



Ders 1 • Redoks Tepkimeleri ve Elektrik Enerjisi

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

1/3 Elektron veren yükseltgenir, elektron alan indirgenir

Neden önemli? Redoks, elektron alışverişi olan tepkimedir; yazılıda önce basamaklara bakıp elektron vereni bulursun.

Roller

- Yükseltgenme:** Elektron verme, basamak artar.
 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
- İndirgenme:** Elektron alma, basamak azalır. $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
- Elektron veren madde **indirgen**, alan madde **yükseltgen** olur; ad, karşısındakine yaptığı işi anlatır.

Basamak: element 0; bileşikte toplam 0; iyonunda iyon yükü; O -2, H +1.

Sık karşılaşılan maddeler

Madde	Rolü	Basamak değişimi
KMnO_4	Yükseltgen	Mn: +7 → +2
HNO_3	Yükseltgen	N: +5 → +2 (seyreltik, NO)
H_2SO_4 (derişik)	Yükseltgen	S: +6 → +4 (SO_2)
H_2O_2	Yükseltgen	O: -1 → -2 (KMnO_4 karşısında indirgen)
H_2	İndirgen	H: 0 → +1

Yazılıda: önce her atomun basamağını yaz, değişeni bul, yükseltgen–indirgen adını en son koy.

2/3 Elektron sayısını eşitleyerek denkleştirme

Neden önemli? Verilen elektron alınana eşit olmalı; katsayıları tahminle değil bu eşitlikle bulursun.



Adım	Ne yapılır?	Bu örnekte
1	Basamağı değişen atomları bul	S: -2 → 0, N: +5 → +2
2	Verilen ve alınan elektronu yaz	S 2e^- verir, N 3e^- alır
3	Elektronları eşitle (EKOK)	$\text{S} \times 3, \text{N} \times 2 \rightarrow 6$ elektron
4	Katsayıları yaz, H'yi suyla denkle, O'yu kontrol et	$3\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$

Harcanan, indirgenen demek değildir

- Bir HNO_3 ya azotuyla indirgenir ya da değişmeden nitrat olarak tuzda kalır.
- İndirgenen mol sayısını, ürünlerde basamağı değişmiş atomdan say (NO'daki N).
- $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$: 8 HNO_3 harcanır, yalnız 2'si indirgenir.

Yazılıda: “Kaç mol harcanır, kaç indirgenir?” denirse iki sayıyı ayrı hesapla.

3/3 Elektronlar telden geçerse redoks elektrik üretir

Neden önemli? Aynı redoks ısı da verir, elektrik de; farkı elektronların nereden geçtiği belirler (pil buna dayanır).

Telden geçen elektron akım olur

Zn ile Cu^{2+} aynı kaptaysa elektron doğrudan geçer ve enerji ısı olur.

İkisi ayrı kaplara konup telle bağlanırsa elektronlar telden akar; bu akım elektriktir.

İstemli ve istemsiz redoks

	İstemli (kendiliğinden)	İstemsiz
Elektrikle ilişkisi	Elektrik üretir	Elektrik ister
Düzenek	Galvanik hücre (pil)	Elektroliz hücresi
Enerji dönüşümü	Kimyasal → elektrik	Elektrik → kimyasal

Şarj edilebilir pilde boşalma istemli, şarj istemsizdir; ikisi de redokstur.

Yazılıda: “Neden elektrik elde edilir?” sorusuna “elektronlar dış devreden geçer” diye cevap ver.

A videosu · Sorular

Soru 1A · 12.1.1.1 · Redoks tepkimelerini tanırlar · 10 puan

a) Aşağıdaki türlerde belirtilen elementin yükseltgenme basamağını bulunuz. **3 puan**

Tür	$K_2Cr_2O_7$	NH_4^+	H_2O_2
Belirtilen element	Cr	N	O
Yükseltgenme basamağı			

$K_2Cr_2O_7$: $2(+1) + 2x + 7(-2) = 0 \rightarrow Cr = +6$. NH_4^+ : $x + 4(+1) = +1$ (iyon yükü) $\rightarrow N = -3$. H_2O_2 : $2(+1) + 2x = 0 \rightarrow O = -1$ (peroksit).

Puanlama: Her tür 1 puan

b) Yükseltgenme basamaklarını belirterek aşağıdaki tepkimelerin redoks tepkimesi olup olmadığını belirleyiniz. Redoks olan tepkimelerde yükseltgen ve indirgen maddeleri yazınız. **7 puan**

Tepkime	Redoks mu?	Basamak değişimi	Yükseltgen	İndirgen
$2Mg(k) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(k)$				
$CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(g)$				
$Zn(k) + 2HCl(suda) \rightarrow ZnCl_2(suda) + H_2(g)$				
$BaCl_2(suda) + Na_2SO_4(suda) \rightarrow BaSO_4(k) + 2NaCl(suda)$				

$Mg + O_2$: Redokstur; Mg 0 $\rightarrow$ +2, O 0 $\rightarrow$ -2; yükseltgen O_2 , indirgen Mg. $CaCO_3$ 'ün ayrışması: Redoks değildir; Ca (+2), C (+4), O (-2) değişmez. $Zn + HCl$: Redokstur; Zn 0 $\rightarrow$ +2, H +1 $\rightarrow$ 0; yükseltgen HCl (H^+ yazan da tam puan alır), indirgen Zn. $BaCl_2 + Na_2SO_4$: Redoks değildir; çökeltme tepkimesidir, Ba (+2), Cl (-1), Na (+1), S (+6), O (-2) değişmez.

Puanlama: Redoks olan satır 2 puan: belirleme 0,5 puan, basamak değişimi 0,5 puan, yükseltgen 0,5 puan, indirgen 0,5 puan. Redoks olmayan satır 1,5 puan: belirleme 0,5 puan, "basamak değişmiyor" gerekçesi 1 puan. (2 + 1,5 + 2 + 1,5 = 7)

Öğretmen notu: a maddesinde NH_4^+ için toplamın sıfıra değil iyon yüküne (+1) eşitlendiğini vurgulayın. Element hâlinde madde içeren tepkimelerin çoğu redokstur ama kural değildir: $3O_2 \rightarrow 2O_3$ tepkimesinde basamak değişmez. Basamak değişimi sütunu boş bırakılırsa "redoks değil" gerekçesi puanı verilmez.

Soru 2A · 12.1.1.1 · Redoks tepkimelerini tanırlar · 10 puan

Bakırın seyreltik nitrik asitle tepkimesinin denkleştirilmemiş denklemi aşağıda verilmiştir.



Buna göre;

a) Tepkimeyi elektron alışverişi yöntemiyle en küçük tam sayılarla denkleştiriniz. **5 puan**

Cu: 0 $\rightarrow$ +2, $2e^-$ verir ($\times 3$). N: +5 $\rightarrow$ +2, $3e^-$ alır ($\times 2$). Alınan ve verilen elektron 6'dır. Önce Cu ve NO, sonra nitratlar, en son H ve O denkleştirilir:



Puanlama: Basamak değişimleri 1 puan; elektron eşitleme 2 puan; doğru katsayılar 2 puan

b) Yükseltgen ve indirgen maddeleri yazınız.

2 puan

Yükseltgen: HNO_3 . İndirgen: Cu.

Puanlama: Her biri 1 puan

c) 0,3 mol Cu tepkimeye girdiğinde kaç mol elektron aktarılır? Harcanan HNO_3 kaç moldür, bunun kaç molü indirgenir?

3 puan

Elektron: $0,3 \cdot 2 = 0,6$ mol.

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: 3 mol Cu için 8 mol HNO_3 harcanır; $0,3 \cdot 8/3 = 0,8$ mol HNO_3 .

2) İndirgenen: Basamağı değişen atom N'dir (+5'ten +2'ye); ürünlerde yalnız NO'da bulunur. 3 mol Cu için 2 mol NO, yani 2 mol N oluşur; $0,3 \cdot 2/3 = 0,2$ mol HNO_3 indirgenir.

3) Değişmeden geçen: $0,8 - 0,2 = 0,6$ mol HNO_3 ; azotu +5 olarak kalır ve nitrat iyonu hâlinde $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 'ye geçer ($3 \cdot 2 = 6$ nitrat; $0,3 \cdot 6/3 = 0,6$ mol, sağlama).

Puanlama: Elektron 1 puan; harcanan HNO_3 1 puan; indirgenen HNO_3 1 puan. Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

Öğretmen notu: En sık hata, harcanan madde ile indirgenen maddeyi aynı saymaktır (sekiz HNO_3 'ün tamamını yükseltgen sayma); c maddesi bu yanlışlığı ölçer. Kural: İndirgenen mol sayısı, ürünlerde basamağı değişmiş atomun (NO'daki N) molüdür; harcananın geri kalanı basamağı değişmeden tuz ya da ortam olarak ürünlere geçer. Çözümdeki 1–2–3 adımı (harcanan, basamağı değişen atom, fark) her tepkimede aynıdır. Aynı kalıp Cu + H_2SO_4 ile 2020 AYT'de sorulmuştur (" H_2SO_4 indirgendir" öncülü yanlıştır).

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

Asitli ortamda potasyum permanganat ile hidrojen peroksit arasındaki tepkimenin denkleştirilmemiş denklemi aşağıda verilmiştir.



Buna göre;

a) Tepkimeyi elektron alışverişi yöntemiyle en küçük tam sayılarla denkleştiriniz.

6 puan

Mn: $+7 \rightarrow +2$, $5e^-$ alır ($\times 2 = 10e^-$). O: H_2O_2 'de -1 , O_2 'de 0 ; bir H_2O_2 $2e^-$ verir ($\times 5 = 10e^-$). K ve S denkleştirilir, H'ler suyla tamamlanır, O ile kontrol edilir:



Puanlama: Basamak değişimleri 1 puan; elektron eşitleme 2 puan; doğru katsayılar 3 puan

- b) Bu tepkimede H_2O_2 yükseltgen mi, indirgen mi davranmıştır? 0,2 mol KMnO_4 tepkimeye girdiğinde harcanan H_2SO_4 kaç moldür, bunun kaç molü indirgenir?

4 puan

H_2O_2 indirgen davranmıştır; içindeki oksijen -1 'den 0 'a yükseltgenir. H_2O_2 çoğu tepkimede yükseltgendir ama kendisinden güçlü bir yükseltgen olan KMnO_4 karşısında indirgen olur. 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: 2 mol KMnO_4 için 3 mol H_2SO_4 harcanır; $0,2 \cdot 3/2 = 0,3$ mol H_2SO_4 .

2) İndirgenen: Basamağı değişen atomlar Mn ($+7$ 'den $+2$ 'ye) ve O'dur (-1 'den 0 'a); kükürt hiçbir üründe basamak değiştirmez (K_2SO_4 ve MnSO_4 'te $+6$). Basamağı değişmiş S atomu olmadığından 0 mol H_2SO_4 indirgenir.

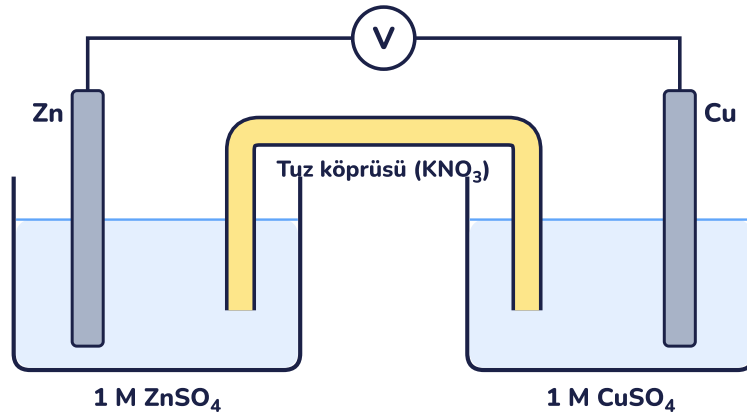
3) Değişmeden geçen: $0,3 - 0 = 0,3$ mol; harcananın tamamı sülfat iyonu olarak K_2SO_4 ve MnSO_4 'e geçer ($1 + 2 = 3$ sülfat; $0,2 \cdot 3/2 = 0,3$ mol, sağlama). H_2SO_4 burada kuralın ikinci göreviyle, yalnızca ortam asidi olarak harcanmıştır.

Puanlama: H_2O_2 'nin rolü 2 puan; harcanan H_2SO_4 (0,3 mol) 1 puan; indirgenen H_2SO_4 (hiçbiri, S $+6$ kalır gerekçesiyle) 1 puan. Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

Öğretmen notu: KMnO_4 , H_2SO_4 ve H_2O_2 kazanımın açıklamasında "yaygın yükseltgenler" olarak sayılır. Bu soru H_2O_2 'nin iki yönlü davranışını gösterir. H_2SO_4 derişik hâlde yükseltgendir (bakırla SO_2 verir) ama burada seyreltik ortam asididir. En sık hata, harcanan madde ile indirgenen maddeyi aynı saymaktır; kural: İndirgenen mol sayısı, ürünlerde basamağı değişmiş atomun molüdür, kükürt hiçbir üründe değişmediği için bu sayı sıfırdır (kuralın "harcananın tamamı ortam/tuz olarak geçer" ucu). "Harcanan 0,3 mol H_2SO_4 'ün tamamı indirgenir" diyen öğrenci son kısmın puanını alamaz. B'deki "harcanan HCl 'nin kaç molü yükseltgenir" kısmıyla aynı düşünme adımdır.

Soru 4A · 12.1.1.2 · Redoks tepkimeleriyle elektrik enerjisi arasındaki ilişkiyi açıkla. · 10 puan

Bir çinko levha CuSO_4 çözeltisine daldırıldığında levhanın üzerinde bakır birikir ve çözelti ısınır (I). Aynı tepkime şekildeki düzende gerçekleştirildiğinde (II) voltmetre 1,10 V gösterir.



Buna göre;

- a) Her iki durumda gerçekleşen yükseltgenme ve indirgenme yarı tepkimelerini ve net tepkimeyi yazınız.

3 puan

Yükseltgenme: $\text{Zn(k)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{e}^-$

İndirgenme: $\text{Cu}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu(k)}$

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

Puanlama: Her yarı tepkime 1 puan; net tepkime 1 puan

- b) I. durumda elektrik enerjisi elde edilemezken II. düzenekte elde edilmesinin nedenini açıklayınız. Her iki durumda tepkimenin kimyasal enerjisi hangi enerji türüne dönüşür?

7 puan

I. durumda elektronlar çinko atomlarından Cu^{2+} iyonlarına doğrudan, temas yoluyla geçer; düzenli bir elektron akışı oluşmaz. II. düzenekte indirgen (Zn) ile yükseltgen (Cu^{2+}) ayrı kaplardır; elektronlar dış devredeki telden geçerek aktarılır. Bu düzenli elektron akışı elektrik akımıdır. Kimyasal enerji I. durumda ısı enerjisine, II. düzenekte elektrik enerjisine dönüşür.

Puanlama: Doğrudan temas 2 puan; dış devreden aktarım 2 puan; enerji türleri 3 puan (1,5 + 1,5)

Öğretmen notu: Kazanım açıklaması: “İndirgen-yükseltgen arasındaki elektron alışverişinin doğrudan temas dışında bir yolla mümkün olup olmayacağı.” Sınıfta Zn levha ile CuSO_4 çözeltisini göstermek beş dakika sürer.

Soru 5A · 12.1.1.2 · Redoks tepkimeleriyle elektrik enerjisi arasındaki ilişkiyi açıkla. · 10 puan

Aşağıda iki deney ve gözlemleri verilmiştir.

- **Deney 1:** Zn levha CuSO_4 çözeltisine daldırıldığında levhanın üzerinde bakır birikiyor.
- **Deney 2:** Cu levha ZnSO_4 çözeltisine daldırıldığında hiçbir değişiklik gözlenmiyor.

I. $\text{Zn(k)} + \text{Cu}^{2+}(\text{suda}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{suda}) + \text{Cu(k)}$

II. $\text{Cu(k)} + \text{Zn}^{2+}(\text{suda}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{suda}) + \text{Zn(k)}$

Buna göre;

- a) I. ve II. tepkimelerin istemli mi, istemsiz mi olduğunu yazınız. Hangisi kullanılarak pil yapılabilir?

4 puan

I. tepkime istemlidir (Deney 1’de kendiliğinden gerçekleşir); II. tepkime istemsizdir (Deney 2’de gerçekleşmez). Pil, istemli olan I. tepkimeyle yapılır; pil kendiliğinden gerçekleşen redoks tepkimesinin kimyasal enerjisini elektrik enerjisine çevirir.

Puanlama: Her tepkime 1 puan; pil 1 puan; gerekçe (istemli olduğu için) 1 puan

- b) İstemsiz tepkimenin gerçekleşebilmesi için ne yapılmalıdır? Bu işleme ne ad verilir? Pilde ve bu işlemde gerçekleşen enerji dönüşümlerini yazınız.

6 puan

Dışarıdan elektrik enerjisi verilmelidir (doğru akım kaynağı bağlanmalıdır). Bu işleme elektroliz denir. Pil: Kimyasal enerji → elektrik enerjisi. Elektroliz: Elektrik enerjisi → kimyasal enerji. “Dışarıdan elektrik enerjisiyle zorlanır” yazan öğrenciye elektroliz puanı verilir.

Puanlama: Elektrik enerjisi verilmesi 2 puan; elektroliz 1 puan; enerji dönüşümleri 3 puan

Öğretmen notu: Kazanımın ikinci açıklaması: Elektrik enerjisi ile redoks tepkimesinin istemliliği ilişkilendirilir. İstemli redoks elektrik üretir (pil), istemsiz redoks elektrik ister (elektroliz). Elektroliz hesapları bu sınavın kapsamında değildir.

AYT köşesi A · 2020 AYT kalıbı: yükseltgen, indirgen, elektron sayısı · 12.1.1.1



Yukarıdaki denkleştirilmiş tepkimeyle ilgili,

- I. SO_2 indirgendir.
- II. Mn'nin yükseltgenme basamağı 5 azalmıştır.
- III. 10 mol elektron aktarıldığında 5 mol SO_2 yükseltgenir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Cevap: E · S: SO_2 'de +4, ürünlerin hepsinde +6; SO_2 yükseltgenir, yani indirgendir (I doğru). Mn: KMnO_4 'te +7, MnSO_4 'te +2; 5 azalmıştır (II doğru). $2 \text{Mn} \times 5 = 10$ elektron, $5 \text{S} \times 2 = 10$ elektron; 10 mol elektron aktarıldığında 5 mol SO_2 yükseltgenir (III doğru).

B videosu · İkiz sorular

Soru 1B · 12.1.1.1 · Redoks tepkimelerini tanı. · 10 puan

- a) Aşağıdaki türlerde belirtilen elementin yükseltgenme basamağını bulunuz.

3 puan

Tür	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	ClO_3^-	Fe_3O_4
Belirtilen element	S	Cl	Fe
Yükseltgenme basamağı			

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: $2(+1) + 2x + 3(-2) = 0 \rightarrow x = +2$. ClO_3^- : $x + 3(-2) = -1$ (iyon yükü) $\rightarrow \text{Cl} = +5$. Fe_3O_4 : $3x + 4(-2) = 0 \rightarrow \text{Fe} = +8/3$ (ortalama). $\text{Fe}_3\text{O}_4 = \text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ olduğundan “bir Fe +2, iki Fe +3” yazan öğrenci de tam puan alır.

Puanlama: Her tür 1 puan

- b) Yükseltgenme basamaklarını belirterek aşağıdaki tepkimelerin redoks tepkimesi olup olmadığını belirleyiniz. Redoks olan tepkimelerde yükseltgen ve indirgen maddeleri yazınız.

7 puan

Tepkime	Redoks mu?	Basamak değişimi	Yükseltgen	İndirgen
$4\text{Fe(k)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(k)}$				
$\text{NH}_3\text{(g)} + \text{HCl(g)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl(k)}$				
$\text{Fe(k)} + \text{CuSO}_4\text{(suda)} \rightarrow \text{FeSO}_4\text{(suda)} + \text{Cu(k)}$				
$\text{Pb(NO}_3)_2\text{(suda)} + 2\text{KI(suda)} \rightarrow \text{PbI}_2\text{(k)} + 2\text{KNO}_3\text{(suda)}$				

$\text{Fe} + \text{O}_2$: Redokstur; Fe 0 $\rightarrow$ +3, O 0 $\rightarrow$ -2; yükseltgen O_2 , indirgen Fe. $\text{NH}_3 + \text{HCl}$: Redoks değildir; asit-baz tepkimesidir, N (-3), H (+1), Cl (-1) değişmez. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4$: Redokstur; Fe 0 $\rightarrow$ +2, Cu +2 $\rightarrow$ 0; yükseltgen CuSO_4 (Cu^{2+} yazan da tam puan alır), indirgen Fe. $\text{Pb(NO}_3)_2 + \text{KI}$: Redoks değildir; çökelme tepkimesidir, Pb (+2), N (+5), O (-2), K (+1), I (-1) değişmez.

Puanlama: Redoks olan satır 2 puan: belirleme 0,5 puan, basamak değişimi 0,5 puan, yükseltgen 0,5 puan, indirgen 0,5 puan. Redoks olmayan satır 1,5 puan: belirleme 0,5 puan, “basamak değişmiyor” gerekçesi 1 puan. (2 + 1,5 + 2 + 1,5 = 7)

Öğretmen notu: a maddesinde Fe_3O_4 kesirli (ortalama) basamak örneğidir; kesirli sonucu “yanlış” sanıp silen öğrenci olur. b maddesinde demir oksijenle +3’e (Fe_2O_3), bakır sülfatla +2’ye (FeSO_4) yükseltgenir; aynı metal farklı tepkimelerde farklı basamağa çıkabilir.

Soru 2B · 12.1.1.1 · Redoks tepkimelerini tanır. · 10 puan

Çinkonun seyreltik nitrik asitle tepkimesinin denkleştirilmemiş denklemi aşağıda verilmiştir.



Buna göre;

- a) Tepkimeyi elektron alışverişi yöntemiyle en küçük tam sayılarla denkleştiriniz. **5 puan**

Zn: $0 \rightarrow +2$, $2e^-$ verir ($\times 3$). N: $+5 \rightarrow +2$, $3e^-$ alır ($\times 2$). Alınan ve verilen elektron 6’dır. Önce Zn ve NO, sonra nitratlar, en son H ve O denkleştirilir:



Puanlama: Basamak değişimleri 1 puan; elektron eşitleme 2 puan; doğru katsayılar 2 puan

- b) Yükseltgen ve indirgen maddeleri yazınız. **2 puan**

Yükseltgen: HNO_3 . İndirgen: Zn.

Puanlama: Her biri 1 puan

- c) 0,3 mol Zn tepkimeye girdiğinde kaç mol elektron aktarılır? Harcanan HNO_3 kaç moldür, bunun kaç molü indirgenir? **3 puan**

Elektron: $0,3 \cdot 2 = 0,6$ mol.

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: 3 mol Zn için 8 mol HNO_3 harcanır; $0,3 \cdot 8/3 = 0,8$ mol HNO_3 .

2) İndirgenen: Basamağı değişen atom N’dir ($+5$ ’ten $+2$ ’ye); ürünlerde yalnız NO’da bulunur. 3 mol Zn için 2 mol NO, yani 2 mol N oluşur; $0,3 \cdot 2/3 = 0,2$ mol HNO_3 indirgenir.

3) Değişmeden geçen: $0,8 - 0,2 = 0,6$ mol HNO_3 ; azotu +5 olarak kalır ve nitrat iyonu hâlinde $\text{Zn(NO}_3)_2$ ’ye geçer ($3 \cdot 2 = 6$ nitrat; $0,3 \cdot 6/3 = 0,6$ mol, sağlama).

Puanlama: Elektron 1 puan; harcanan HNO_3 1 puan; indirgenen HNO_3 1 puan. Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

Öğretmen notu: A’daki soruyla aynı düşünme adımı: elektron EKOK’u (6) ve harcanan–indirgenen ayrımı. Kural: İndirgenen mol sayısı, ürünlerde basamağı değişmiş atomun (NO’daki N) molüdür; 8 HNO_3 ’ün yalnızca 2’si bu atomu taşır, 6’sı nitrat olarak değişmeden tuza geçer. Aynı kalıp $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ile 2020 AYT’de soruldu. Çinko, seyreltik nitrik asitle gerçekte azotun daha düşük basamaklı ürünlerini (N_2O , NH_4^+) de verebilir; soruda ürün NO olarak verildiği için yalnızca bu ürünle denkleştirilir.

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

Potasyum permanganatın derişik hidroklorik asitle tepkimesinin denkleştirilmemiş denklemi aşağıda verilmiştir.



Buna göre;

- a)** Tepkimeyi elektron alışverişı yöntemiyle en küçük tam sayılarla denkleştiriniz. **6 puan**

Mn: $+7 \rightarrow +2$, $5e^-$ alır ($\times 2 = 10e^-$). Cl: $-1 \rightarrow 0$; her Cl_2 için $2e^-$ verilir ($\times 5 = 10e^-$). K ve Cl sayılır, H'ler suyla tamamlanır:



Puanlama: Basamak değişimleri 1 puan; elektron eşitleme 2 puan; doğru katsayılar 3 puan

- b)** Yükseltgen ve indirgen maddeleri yazınız. 0,2 mol KMnO_4 tepkimeye girdiğinde harcanan HCl kaç moldür, bunun kaç molü yükseltgenir? **4 puan**

Yükseltgen: KMnO_4 . İndirgen: HCl.

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: 2 mol KMnO_4 için 16 mol HCl harcanır; $0,2 \cdot 16/2 = 1,6$ mol HCl.

2) Yükseltgenen: Basamağı değişen atom Cl'dir (-1 'den 0 'a); ürünlerde yalnız Cl_2 'de bulunur.

2 mol KMnO_4 için 5 mol Cl_2 , yani 10 mol Cl atomu oluşur; $0,2 \cdot 10/2 = 1,0$ mol HCl yükseltgenir.

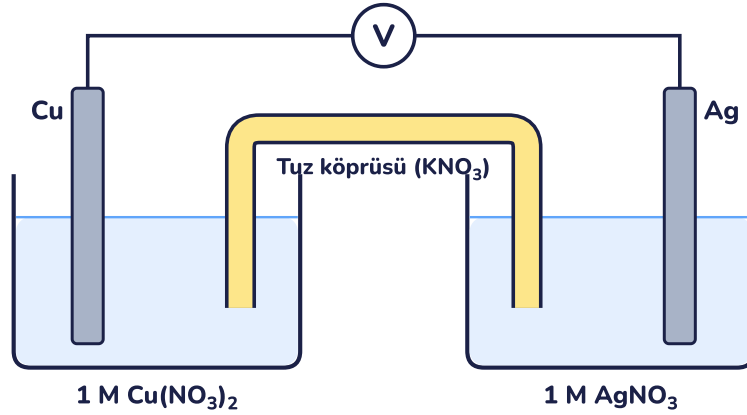
3) Değişmeden geçen: $1,6 - 1,0 = 0,6$ mol HCl; kloru -1 olarak kalır ve klorür iyonu hâlinde KCl ile MnCl_2 'ye geçer ($2 + 4 = 6$ klorür; $0,2 \cdot 6/2 = 0,6$ mol, sağlama).

Puanlama: Yükseltgen ve indirgen 2 puan; harcanan HCl (1,6 mol) 1 puan; yükseltgenen HCl (1,0 mol) 1 puan. Önceki adımdaki hatayı tutarlı biçimde taşıyan öğrenciye izleyen adımın puanı verilir.

Öğretmen notu: b maddesinde en sık hata, harcanan madde ile yükseltgenen maddeyi aynı saymaktır; kural: Yükseltgenen mol sayısı, ürünlerde basamağı değişmiş atomun (Cl_2 'deki Cl) molüdür, harcananın geri kalanı basamağı değişmeden tuza geçer. A'daki nitrik asit sorusuyla aynı kuralın yükseltgenme tarafıdır. Laboratuvar da klor gazı bu tepkimeyle elde edilir; çeker ocak gerekir.

Soru 4B · 12.1.1.2 · Redoks tepkimeleriyle elektrik enerjisi arasındaki ilişkiyi açıkla. · 10 puan

Bir bakır tel AgNO_3 çözeltisine daldırıldığında telin üzerinde gümüş birikir ve çözelti maviye döner (I). Aynı tepkime şekildeki düzenekte gerçekleştirildiğinde (II) voltmetre 0,46 V gösterir.



Buna göre;

- a) Her iki durumda gerçekleşen yükseltgenme ve indirgenme yarı tepkimelerini ve net tepkimeyi yazınız. **3 puan**

Yükseltgenme: $\text{Cu(k)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{e}^-$
İndirgenme: $\text{Ag}^+(\text{suda}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag(k)}$
Net: $\text{Cu(k)} + 2\text{Ag}^+(\text{suda}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{suda}) + 2\text{Ag(k)}$

Puanlama: Her yarı tepkime 1 puan; net tepkime 1 puan

- b) I. durumda elektrik enerjisi elde edilemezken II. düzenekte elde edilmesinin nedenini açıklayınız. Her iki durumda tepkimenin kimyasal enerjisi hangi enerji türüne dönüşür? **7 puan**

I. durumda elektronlar bakır atomlarından Ag^+ iyonlarına doğrudan, temas yoluyla geçer; düzenli bir elektron akışı oluşmaz. II. düzenekte indirgen (Cu) ile yükseltgen (Ag^+) ayrı kaplardadır; elektronlar dış devredeki telden geçerek aktarılır. Bu düzenli elektron akışı elektrik akımıdır. Kimyasal enerji I. durumda ısı enerjisine, II. düzenekte elektrik enerjisine dönüşür.

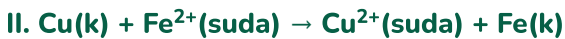
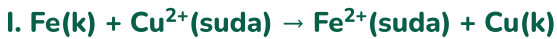
Puanlama: Doğrudan temas 2 puan; dış devreden aktarım 2 puan; enerji türleri 3 puan (1,5 + 1,5)

Öğretmen notu: Net tepkimedeki 2 katsayısı yalnızca “verilen elektron = alınan elektron” eşitliğidir; iyonik denkleştirme yöntemi istenmez. “ $\text{Cu} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Ag}$ ” yazan öğrenciye net tepkime puanı verilmez.

Soru 5B · 12.1.1.2 · Redoks tepkimeleriyle elektrik enerjisi arasındaki ilişkiyi açıkla. · 10 puan

Aşağıda iki deney ve gözlemleri verilmiştir.

- **Deney 1:** Fe çivi CuSO_4 çözeltisine daldırıldığında çivinin üzerinde bakır birikiyor.
- **Deney 2:** Cu levha FeSO_4 çözeltisine daldırıldığında hiçbir değişiklik gözlenmiyor.



Buna göre;

- a) I. ve II. tepkimelerin istemli mi, istemsiz mi olduğunu yazınız. Hangisi kullanılarak pil yapılabilir? **4 puan**

I. tepkime istemlidir (Deney 1’de kendiliğinden gerçekleşir); II. tepkime istemsizdir (Deney 2’de gerçekleşmez). Pil, istemli olan I. tepkimeyle yapılır; pil kendiliğinden gerçekleşen redoks tepkimesinin kimyasal enerjisini elektrik enerjisine çevirir.

Puanlama: Her tepkime 1 puan; pil 1 puan; gerekçe (istemli olduğu için) 1 puan

b) İstemsiz tepkimenin gerçekleşebilmesi için ne yapılmalıdır? Bu işleme ne ad verilir? Şarj edilebilir bir pil boşalırken ve şarj edilirken gerçekleşen enerji dönüşümlerini yazınız.

6 puan

Dışarıdan elektrik enerjisi verilmelidir (doğru akım kaynağı bağlanmalıdır). Bu işleme elektroliz denir. Boşalma: Kimyasal enerji → elektrik enerjisi (istemli, pil gibi çalışır). Şarj: Elektrik enerjisi → kimyasal enerji (istemsiz, elektroliz gibi çalışır). “Dışarıdan elektrik enerjisiyle zorlanır” yazan öğrenciye elektroliz puanı verilir.

Puanlama: Elektrik enerjisi verilmesi 2 puan; elektroliz 1 puan; enerji dönüşümleri 3 puan

Öğretmen notu: b maddesi şarjlı pil (akü) örneğiyle aynı fikri sorar: Boşalma istemli, şarj istemsizdir; ikisi de redoks tepkimesidir.

AYT köşesi B · 2020 AYT kalıbı: yükseltgen, indirgen, elektron sayısı · 12.1.1.1



Yukarıdaki denkleştirilmiş tepkimeyle ilgili,

- I. HNO_3 yükseltgendir.
- II. Ag'nin yükseltgenme basamağı 1 artmıştır.
- III. 1 mol Ag tepkimeye girdiğinde harcanan 2 mol HNO_3 'ün tamamı indirgenir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Cevap: C · N: HNO_3 'te +5, NO_2 'de +4; HNO_3 indirgenir, yani yükseltgendir (I doğru). Ag: $0 \rightarrow +1$ (II doğru). Harcanan ile indirgenen aynı şey değildir: 2 mol HNO_3 'ten yalnızca basamağı değişen azotu taşıyan 1 molü NO_2 'ye indirgenir; diğeri nitrat iyonu olarak AgNO_3 'e değişmeden geçer (III yanlış).

Kavram yanlışları

A videosu Yazılıda puan kaybettiren üç yanlış

X “Yükseltgen, yükseltgenen maddedir.”

✓ Ad, maddenin karşısındakine yaptığı işe göre verilir: yükseltgen karşısındakini yükseltir, kendisi elektron alıp indirgenir; indirgen karşısındakini indirir, kendisi elektron verip yükseltir. Önce basamak değişimini bul, adı sonra koy.

X “Çok atomlu bir tür, tek atomu kadar elektron alır ya da verir.”

✓ Elektron sayısı her atom için ayrı sayılır: katsayı $\times$ formüldeki atom sayısı $\times$ bir atomun basamak değişimi (örneğin O_2 molekülünde her O atomu $2 e^-$ alır, molekül $4 e^-$ alır).

X “Harcanan maddenin tamamı yükseltgen ya da indirgendir.”

✓ Harcanan ile indirgenen (yükseltgenen) aynı şey değildir. İndirgenen mol, ürünlerde basamağı değişmiş atomun molüdür; kalanı basamağı değişmeden tuz ya da ortam olarak ürünlere geçer (örneğin bakırın seyreltik nitrik asitle tepkimesinde $8 HNO_3$ 'ün yalnız 2'si NO 'ya indirgenir, 6'sı nitrat olarak tuza geçer).

B videosu Yazılıda sık görülen üç yanlış daha

X “Bir metal atomu, karşısındaki her iyonu bire bir indirger.”

✓ Katsayılar elektronla belirlenir: bir atomun verdiği e^- sayısı ile bir iyonun aldığı e^- sayısı eşitlenir; yükler farklıysa katsayılar da farklı çıkar (örneğin bakır-gümüş pilinde Cu $2 e^-$ verir, Ag^+ $1 e^-$ alır):
 $Cu + 2Ag^+ \rightarrow Cu^{2+} + 2Ag$

X “İndirgen ile yükseltgen birbirine değmiyorsa tepkime olmaz.”

✓ Elektron alışverişi için temas şart değildir: iki yarı tepkime ayrı kaplarda yürütülüp elektronlar telden geçirilirse aynı redoks tepkimesi olur ve elektrik akımı elde edilir. Aynı kapta temasla olursa enerji ısı olarak açığa çıkar.

X “Pil şarj olurken redoks tepkimesi olmaz.”

✓ Şarjda pil tepkimesi ters yönde, dış kaynaktan verilen elektrikle yürütülür; elektrik enerjisi kimyasal enerjiye dönüşür. Elektron alışverişi sürdüğü için bu da redokstur; farkı istemli değil istemsiz olmasıdır.