki pilin geriliminin aynı olmasının nedenini açıklayınız.

3 puan

Pil gerilimi, elektrotlarda tepkimeye giren maddelerin türüne bağlıdır. İki pilde de aynı maddeler (Zn ve MnO₂) aynı tepkimeyi verdiği için gerilim aynıdır; gerilim madde miktarına ve pilin büyüklüğüne bağlı değildir.

Puanlama: Madde türü 2 puan; büyüklüğe bağlı olmama 1 puan

b) Aynı cihazda kullanıldığında hangi pilin kullanım ömrü daha uzundur? Nedenini yazınız.

3 puan

D boy pilin. Kullanım ömrü, tepkimeye girecek madde miktarına bağlıdır; D pilde çinko ve mangan dioksit çok daha fazladır, verebileceği toplam yük de fazladır. Pil, tepkimeye giren maddelerden biri tükenince biter.

Puanlama: Pil 1 puan; madde miktarı gerekçesi 2 puan

c) Otomobillerde kullanılan 12 V'luk kurşun-asit akü, her biri yaklaşık 2 V gerilim veren hücrelerden oluşur. Akünün kaç hücreden oluştuğunu ve hücrelerin nasıl bağlandığını yazınız. Daha büyük kurşun plakalar kullanılırsa akünün gerilimi değişir mi?

4 puan

12 / 2 = 6 hücre; hücreler seri bağlıdır ve seri bağlamada gerilimler toplanır. Daha büyük plakalar gerilimi değiştirmez; madde miktarını, dolayısıyla akünün kapasitesini ve kullanım ömrünü artırır.

Puanlama: Hücre sayısı 1 puan; seri bağlama 1 puan; plaka büyüklüğü 2 puan

Öğretmen notu: Gerilim şiddet (yeğlilik) özelliği, kullanım ömrü kapasite özelliğidir. Öğrenciye evdeki pillerin etiketlerini okutun.

Soru 2A · 12.1.4.1 · Standart koşullarda galvanik pillerin voltajını ve kullanım ömrünü örnekler vererek açıkla. · 10 puan

25 °C'de kurulan Cu(k) | Cu²⁺(suda) || Ag⁺(suda) | Ag(k) pilinde anot kabında 6,4 g Cu elektrot, katot kabında 1 L 0,1 M AgNO₃ çözeltisi vardır. Pil bir cihaza bağlanarak tükenene kadar çalıştırılıyor.



(Cu: 64 g/mol, Ag: 108 g/mol)

Buna göre;

a) Pil çalışırken önce hangi maddenin tükeneceğini hesaplayarak belirleyiniz.

3 puan

Cu: 6,4 / 64 = 0,1 mol. Ag⁺: 1 L · 0,1 mol/L = 0,1 mol. Tepkimeye 1 mol Cu, 2 mol Ag⁺ ile tepkimeye girer; 0,1 mol Ag⁺ için 0,05 mol Cu yeter. Önce Ag⁺ tükenir, 0,05 mol Cu artar.

Puanlama: Metalin mol sayısı 1 puan; iyonun mol sayısı 1 puan; katsayı oranıyla karşılaştırıp önce tükeneni bulma 1 puan

- b) Pil tükenene kadar dış devreden kaç mol elektron geçtiğini, Ag elektrodun kütlesinin kaç gram arttığını ve Cu elektrodun kütlesinin kaç gram azaldığını hesaplayınız. **4 puan**

0,1 mol Ag^+ indirgenir; her biri 1 elektron alır: 0,1 mol e^- . Biriken Ag: $0,1 \cdot 108 = 10,8$ g artış.
Çözünen Cu: $0,1 / 2 = 0,05$ mol $\cdot 64 = 3,2$ g azalış.

Puanlama: Elektron mol sayısı 1 puan; katotta biriken kütle 1,5 puan; anotta çözünen kütle 1,5 puan. a'da sınırlayıcı maddeyi yanlış seçen öğrenci b'yi kendi seçimiyle tutarlı hesaplarsa b puanını alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

- c) Pil tükendiğinde voltmetre kaç volt gösterir? Pilin kullanım ömrünü uzatmak için daha büyük bir Cu elektrot kullanmak yeterli midir? Açıklayınız. **3 puan**

Tükenen pilde tepkime durur; voltmetre 0 V gösterir. Daha büyük Cu elektrot yeterli değildir: Cu zaten fazladır, pili Ag^+ miktarı sınırlar. Ömrü uzatmak için katot kabındaki Ag^+ miktarı (daha çok AgNO_3) artırılmalıdır; gerilim madde türüne bağlı olduğundan bu değişiklik pilin gerilimini artırmaz.

Puanlama: 0 V 1 puan; anot metalinin zaten fazla olduğu (ömrü uzatmaz) 1 puan; sınırlayıcı iyonun miktarını artırma 1 puan

Öğretmen notu: Pil ömrü, tepkimeye girecek maddelerden önce tükenenin miktarına bağlıdır. Mol sayıları eşit (0,1 ve 0,1) olduğu için “ikisi birlikte biter” ve “Cu fazla, pil Cu bitene kadar çalışır” yanılgıları görülür; a maddesinde katsayı oranını (1 : 2) mutlaka yazdırın.

Soru 3A · 12.1.1.1 · Redoks tepkimelerini tanıır. · 10 puan

Magnezyum metali seyreltik nitrik asitle aşağıdaki tepkimeyi vermektedir.



Buna göre;

- a) Yükseltgenme basamağı değişen atomları ve bu atomların tepkime öncesi ve sonrası basamaklarını yazınız. **3 puan**

Mg: $0 \rightarrow +2$ (yükseltgenir). N: HNO_3 'te +5, N_2O 'da +1 (indirgenir). H (+1) ve O (-2) değişmez.

Puanlama: Her atomun başlangıç ve bitiş basamağı 1,5 puan

- b) Tepkimeyi elektron alışverişine göre denkleştiriniz. **4 puan**

Her Mg atomu 2 e^- verir. N_2O 'da iki N atomu vardır; her biri 4 e^- alır, bir N_2O için 8 e^- alınır. EKOK 8: $\text{Mg} \times 4$, $\text{N}_2\text{O} \times 1$. Nitratlar sayılır ($4 \cdot 2 = 8$), N_2O 'daki 2 N ile birlikte 10 HNO_3 ; H'ler suyla tamamlanır, O ile kontrol edilir ($30 = 24 + 1 + 5$):



Puanlama: Verilen ve alınan elektronların eşitlenmesi (çarpanlar) 2 puan; bütün katsayılar 2 puan. a'da basamağı yanlış bulan öğrenci kendi basamaklarıyla tutarlı ve atom sayısı denk bir eşitlik yazarsa katsayı puanını alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

- c) Yükseltgen ve indirgen maddeleri yazınız. 0,4 mol Mg tepkimeye girdiğinde harcanan HNO_3 kaç moldür, bunun kaç molü indirgenir?

3 puan

Yükseltgen HNO_3 (azotu indirgenir), indirgen Mg (yükseltgenir).

Kural: Bir tepkimede harcanan madde ile yükseltgenen/indirgenen madde aynı şey değildir. Bir madde iki görevle harcanabilir: (1) basamağı değişen atomu taşıyarak yükseltgen ya da indirgen olur; (2) basamağı değişmeden tuz, iyon ya da ortam (asit/baz) olarak tepkimeye girer.

İndirgenen (ya da yükseltgenen) mol sayısı, ürünlerde basamağı **değişmiş** atomların mol sayısından bulunur; harcananın geri kalanı basamağı değişmeden ürünlere geçer.

1) Harcanan: 4 mol Mg için 10 mol HNO_3 harcanır; $0,4 \cdot 10/4 = 1,0$ mol HNO_3 .

2) İndirgenen: Basamağı değişen atom N'dir (+5'ten +1'e); ürünlerde yalnız N_2O 'da bulunur. 4 mol Mg için 1 mol N_2O , yani 2 mol N atomu oluşur; $0,4 \cdot 2/4 = 0,2$ mol HNO_3 indirgenir.

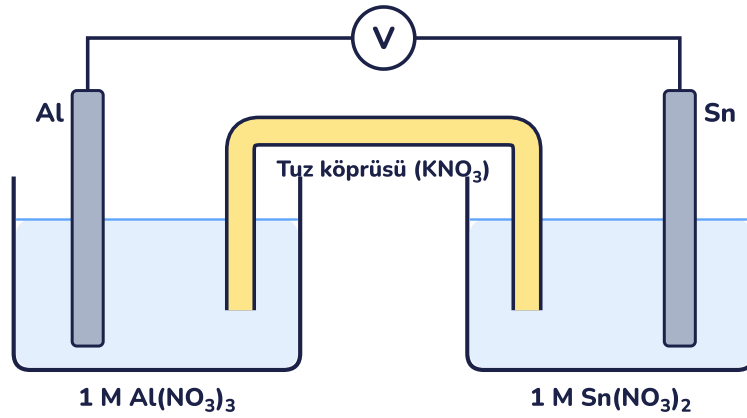
3) Değişmeden geçen: $1,0 - 0,2 = 0,8$ mol HNO_3 ; azotu +5 olarak kalır ve nitrat iyonu hâlinde $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 'ye geçer ($4 \cdot 2 = 8$ nitrat; $0,4 \cdot 8/4 = 0,8$ mol, sağlama).

Puanlama: Yükseltgen ve indirgen 1 puan; harcanan asit molü 1 puan; indirgenen asit molü 1 puan. Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

Öğretmen notu: N_2O 'daki iki azotu tek sayan öğrenci $2\text{Mg} + 6\text{HNO}_3$ gibi denk olmayan bir eşitlik yazar; b maddesinde "bir N_2O için 8 e⁻" adımını mutlaka gösterin. c maddesinde en sık hata, harcanan madde ile indirgenen maddeyi aynı saymaktır; kural: İndirgenen mol sayısı, ürünlerde basamağı değişmiş atomun (N_2O 'daki 2 N) molüdür, harcananın geri kalanı nitrat olarak değişmeden tuza geçer. Çözümdeki 1–2–3 adımı (harcanan, basamağı değişen atom, fark) her tepkimede aynıdır.

Soru 4A · 12.1.2.1 · Elektrot ve elektrokimyasal hücre kavramlarını açıkla. · 10 puan

Şekildeki pilde alüminyum, kalaydan daha aktif bir metaldir; tuz köprüsü KNO_3 çözeltisi içermektedir.



(Al: 27 g/mol, Sn: 119 g/mol)

Buna göre;

- a) Anot ve katodu belirleyip yarı tepkimeleri ve net pil tepkimesini yazınız.

3 puan

Anot: Al elektrot; $\text{Al(k)} \rightarrow \text{Al}^{3+}(\text{suda}) + 3\text{e}^-$

Katot: Sn elektrot; $\text{Sn}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn(k)}$

Net (elektronlar 6 e⁻ ile eşitlenir): $2\text{Al(k)} + 3\text{Sn}^{2+}(\text{suda}) \rightarrow 2\text{Al}^{3+}(\text{suda}) + 3\text{Sn(k)}$

Puanlama: Anot ve katot 1 puan; iki yarı tepkime 1 puan; net tepkime (elektron eşitliğiyle katsayılar) 1 puan

- b) Pilin hücre şemasını yazınız. Dış devrede elektronların, tuz köprüsünde K^+ ve NO_3^- iyonlarının hareket yönünü belirtiniz. **3 puan**

$Al(k) | Al^{3+}(suda, 1 M) || Sn^{2+}(suda, 1 M) | Sn(k)$. Elektronlar dış devrede Al elektrottan Sn elektroda (anottan katoda) akar. K^+ iyonları kalay kabına (katot), NO_3^- iyonları alüminyum kabına (anot) gider.

Puanlama: Hücre şeması (anot solda, | ve || doğru) 1,5 puan; elektron yönü 0,5 puan; tuz köprüsündeki iyonların yönü 1 puan. a'da anot ve katodu ters belirleyen öğrenci b'de kendi seçimiyle tutarlı şema ve yönler yazarsa b puanını alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

- c) Dış devreden 0,6 mol elektron geçtiğinde Al elektrodun kütesinin kaç gram azaldığını, Sn elektrodun kütesinin kaç gram arttığını hesaplayınız. **4 puan**

Her Al atomu $3 e^-$ verir; $0,6 / 3 = 0,2$ mol Al çözünür; $0,2 \cdot 27 = 5,4$ g azalır. Her Sn^{2+} iyonu $2 e^-$ alır; $0,6 / 2 = 0,3$ mol Sn birikir; $0,3 \cdot 119 = 35,7$ g artar.

Puanlama: Anottaki kütle azalışı 2 puan; katottaki kütle artışı 2 puan (her birinde mol 1 puan, kütle 1 puan)

Öğretmen notu: 2021 AYT'de Al/Sn hücresi sorulmuştur. Al^{3+} ve Sn^{2+} yükleri farklı olduğundan kütle hesabı elektron molü üzerinden gider; "0,2 mol Al çözüldüyse 0,2 mol Sn birikir" diyen öğrenci Sn puanını alamaz.

Soru 5A · 12.1.3.1 · Redoks tepkimelerinin istemliliğini standart elektrot potansiyellerini kullanarak açıkla. · 10 puan

25 °C'de Li ve Pb elektrotlarıyla bir galvanik hücre kuruluyor. Yarı tepkimelerin standart indirgenme potansiyelleri aşağıda verilmiştir.

Yarı tepkime	E° (V)
$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	-3,05
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	-0,13

(25 °C'de Nernst eşitliğinde logaritmik terimin katsayısı 0,059/n alınacaktır.)

Buna göre;

- a) Hangi elektrodun anot, hangisinin katot olduğunu gerekçesiyle belirleyip istemli yöndeki net hücre tepkimesini yazınız. **3 puan**

İndirgenme potansiyeli küçük olan Li daha kolay yükseltgenir: Li anot, Pb katottur.

Anot: $Li \rightarrow Li^+ + e^-$ ($\times 2$)

Katot: $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$

Net: $2Li(k) + Pb^{2+}(suda) \rightarrow 2Li^+(suda) + Pb(k)$

Puanlama: Anot ve katot (gerekçesiyle) 1 puan; net tepkime (elektron eşitliğiyle katsayılar) 2 puan

- b) Standart hücre potansiyelini hesaplayınız ve tepkimenin istemli olduğunu gösteriniz. **3 puan**

$E^\circ_{hücre} = E^\circ_{yükseltgenme}(Li) + E^\circ_{indirgenme}(Pb^{2+}) = 3,05 + (-0,13) = +2,92$ V. Sıfırdan büyük olduğu için istemlidir; Li'nin katsayısı 2 olsa da potansiyel 2 ile çarpılmaz.

Puanlama: E° 2 puan; istemlilik kararı 1 puan (öğrencinin bulduğu işaretlerle tutarlı karar puan alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.)

c) $[Li^+] = 0,1 \text{ M}$ ve $[Pb^{2+}] = 1 \text{ M}$ olduğunda hücre potansiyelini hesaplayınız.

4 puan

$$Q = [Li^+]^2 / [Pb^{2+}] = (0,1)^2 / 1 = 10^{-2}; n = 2. E = 2,92 - (0,059 / 2) \cdot \log 10^{-2} = 2,92 - (0,0295 \cdot (-2)) = 2,92 + 0,059 = 2,979 \text{ V (2,98 V da tam puan)}.$$

Puanlama: Q (katsayı üs olarak) 1,5 puan; n 0,5 puan; sonuç 2 puan (Q'da üs atlanmış ama n ve işlem doğruysa sonuç puanının yarısı, 1 puan, verilir). b'de E°'yi yanlış bulan öğrenci c'de kendi E°siyle tutarlı Nernst hesabı yaparsa c puanını alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

Öğretmen notu: 2023 AYT'de Li/Pb hücresinde Nernst eşitliği sorulmuştur. c maddesinde Q'yu $[Li^+] / [Pb^{2+}] = 0,1$ alan öğrenci 2,9495 V bulur; üs atlandığı için Q puanı verilmez, n ve işlem doğruysa sonuç puanının yarısı verilebilir.

AYT köşesi A · Pilin voltajı ve kullanım ömrü: öncüllü yargı sorusu · 12.1.4.1

Aynı türden (çinko-mangan dioksit) alkalın pillerden AAA boy pilin kütlesi 11 g, D boy pilin kütlesi 140 g'dır. Bu pillerle ilgili,

- I. İki pilin gerilimi eşittir.
- II. Aynı cihazda kullanıldığında D boy pil daha uzun süre çalışır.
- III. D boy pil tükendiğinde içindeki çinko ve mangan dioksitin tamamı harcanmıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Cevap: C · Gerilim, elektrot maddelerinin türüne bağlıdır; iki pilde de Zn ve MnO_2 kullanıldığı için gerilim 1,5 V'tur (I doğru). Kullanım ömrü madde miktarına bağlıdır; D boy pilde daha çok madde vardır (II doğru). Pil, tepkimeye giren maddelerden biri tükenince durur; öteki maddeden bir miktar artar (III yanlış).

B videosu · İkiz sorular

Soru 1B · 12.1.4.1 · Standart koşullarda galvanik pillerin voltajını ve kullanım ömrünü örnekler vererek açıklar. · 10 puan

Aynı elektrot maddeleriyle (lityum-mangan dioksit) üretilen CR2032 düğme pilin kalınlığı 3,2 mm, CR2016 düğme pilin kalınlığı 1,6 mm'dir. Her iki pilin etiketinde de gerilim 3 V olarak yazılıdır.

Buna göre;

a) İki pilin geriliminin aynı olmasının nedenini açıklayınız.

3 puan

Pil gerilimi, elektrotlarda tepkimeye giren maddelerin türüne bağlıdır. İki pilde de aynı maddeler aynı tepkimeyi verdiği için gerilim aynıdır; gerilim madde miktarına ve pilin kalınlığına bağlı değildir.

Puanlama: Madde türü 2 puan; büyüklüğe bağlı olmama 1 puan

b) Aynı cihazda kullanıldığında hangi pilin kullanım ömrü daha uzundur? Nedenini yazınız.

3 puan

CR2032 pilin. Kullanım ömrü, tepkimeye girecek madde miktarına bağlıdır; kalın pilde lityum ve mangan dioksit daha fazladır, verebileceği toplam yük de fazladır.

Puanlama: Pil 1 puan; madde miktarı gerekçesi 2 puan

- c) Duman dedektörlerinde kullanılan 9 V'luk pil, her biri 1,5 V gerilim veren alkalın hücrelerden oluşur. Pilin kaç hücreden oluştuğunu ve hücrelerin nasıl bağlandığını yazınız. Daha büyük hücreler kullanılırsa pilin gerilimi değişir mi? 4 puan

9 / 1,5 = 6 hücre; hücreler seri bağlıdır ve seri bağlamada gerilimler toplanır. Daha büyük hücreler gerilimi değiştirmez; madde miktarını, dolayısıyla pilin kapasitesini ve kullanım ömrünü artırır.

Puanlama: Hücre sayısı 1 puan; seri bağlama 1 puan; hücre büyüklüğü 2 puan

Öğretmen notu: Lityum pilin 3 V, alkalın pilin 1,5 V vermesi gerilimin madde türüne bağlı olduğunun bir başka örneğidir.

Soru 2B · 12.1.4.1 · Standart koşullarda galvanik pillerin voltajını ve kullanım ömrünü örnekler vererek açıkla. · 10 puan

25 °C'de kurulan $\text{Mg(k)} \mid \text{Mg}^{2+}(\text{suda}) \parallel \text{Ag}^+(\text{suda}) \mid \text{Ag(k)}$ pilinde anot kabında 2,4 g Mg elektrot, katot kabında 500 mL 0,2 M AgNO_3 çözeltisi vardır. Pil bir cihaza bağlanarak tükenene kadar çalıştırılıyor.



(Mg: 24 g/mol, Ag: 108 g/mol)

Buna göre;

- a) Pil çalışırken önce hangi maddenin tükeneceğini hesaplayarak belirleyiniz. 3 puan

Mg: $2,4 / 24 = 0,1$ mol. Ag^+ : $0,5 \text{ L} \cdot 0,2 \text{ mol/L} = 0,1$ mol. Tepkimede 1 mol Mg, 2 mol Ag^+ ile tepkimeye girer; 0,1 mol Ag^+ için 0,05 mol Mg yeter. Önce Ag^+ tükenir, 0,05 mol Mg artar.

Puanlama: Metalin mol sayısı 1 puan; iyonun mol sayısı 1 puan; katsayı oranıyla karşılaştırıp önce tükeneni bulma 1 puan

- b) Pil tükenene kadar dış devreden kaç mol elektron geçtiğini, Ag elektrodun kütlesinin kaç gram arttığını ve Mg elektrodun kütlesinin kaç gram azaldığını hesaplayınız. 4 puan

0,1 mol Ag^+ indirgenir; her biri 1 elektron alır: $0,1 \text{ mol e}^-$. Biriken Ag: $0,1 \cdot 108 = 10,8$ g artış. Çözünen Mg: $0,1 / 2 = 0,05 \text{ mol} \cdot 24 = 1,2$ g azalış.

Puanlama: Elektron mol sayısı 1 puan; katotta biriken kütle 1,5 puan; anotta çözünen kütle 1,5 puan. a'da sınırlayıcı maddeyi yanlış seçen öğrenci b'yi kendi seçimiyle tutarlı hesaplar b puanını alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

- c) Pil tükendiğinde voltmetre kaç volt gösterir? Pilin kullanım ömrünü uzatmak için daha büyük bir Mg elektrot kullanmak yeterli midir? Açıklayınız. 3 puan

Tükenen pilde tepkime durur; voltmetre 0 V gösterir. Daha büyük Mg elektrot yeterli değildir: Mg zaten fazladır, pili Ag^+ miktarı sınırlar. Ömrü uzatmak için katot kabındaki Ag^+ miktarı (daha çok AgNO_3) artırılmalıdır; gerilim madde türüne bağlı olduğundan bu değişiklik pilin gerilimini artırmaz.

Puanlama: 0 V 1 puan; anot metalinin zaten fazla olduğu (ömrü uzatmaz) 1 puan; sınırlayıcı iyonun miktarını artırma 1 puan

Öğretmen notu: Mol sayıları eşit (0,1 ve 0,1) olduğu için "ikisi birlikte biter" tuzağı vardır; katsayı 1 : 2 olduğundan Ag^+ önce biter. 2020 AYT'de Mg/Ag pili kavramsal olarak sorulmuştu; burada aynı pil ömür (sınırlayıcı madde) sorusuna çevrilmiştir.

Soru 3B · 12.1.1.1 · Redoks tepkimelerini tanır. · 10 puan

Alüminyum metali derişik sülfürik asitle aşğıdaki tepkimeyi vermektedir.



Buna göre;

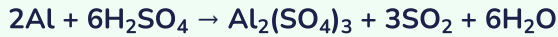
- a) Yükseltgenme basamağı değışen atomları ve bu atomların tepkime öncesi ve sonrası basamaklarını yazınız. **3 puan**

Al: $0 \rightarrow +3$ (yükseltgenir). S: H_2SO_4 'te +6, SO_2 'de +4 (indirgenir). H (+1) ve O (-2) değışmez.

Puanlama: Her atomun başlangıç ve bitiş basamağı 1,5 puan

- b) Tepkimeyi elektron alışverişine göre denkleştiriniz. **4 puan**

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 'te iki Al atomu vardır; her biri $3 e^-$ verir, 2 Al için $6 e^-$ verilir. Her S atomu $2 e^-$ alır. EKOK 6: $\text{Al} \times 2$ ($\text{Al}_2 \times 1$), $\text{SO}_2 \times 3$. Sülfatlar sayılır (3), SO_2 'deki 3 S ile birlikte 6 H_2SO_4 ; H'ler suyla tamamlanır, O ile kontrol edilir ($24 = 12 + 6 + 6$):



Puanlama: Verilen ve alınan elektronların eşitlenmesi (çarpanlar) 2 puan; bütün katsayılar 2 puan. a'da basamağı yanlış bulan öğrenci kendi basamaklarıyla tutarlı ve atom sayısı denk bir eşitlik yazarsa katsayı puanını alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

- c) Yükseltgen ve indirgen maddeleri yazınız. 0,4 mol Al tepkimeye girdiğinde harcanan H_2SO_4 kaç moldür, bunun kaç molü indirgenir? **3 puan**

Yükseltgen H_2SO_4 (kükürdü indirgenir), indirgen Al (yükseltgenir).

Kural: Bir tepkimede harcanan madde ile yükseltgenen/indirgenen madde aynı şey değildir. Bir madde iki görevle harcanabilir: (1) basamağı değışen atomu taşıyarak yükseltgen ya da indirgen olur; (2) basamağı değışmeden tuz, iyon ya da ortam (asit/baz) olarak tepkimeye girer. İndirgenen (ya da yükseltgenen) mol sayısı, ürünlerde basamağı değışmiş atomların mol sayısından bulunur; harcananın geri kalanı basamağı değışmeden ürünlere geçer.

1) Harcanan: 2 mol Al için 6 mol H_2SO_4 harcanır; $0,4 \cdot 6/2 = 1,2$ mol H_2SO_4 .

2) İndirgenen: Basamağı değışen atom S'dir (+6'dan +4'e); ürünlerde yalnız SO_2 'de bulunur. 2 mol Al için 3 mol SO_2 , yani 3 mol S atomu oluşur; $0,4 \cdot 3/2 = 0,6$ mol H_2SO_4 indirgenir.

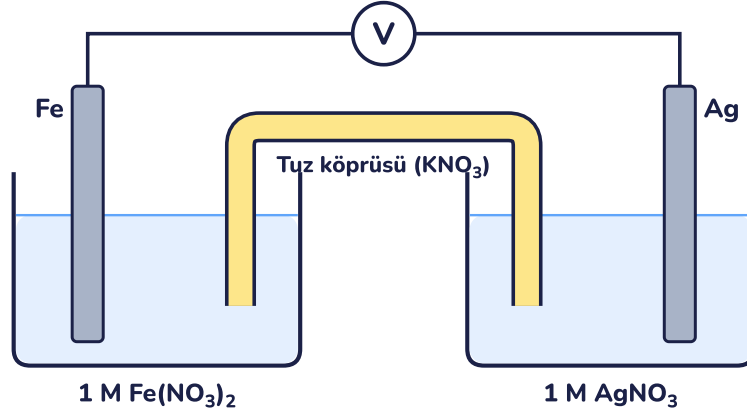
3) Değışmeden geçen: $1,2 - 0,6 = 0,6$ mol H_2SO_4 ; kükürdü +6 olarak kalır ve sülfat iyonu hâlinde $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 'e geçer (3 sülfat; $0,4 \cdot 3/2 = 0,6$ mol, sağlama).

Puanlama: Yükseltgen ve indirgen 1 puan; harcanan asit molü 1 puan; indirgenen asit molü 1 puan. Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

Öğretmen notu: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 'teki iki alüminyumu tek sayan öğrenci $\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ gibi denk olmayan bir eşitlik yazar; b maddesinde "2 Al için $6 e^-$ " adımını mutlaka gösterin. c maddesinde en sık hata, harcanan madde ile indirgenen maddeyi aynı saymaktır; kural: İndirgenen mol sayısı, ürünlerde basamağı değışmiş atomun (SO_2 'deki S) molüdür, harcananın geri kalanı sülfat olarak değışmeden tuza geçer. Burada indirgenen ve değışmeden geçen mol sayıları eşit (0,6) çıkar; öğrenci bunu "yarısı" diye ezberlemesin, sayılar katsayıdan gelir.

Soru 4B · 12.1.2.1 · Elektrot ve elektrokimyasal hücre kavramlarını açıkla. · 10 puan

Şekildeki pilde demir, gümüşten daha aktif bir metaldir; tuz köprüsü KNO_3 çözeltisi içermektedir.



(Fe: 56 g/mol, Ag: 108 g/mol)

Buna göre;

- a) Anot ve katodu belirleyip yarı tepkimeleri ve net pil tepkimesini yazınız.

3 puan

Anot: Fe elektrot; $\text{Fe(k)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{e}^-$

Katot: Ag elektrot; $\text{Ag}^+(\text{suda}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag(k)}$

Net (elektronlar 2e^- ile eşitlenir): $\text{Fe(k)} + 2\text{Ag}^+(\text{suda}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{Ag(k)}$

Puanlama: Anot ve katot 1 puan; iki yarı tepkime 1 puan; net tepkime (elektron eşitliğiyle katsayılar) 1 puan

- b) Pilin hücre şemasını yazınız. Dış devrede elektronların, tuz köprüsünde K^+ ve NO_3^- iyonlarının hareket yönünü belirtiniz.

3 puan

$\text{Fe(k)} \mid \text{Fe}^{2+}(\text{suda}, 1\text{ M}) \parallel \text{Ag}^+(\text{suda}, 1\text{ M}) \mid \text{Ag(k)}$. Elektronlar dış devrede Fe elektrottan Ag elektroda (anottan katoda) akar. K^+ iyonları gümüş kabına (katot), NO_3^- iyonları demir kabına (anot) gider.

Puanlama: Hücre şeması (anot solda, $\mid$ ve $\parallel$ doğru) 1,5 puan; elektron yönü 0,5 puan; tuz köprüsündeki iyonların yönü 1 puan. a'da anot ve katodu ters belirleyen öğrenci b'de kendi seçimiyle tutarlı şema ve yönler yazarsa b puanını alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

- c) Dış devreden 0,6 mol elektron geçtiğinde Fe elektrodun kütlesinin kaç gram azaldığını, Ag elektrodun kütlesinin kaç gram arttığını hesaplayınız.

4 puan

Her Fe atomu 2e^- verir: $0,6 / 2 = 0,3$ mol Fe çözünür; $0,3 \cdot 56 = 16,8$ g azalır. Her Ag^+ iyonu 1e^- alır: 0,6 mol Ag birikir; $0,6 \cdot 108 = 64,8$ g artar.

Puanlama: Anottaki kütle azalışı 2 puan; katottaki kütle artışı 2 puan (her birinde mol 1 puan, kütle 1 puan)

Öğretmen notu: Demir bu pilde Fe^{2+} 'ye yükseltgenir; Fe^{3+} yazan öğrenciye soruda verilen çözeltiyi ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$) hatırlatın. Tuz köprüsünde KCl kullanılamazdı: Ag^+ ile AgCl çökerdi.

Soru 5B · 12.1.3.1 · Redoks tepkimelerinin istemliliğini standart elektrot potansiyellerini kullanarak açıkla. · 10 puan

25 °C'de Zn ve Ag elektrotlarıyla bir galvanik hücre kuruluyor. Yarı tepkimelerin standart indirgenme potansiyelleri aşağıda verilmiştir.

Yarı tepkime	E° (V)
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0,80

(25 °C'de Nernst eşitliğinde logaritmik terimin katsayısı 0,059/n alınacaktır.)

Buna göre;

- a)** Hangi elektrodun anot, hangisinin katot olduğunu gerekçesiyle belirleyip istemli yöndeki net hücre tepkimesini yazınız. **3 puan**

İndirgenme potansiyeli küçük olan Zn daha kolay yükseltgenir: Zn anot, Ag katottur.

Anot: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

Katot: $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ (x 2)

Net: $\text{Zn(k)} + 2\text{Ag}^+(\text{suda}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{Ag(k)}$

Puanlama: Anot ve katot (gerekçesiyle) 1 puan; net tepkime (elektron eşitliğiyle katsayılar) 2 puan

- b)** Standart hücre potansiyelini hesaplayınız ve tepkimenin istemli olduğunu gösteriniz. **3 puan**

$E^\circ_{\text{hücre}} = E^\circ_{\text{yükseltgenme}}(\text{Zn}) + E^\circ_{\text{indirgenme}}(\text{Ag}^+) = 0,76 + 0,80 = +1,56 \text{ V}$. Sıfırdan büyük olduğu için istemlidir; Ag^+ 'nin katsayısı 2 olsa da potansiyel 2 ile çarpılmaz.

Puanlama: E° 2 puan; istemlilik kararı 1 puan (öğrencinin bulduğu işaretlerle tutarlı karar puan alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.)

- c)** $[\text{Ag}^+] = 0,1 \text{ M}$ ve $[\text{Zn}^{2+}] = 1 \text{ M}$ olduğunda hücre potansiyelini hesaplayınız. **4 puan**

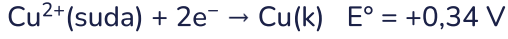
$Q = [\text{Zn}^{2+}] / [\text{Ag}^+]^2 = 1 / (0,1)^2 = 10^2$; $n = 2$. $E = 1,56 - (0,059 / 2) \cdot \log 10^2 = 1,56 - 0,0295 \cdot 2 = 1,56 - 0,059 = 1,501 \text{ V}$ (1,50 V da tam puan).

Puanlama: Q (katsayı üs olarak) 1,5 puan; n 0,5 puan; sonuç 2 puan (Q'da üs atlanmış ama n ve işlem doğruysa sonuç puanının yarısı, 1 puan, verilir). b'de E°'yi yanlış bulan öğrenci c'de kendi E°'siyle tutarlı Nernst hesabı yaparsa c puanını alır: Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

Öğretmen notu: Burada tepken iyonu Ag^+ standart değerden az olduğu için potansiyel standart değerden küçük çıkar. Q'yu $1 / 0,1 = 10$ alan öğrenci 1,5305 V bulur; üs atlandığı için Q puanı verilmez.

AYT köşesi B · Ünite provası: hücre şeması, E° ve derişim etkisi · 12.1.3.1

Şematik gösterimi aşağıda verilen galvanik hücre standart koşullarda çalışmaktadır.



Bu hücreyle ilgili,

- I. Standart hücre potansiyeli 0,46 V'tur.
- II. Katot kabına saf su eklenirse hücre potansiyeli azalır.
- III. Dış devreden 0,2 mol elektron geçtiğinde Cu elektrodun kütlesi 6,4 g artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Cevap: C · Şemada solda anot (Cu), sağda katot (Ag) yazılır. $E^\circ = -0,34 + 0,80 = 0,46 \text{ V}$ (I doğru). Katot kabına su eklenince $[\text{Ag}^+]$ azalır, $Q = [\text{Cu}^{2+}] / [\text{Ag}^+]^2$ büyür, potansiyel azalır (II doğru). Cu anottur; 0,2 mol e^- geçtiğinde 0,1 mol Cu çözünür, kütlesi 6,4 g azalır, artmaz (III yanlış).

Kavram yanlışları

A videosu Ünitede puan kaybettiren üç yanlış

X “Büyük pil daha yüksek voltaj verir.”

✓ Gerilim şiddet özelliğidir: elektrot türüne, derişime ve sıcaklığa bağlıdır. Madde miktarı kapasite özelliğini, yani kullanım ömrünü belirler. Daha yüksek gerilim için hücreler seri bağlanır; madde artırmak yalnızca ömrü uzatır.

X “Pil, anot metali tamamen çözününce biter.”

✓ Pil, önce tükenen madde (sınırlayıcı madde) bitince durur; bu anot metali de katot kabındaki iyon da olabilir. Mol metal ile mol iyon, denkleştirilmiş tepkimedeki katsayı oranıyla karşılaştırılır; çalışma süresi ve biriken kütle sınırlayıcıdan hesaplanır.

X “Hücre şemasında elektrotların sırası önemli değildir.”

✓ Şema soldan sağa elektron akış yönünde yazılır: anot solda, katot sağda; tek çizgi faz sınırı, çift çizgi tuz köprüsü; inert elektrot en dışa (örneğin Al/Sn pili için)
 $\text{Al(k)} \mid \text{Al}^{3+}(\text{suda}) \parallel \text{Sn}^{2+}(\text{suda}) \mid \text{Sn(k)}$

B videosu Yazılıda sık görülen üç yanlış daha

X “Formüldeki indis unutulur; elektron sayısı tek atom için yazılır.”

✓ Önce her türde basamağı değişen atomun sayısı (indis $\times$ katsayı) bulunur, sonra bir atomun basamak değişimiyle çarpılır; verilen toplam e^- = alınan toplam e^- olacak şekilde katsayılar seçilir (örneğin $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ oluşurken 2 Al atomu $2 \times 3 = 6 e^-$ verir; S $2 e^-$ aldığından SO_2 'nin katsayısı 3 olur).

X “Q yazılırken katsayılara bakılmaz.”

✓ Q, denkleştirilmiş hücre tepkimesinden yazılır: katsayılar üs olur; katılar ve saf sıvılar yazılmaz; n de aynı denklemden alınır. Aynı derişim, üs yüzünden potansiyeli farklı etkiler (örneğin Zn/Ag pilinde Ag^+ katsayısı 2 olduğundan $Q = [\text{Zn}^{2+}] / [\text{Ag}^+]^2$, n = 2).

X “Metal ve iyon eşit molde ise ikisi birlikte biter.”

✓ Birlikte bitme yalnız katsayı oranı 1:1 ise olur. Mol sayıları katsayı oranıyla karşılaştırılır; oranı küçük kalan sınırlayıcıdır ve pil ömrünü o belirler (örneğin Mg/Ag pilinde 1 Mg 2 Ag^+ ile tepkimeye girdiğinden eşit mollerde Ag^+ biter, Mg'nin yarısı artar).