



خدیجه جباری

۱ در کدام دو ترکیب، عدد اکسایش گوگرد با هم برابر است؟

- ①  $SO_3, SOCl_2$     ②  $SO_3, Na_2SO_3$     ③  $Na_2S_2O_8, H_2SO_4$     ④  $Na_2S_2O_3, Na_2SO_3$

۲ در سلول الکتروشیمیایی استاندارد «آهن - مس»، کدام مطلب نادرست است؟ (با کمی تغییر)

$$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0.34V, \quad E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0.41V$$

- ①  $E^\circ$  این سلول برابر ۰.۷۵ ولت است.  
 ② الکتروود مس در آن کاتد (قطب مثبت) است.  
 ③ جریان الکترون در مدار بیرونی از تیغه‌ی مس به سوی تیغه‌ی آهن است.  
 ④ واکنش در سلول به صورت  $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$  است.

۳ با توجه به اینکه واکنش  $Zn(s) + Co^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Co(s)$  به طور خودبه‌خودی، پیش می‌رود، کدام مطلب درست است؟

- ①  $E^\circ$  الکتروود کبالت از  $E^\circ$  الکتروود روی کوچکتر است.  
 ②  $Zn(s)$  گونه کاهنده و  $Co^{2+}(aq)$  گونه اکسنده است.  
 ③ تمایل کبالت برای از دست دادن الکترون، بیشتر از روی است.  
 ④ در سلول الکتروشیمیایی «روی - کبالت»، الکتروود کبالت، آند است.

۴ کدامیک از تبدیلات زیر اکسایش و کاهش نیست؟

- ①  $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow CrO_4^{2-}$     ②  $MnO_4^- \rightarrow MnO_4^{2-}$     ③  $ClO_3^- \rightarrow Cl^-$     ④  $SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$

۵ در واکنش  $(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 + N_2 + 4H_2O$  کدام عنصر کاهش یافته است؟

- ① نیتروژن    ② کروم    ③ اکسیژن    ④ هیدروژن

۶ با توجه به داده‌های مقابل کدام گزینه صحیح است؟

$$E^\circ Br_2/2Br^- = 1.08V$$

$$E^\circ Cd^{2+}/Cd = -0.4V$$

$$E^\circ Ca^{2+}/Ca = -2.76V$$

- ①  $Br^-$  کاهنده‌تر از  $Ca$  می‌باشد.  
 ②  $Cd$  کاهنده‌تر از  $Ca$  است.  
 ③  $Ca^{2+}$  اکسنده‌تر از  $Br_2$  است.  
 ④  $Br_2$  اکسنده‌تر از  $Cd^{2+}$  است.

۷ اتم نیتروژن در کدام دو ترکیب، به ترتیب (از راست به چپ)، بزرگترین و کوچکترین عدد اکسایش را دارد؟

- ①  $NaNO_2 - HNO_3$     ②  $N_2O - N_2O_5$     ③  $NH_4OH - NaNO_3$     ④  $NO - NH_4Cl$



۸ کدام فرایند، جزو واکنش‌های اکسایش، کاهش به شمار نمی‌آید؟ (با کمی تغییر)

۱ حل شدن سدیم در آب

۲ تجزیه‌ی گرمایی پتاسیم کلرات در مجاورت  $MnO_2$  به عنوان کاتالیزگر

۳ حل شدن  $Al_2O_3(s)$  در اسیدها

۴ تجزیه هیدروژن پراکسید در مجاورت یون یدید

۹ در سلول الکتروشیمیایی «روی - نقره» کدام مطلب درست است؟ (با تغییر)

ولت  $E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -0.76$

ولت  $E^\circ(Ag^+(aq)/Ag(s)) = +0.80$

۱  $E^\circ$  آن برابر  $+2.36$  ولت است.

۲ الکتروود روی در آن، آند است و الکترون از آن در مدار بیرونی به سوی الکتروود نقره جریان می‌یابد.

۳ الکتروود نقره در آن قطب مثبت و محل انجام نیم‌واکنش اکسایش است.

۴ واکنش کلی آن به صورت:  $Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s) \rightarrow Zn(s) + 2Ag^+(aq)$  است.

۱۰ در سلول الکتروشیمیایی استاندارد «روی - هیدروژن» کدام مطلب درست است؟

(ولت)  $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0.76$

۱  $E^\circ$  سلول برابر  $-0.76$  ولت است.

۲ الکتروولیت در بخش آندی، محلول  $1M$  هیدروکلریک اسید است.

۳ در سطح تیغه‌ی پلاتینی الکتروود هیدروژن، نیم‌واکنش اکسایش، انجام می‌گیرد.

۴ واکنش سلول،  $Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$  و  $E^\circ$  آن،  $+0.76$  ولت است.

۱۱ اگر  $E^\circ$  یک سلول الکتروشیمیایی که در آن، واکنش:  $A^{2+}(aq) + B(s) \rightarrow A(s) + B^{2+}(aq)$  انجام می‌گیرد با  $E^\circ$  سلول الکتروشیمیایی دیگری که در آن واکنش:  $B^{2+}(aq) + C(s) \rightarrow B(s) + C^{2+}(aq)$  انجام می‌گیرد، برابر باشد،  $E^\circ(B^{2+}(aq)/B(s))$ ، برابر چند ولت است؟

$E^\circ(A^{2+}(aq)/A(s)) = -0.41V, E^\circ(C^{2+}(aq)/C(s)) = -2.37V$

۱  $+0.98$  ۲  $-1.39$  ۳  $+1.96$  ۴  $-2.78$

۱۲ در آبکاری یک قاشق مسی با فلز نقره محلول الکتروولیت و جنس آند به ترتیب کدامند؟

۱ نقره کلرید و فلز مس ۲ مس (II) سولفات و فلز نقره

۳ نقره نیترات و فلز مس ۴ نقره نیترات و فلز نقره

۱۳ اختلاف پتانسیل سلول حاصل از دو فلز  $(Zn - Al)$  چند ولت است؟

$E^\circ Zn = -0.76, E^\circ Al = -1.7$

۱  $0.94$  ۲  $0.12$  ۳  $2.46$  ۴  $1.7$

۱۴ عدد اکسایش کربن در مولکول  $CH_3Cl_3$  کدام است؟

۱  $-2$  ۲  $-3$  ۳  $0$  ۴  $+4$



۱۵) کدام عبارت درباره سلول الکترولیتی درست است؟

- ۱) در آن، بر اثر نیروی برق، تغییر شیمیایی در مواد به وجود می‌آید.
- ۲) در آن، یک واکنش شیمیایی در جهت طبیعی پیش رانده می‌شود.
- ۳) کاتد در آن، برخلاف سلول الکتروشیمیایی، قطب مثبت است.
- ۴) الکترودی که به قطب منفی منبع برق متصل است، محل اکسایش است.

۱۶) در سلول الکتروشیمیایی  $Mg - Cr$  اختلاف پتانسیل سلول چند ولت است؟

$$E^\circ Cr = -0.74, \quad E^\circ Mg = -2.36$$

- ۱) ۳
- ۲) ۱.۴۲
- ۳) ۱.۳
- ۴) ۱.۶۲

۱۷) در تبدیل  $NO_3^- \rightarrow NO$  اتم نیتروژن:

- ۱) سه درجه اکسید شده است.
- ۲) سه درجه کاهش یافته است.
- ۳) پنج درجه کاهش یافته است.
- ۴) دو درجه اکسید شده است.

۱۸) در واکنش  $NaH + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$  جزء کاهنده کدام است؟

- ۱) یون هیدروکسید
- ۲) هیدروژن هیدرید
- ۳) یکی از هیدروژن‌های آب
- ۴) فلز سدیم

۱۹) تغییر عدد اکسایش اتم‌های کربن ضمن سوختن کامل اتیلن چقدر است؟

- ۱) شش
- ۲) دوازده
- ۳) ده
- ۴) هشت

۲۰) در معادله واکنش  $Ag + CN^- + H_2O + O_2 \rightarrow Ag(CN)_2^- + OH^-$  پس از موازنه، مجموع ضریب

های مولی واکنش دهنده‌ها کدام است؟

- ۱) ۱۱
- ۲) ۱۳
- ۳) ۱۵
- ۴) ۱۷

۲۱) اگر یک الکتروود استاندارد مس،  $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0.34V$  را به یک الکتروود استاندارد آهن،

$E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0.44V$  وصل کنیم، سلول الکتروشیمیایی تشکیل شده، دارای کدام ویژگی است؟ (باکمی تغییر)

- ۱) در الکتروود آهن، کاتیون‌ها از دیواره‌ی متخلخل در محلول وارد می‌شوند.
- ۲) ضمن واکنش آن، مقدار کاتیون آهن افزایش می‌یابد.
- ۳) الکتروود مس قطب مثبت است و در آن عمل اکسایش انجام می‌گیرد.
- ۴) الکترون در مدار خارجی از الکتروود مس به سوی الکتروود آهن حرکت می‌کند.

۲۲) همه فلزهای قلیایی ..... بسیار قوی‌اند، با هالوژن‌ها ..... واکنش می‌دهند و جامدهای ..... پدید می‌آورند.

- ۱) اکسند - در گرما به شدت - یونی
- ۲) کاهنده - در گرما به شدت - یونی
- ۳) کاهنده - در دمای معمولی - کووالانسی
- ۴) اکسند - در دمای معمولی - کووالانسی

۲۳) در واکنش  $Ni + Cu^{2+} \rightarrow Cu + Ni^{2+}$ :

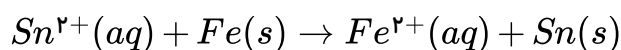
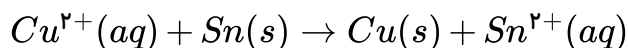
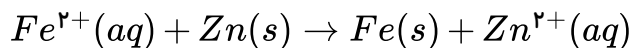
- ۱)  $Cu^{2+}$  کاهنده است.
- ۲)  $Ni$  کاهنده است.
- ۳)  $Cu$  اکسیده شده.
- ۴)  $Ni$  کاهش یافته.



## ۲۴) چه شباهتی بین سلول های گالوانی و الکترولیتی وجود دارد؟

- ۱) در هر دو به مرور زمان بر وزن آند اضافه می شود.
- ۲) در هر دو عمل به مرور زمان از وزن کاتد کاسته می شود.
- ۳) در هر دو عمل اکسایش در آند انجام می شود.
- ۴) در هر دو انرژی شیمیایی به الکتریکی تبدیل می شود.

## ۲۵) با توجه به واکنش های روبه رو:

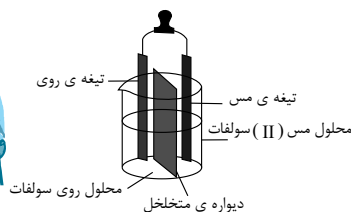


کدام مقایسه درباره ی قدرت اکسندگی کاتیون های  $Sn^{2+}, Cu^{2+}, Fe^{2+}, Zn^{2+}$  درست است؟

- ۱)  $Zn^{2+} > Fe^{2+} > Cu^{2+} > Sn^{2+}$
- ۲)  $Fe^{2+} > Zn^{2+} > Sn^{2+} > Cu^{2+}$
- ۳)  $Sn^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Fe^{2+}$
- ۴)  $Cu^{2+} > Sn^{2+} > Fe^{2+} > Zn^{2+}$

## ۲۶) شکل روبه رو نوعی سلول ..... را نشان می دهد که در آن بخش سمت چپ، ..... است و الکترون

از تیغه ..... درمدار ..... به سمت تیغه ی ..... می رود و جریان برق برقرار و لامپ روشن می شود.



- ۱) الکترولیتی - کاتد - مس - درونی - روی
- ۲) الکترولیتی - آند - مس - بیرونی - روی
- ۳) الکتروشیمیایی - کاتد - روی - بیرونی - مس
- ۴) الکتروشیمیایی - آند - روی - بیرونی - مس

## ۲۷) برای تهیه فلز کلسیم نمی توان از برقکافت محلول کلرید کلسیم در آب استفاده کرد چون:

- ۱) در اطراف کاتد مولکول آب به جای یون کلسیم کاهیده می شود.
- ۲) این محلول جریان برق را به خوبی از خود عبور نمی دهد.
- ۳) کلرید کلسیم در آب نامحلول است.
- ۴) یون کلسیم با یون  $OH^-$  حاصل از آب رسوب هیدروکسید می دهد.

## ۲۸) چهار عنصر با اعداد اتمی زیر موجودند کدام یک درجه ی اکسایش بیشتر از بقیه می تواند داشته باشد؟

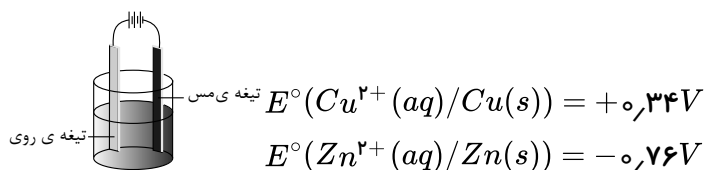
- ۱) ۱۴
- ۲) ۱۵
- ۳) ۲۴
- ۴) ۲۵

## ۲۹) عدد اکسایش اتم مرکزی، در کدام ترکیب بزرگ تر است؟

- ۱)  $K_2Cr_2O_7$
- ۲)  $KMnO_4$
- ۳)  $H_2SO_4$
- ۴)  $SF_6$

## ۳۰) با توجه به شکل روبرو کدام مطلب درباره ی آن درست است؟

- ۱) در آن یک واکنش غیر خودبخودی انجام می گیرد.
- ۲) طرحی از یک سلول الکتروشیمیایی است.
- ۳) الکترولیت در آن محلولی از مس (II) سولفات است.
- ۴) تیغه ی روی در آن نقش کاتد را دارد.



$$E^\circ(Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) = +0.34V$$

$$E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -0.76V$$



۳۱) در سلول الکتروشیمیایی دو فلز ( $Cr - Mg$ ) اختلاف پتانسیل سلول چند ولت است؟

$$E^{\circ} = \frac{Cr^{2+}}{Cr} = -0,74, \quad E^{\circ} = \frac{Mg^{2+}}{Mg} = -2,36$$

۱,۱۳ (۴)

۱,۴۲ (۳)

۳ (۲)

۱,۶۲ (۱)

۳۲) عدد اکسایش اتم مرکزی در کدام دو ترکیب برابر است؟

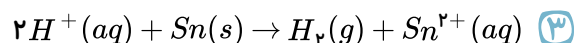
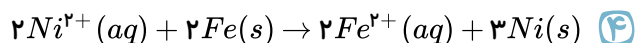
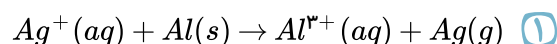
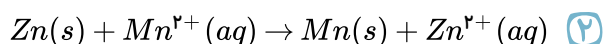
$H_2S_2O_7, CrO_3$  (۴)

$H_2PO_4^-, ClO_4^-$  (۳)

$BaMnO_4, KMnO_4$  (۲)

$SO_2Cl_2, POCl_3$  (۱)

۳۳) باتوجه به قدرت اکسیدی کاتیون‌ها، کدام واکنش زیر به طور خودبه‌خودی در جهت انجام نمی‌شود؟



۳۴) در واکنش  $HNO_3(aq) + 2NO(g) + H_2O(l) \rightarrow 3HNO_2(aq)$  کدام ماده اکسند و کدام ماده

کاهنده است؟

$HNO_3, HNO_2$  (۴)

$NO, H_2O$  (۳)

$NO, HNO_3$  (۲)

$HNO_3, NO$  (۱)

۳۵) در واکنش  $Na_2B_4O_7(g) + 2HCl(aq) + 5H_2O(l) \rightarrow 4H_3BO_3(aq) + 2NaCl(aq)$  تغییر

عدد اکسایش هر اتم بور کدام است؟

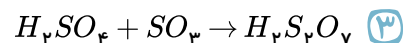
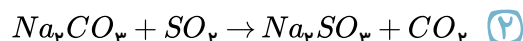
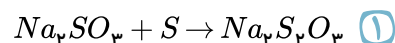
+۲ (۴)

+۱ (۳)

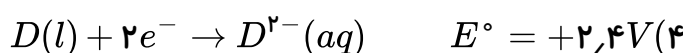
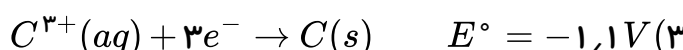
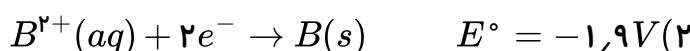
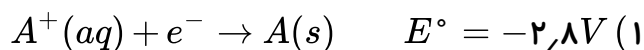
-۲ (۲)

۰ (۱)

۳۶) در کدام واکنش عدد اکسایش برخی از عناصرها، تغییر می‌کند؟



۳۷) دو نیم واکنشی که می‌توانند سلولی با بیش‌ترین پتانسیل ممکن را تشکیل دهند کدام است؟



۴,۳ (۴)

۲,۱ (۳)

۳,۲ (۲)

۴,۱ (۱)

۳۸) در سلول گالوانی (منیزیم-مس) در مدت کارکرد آن ۹,۶ گرم از جرم الکتروود آندی کاسته شده است در این

مدت چند گرم بر جرم الکتروود کاتدی افزوده شده است؟ ( $Cu = 64, Mg = 24g \cdot mol^{-1}$ )

۲۴,۸ (۴)

۲۵,۶ (۳)

۳۶,۸ (۲)

۱۴,۹ (۱)



۳۹ در کدام گزینه، هر سه عنصر فقط با یک نوع عدد اکسایش ترکیب‌های پایداری تشکیل می‌دهند؟

- ۱  $K, F, C$  ۲  $Cr, O, N$  ۳  $Zn, Sc, Al$  ۴  $Sr, P, Mg$

۴۰ کدام واکنش از نوع اکسایش-کاهش است؟

- ۱  $CaMg(CO_3)_2 \rightarrow MgO + CaO + 2CO_2$  ۲  $ZnO + 2OH^- + H_2O \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$   
۳  $Cl_2 + 2OH^- \rightarrow Cl^- + ClO^- + H_2O$  ۴  $Cu^{2+} + 4NH_3 + 2OH^- \rightarrow Cu(NH_3)_4(OH)_2$

۴۱ پس از موازنه‌ی معادله‌ی نیم واکنش‌ها، نسبت  $\frac{a}{b}$  کدام است؟

- ۱  $\frac{1}{5}$  ۲  $\frac{2}{5}$  ۳  $1$  ۴  $5$   
 $MnO_4^- + H^+ + be^- \rightarrow Mn^{2+} + H_2O$   
 $H_2O_2 \rightarrow a\bar{e} + O_2 + H^+$

۴۲ در معادله‌ی واکنش  $IO_3^- + H^+ + I^- \rightarrow I_2 + H_2O$  پس از موازنه، ضرایب  $IO_3^-$  و  $I^-$  به ترتیب کدام است؟

- ۱  $3$  و  $1$  ۲  $5$  و  $1$  ۳  $5$  و  $2$  ۴  $3$  و  $6$

۴۳ اگر معادله‌ی زیر را که در آن مواد اولیه و محصولات واکنش مشخص شده‌اند موازنه کنیم، به ازای تشکیل ۶ مول کلر چند مول یون  $Cl^-$  لازم خواهد بود؟

- ۱  $5$  ۲  $8$  ۳  $10$  ۴  $12$   
 $ClO_3^- + Cl^- + H^+ \rightarrow Cl_2 + H_2O$

۴۴ در واکنش  $Cl^- + SO_4^{2-} + H^+ \rightarrow ClO_3^- + H_2SO_3$  کدام ماده اکسنده و کدام ماده کاهنده است؟

- ۱  $H^+, Cl^-$  ۲  $Cl^-, SO_4^{2-}$  ۳  $Cl^-, H^+$  ۴  $SO_4^{2-}, H^+$

۴۵ باتوجه به داده‌های زیر، کدام واکنش انجام‌پذیر است؟

- $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au, E^\circ = +1.5V$  و  $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-, E^\circ = +1.06V$   
و  $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}, E^\circ = +0.77V$

- ۱  $2H^+ + 2Br^- \rightarrow$  ۲  $3H^+ + Au \rightarrow$  ۳  $2Fe^{2+} + 2H^+ \rightarrow$  ۴  $3Fe^{2+} + Au^{3+} \rightarrow$

۴۶ در واکنش  $MnO_2 + HCl \rightarrow Cl_2 + H_2O + MnCl_2$  کاهنده کدام است؟

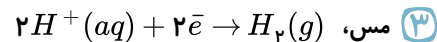
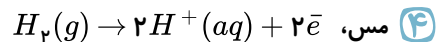
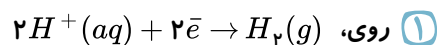
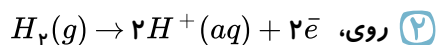
- ۱ تمام یون‌های کلرید شرکت کننده در واکنش ۲ نیمی از یون‌های کلرید شرکت کننده در واکنش  
۳ یون  $Mn^{2+}$  ۴ یون  $O^{2-}$

۴۷ در واکنش  $HCOOH + Br_2 \rightarrow CO_2 + 2HBr$  تغییر عدد اکسایش عنصر کاهنده کدام است؟

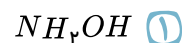
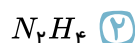
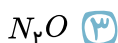
- ۱  $2$  ۲  $1$  ۳  $3$  ۴  $4$



۴۸) با استفاده از الکتروستاندرد هیدروژن و الکتروستاندرد کدام فلز می‌توان یک سلول الکتروشیمیایی استاندارد درست کرد که الکتروستاندرد هیدروژن در آن، نقش آند را داشته باشد و در این صورت، واکنش آندی، به کدام صورت انجام می‌گیرد؟



۴۹) عدد اکسایش نیتروژن در ترکیب کدام یک، کم‌تر است؟



۵۰) ولتاژ سلول استاندارد  $Zn - H_2$  در دمای  $25^\circ C$  برابر با  $0.76$  ولت است و الکتروستاندرد هیدروژن در آن کاتد می‌باشد. با توجه به آن، پتانسیل کاهش الکتروستاندرد روی بر حسب ولت کدام است؟ (المپیاد ۸۰)

۴)  $-0.76$

۳)  $+0.38$

۲)  $-0.38$

۱)  $+0.76$

۵۱) حلی در اثر خراش به راحتی زنگ می‌زند، در حالی که آهن سفید چنین نیست. علتش این است که :

(المپیاد-۷۳)

۱) در اثر تشکیل سلول در اولی آهن، قطب مثبت و در دومی آهن، قطب منفی را تشکیل می‌دهد.

۲) در اثر تشکیل سلول در اولی آهن، قطب منفی و در دومی آهن، قطب مثبت را تشکیل می‌دهد.

۳) قلع، نقش دهنده‌ی الکترون و آهن، نقش گیرنده‌ی الکترون را دارد.

۴) قلع زودتر از روی، خراش بر می‌دارد و آهن در معرض محیط قرار می‌گیرد.

۵۲) کدام مطلب زیر در مورد آند در سلول گالوانی و سلول الکترولیتی درست است؟

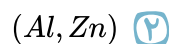
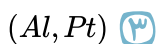
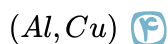
۱) قطب مثبت سلول گالوانی را تشکیل می‌دهد. ۲) الکترودی است که در آن نیم‌واکنش اکسایش صورت می‌گیرد.

۳) قطب منفی سلول الکترولیتی را تشکیل می‌دهد. ۴) الکترودی است که در آن نیم‌واکنش کاهش صورت می‌گیرد.

۵۳) شدت نور لامپ کدام یک از سلول‌های الکتروشیمیایی، بیشتر است؟

$E^\circ(Mn^{2+}/Mn) = -1.18$  ,  $E^\circ(Pt^{2+}/Pt) = 1.4$

$E^\circ(Cu^+/Cu) = 0.52$  ,  $E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1.66$  ,  $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0.76$



۵۴) در سلول الکتروشیمیایی دو فلز  $(Al - Fe)$  در مقابل خورده شدن  $13.5$  گرم از آند چند گرم بر وزن کاتد افزوده می‌شود؟

$(Fe = 56$  ,  $Al = 27)$

۴)  $14$

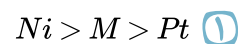
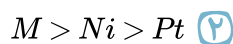
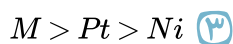
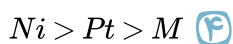
۳)  $27$

۲)  $42$

۱)  $18.5$

۵۵) اگر فلز  $M$  بتواند  $Pt$  را از محلول آن آزاد کند ولی بر نمک‌های  $Ni$  بی‌اثر باشد کدام ترتیب درباره قدرت

الکترون‌دهی (کاهندگی) فلزهای  $M$  و  $Pt$  و  $Ni$  درست است؟





۵۶) هرچه پتانسیل کاهش استاندارد عنصری عدد بزرگتری باشد، در قسمت ..... جدول پتانسیل‌های کاهش‌ی واقع شده و ..... آن بیشتر است.

- ۱) پایین‌تر، اکسیدشوندگی      ۲) پایین‌تر، اکسیدکنندگی      ۳) بالاتر، اکسیدشوندگی      ۴) بالاتر، اکسیدکنندگی

۵۷) پتانسیل استاندارد کاهش  $M^{2+}/M$  مثبت است، این واقعیت می‌رساند که  $M$  .....  
 ۱) همیشه نقش کاتد را دارد.      ۲) همیشه نقش آند را دارد.  
 ۳) کاهنده قوی‌تر از هیدروژن است.      ۴) کاهنده ضعیف‌تر از هیدروژن است.

۵۸) پتانسیل سلول  $Zn - Hg$  برابر ۱٫۶۱ ولت است. اگر پتانسیل کاهش‌ی روی، ۰٫۷۶ - ولت باشد. پتانسیل کاهش الکتروود استاندارد  $Hg$  چقدر است؟

- ۱) ۰٫۸۵      ۲) -۰٫۸۵      ۳) ۰٫۹      ۴) -۰٫۹

۵۹) محلول نمک آهن (II) سولفات در کدام ظرف قابل نگهداری است؟

- ۱) ظرف آلومینیومی      ۲) ظرف منگیزی      ۳) ظرف مسی      ۴) ظرف کرومی

۶۰) در محلولی از نقره نیترات، تیغه‌هایی هم وزن از هر یک از فلزهای زیر قرار می‌دهیم. به ازای مصرف تعداد مول یکسان از کدام فلز، جرم رسوب نقره‌ی حاصل بیشتر خواهد بود؟

- ۱) Au      ۲) Al      ۳) Zn      ۴) Pt

۶۱) برای تهیه آلومینیم نمی‌توان از برق‌کافت محلول غلیظ کلرید آن استفاده کرد زیرا .....  
 ۱) کلرید آلومینیوم دارای پیوند کووالانسی بوده و محلول آن رسانای جریان برق نیست.  
 ۲)  $H^+$  حاصل از آب، اکسید کننده‌تر از  $Al^{3+}$  بوده و به جای آن در کاتد آزاد می‌شود.  
 ۳) کلرید آلومینیوم در آب به شدت آبکافت شده و  $Al(OH)_3$  نامحلول می‌دهد.  
 ۴) Al به دست آمده به شدت کاهنده است و با آب واکنش می‌دهد.

۶۲) با ایجاد خراش در سطح آهن سفید کدام نیم‌واکنش انجام نمی‌شود؟



۶۳) در آبکاری قاشق آهنی با فلز نقره، به ترتیب کدام واکنش‌ها در آند و کاتد انجام می‌شود؟



۶۴) عدد اکسایش فلئوئور در کدام گزینه با سایر گزینه‌ها متفاوت است؟

- ۱)  $MgF_2$       ۲)  $OF_2$       ۳)  $F_2$       ۴)  $SF_6$





۶۵) با توجه به مقدار  $E^\circ$  الکترودهای داده شده، کدام مطلب نادرست است؟

ولت  $E^\circ(V^{2+}(aq)/V(s)) = -1,20$  ، ولت  $E^\circ(Ni^{2+}(aq)/Ni(s)) = -0,25$

ولت  $E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -0,76$  ، ولت  $E^\circ(Fe^{2+}(aq)/Fe(s)) = -0,41$

- ۱) اتم وانادیم کاهنده تر از اتم آهن است.
- ۲) کاتیون  $Zn^{2+}(aq)$ ، اکسنده تر از کاتیون  $Ni^{2+}(aq)$  است.
- ۳) در سلول الکتروشیمیایی استاندارد وانادیم-نیکل، الکتروود وانادیم، نقش آند را دارد.
- ۴) در سلول الکتروشیمیایی استاندارد روی - آهن، جریان الکترون در مدار بیرونی از تیغه‌ی روی به سوی تیغه‌ی آهن است.

۶۶) با توجه به سلول الکتروشیمیایی آهن - نقره است، کدام مطلب درست است؟ (با کمی تغییر)

ولت  $E^\circ(Fe^{2+}(aq)/Fe(s)) = -0,41$

ولت  $E^\circ(Ag^+(aq)/Ag(s)) = +0,80$

- ۱)  $E^\circ$  آن برابر  $+0,39$  ولت است.
- ۲) ضمن واکنش آن، بر مقدار یون  $Fe^{2+}(aq)$  در محلول افزوده می شود.
- ۳) پل نمکی در آن نقش برقرار کردن جریان الکترون در مدار درونی از الکتروود آهن به سوی الکتروود نقره را دارد.
- ۴) نیم واکنش در قطب مثبت آن، به صورت:  $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$  است.

۶۷) با توجه به این که واکنش:  $Ni(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + Cu(s)$ ، به طور خودبه‌خودی، پیش

می‌رود، کدام نتیجه گیری درست است؟

- ۱)  $E^\circ$  الکتروود نیکل از  $E^\circ$  الکتروود مس بزرگ‌تر است.
- ۲)  $Cu^{2+}(aq)$  نقش کاهندگی و  $Ni(s)$  نقش اکسندگی دارد.
- ۳) در سلول الکتروشیمیایی استاندارد «نیکل - مس»، الکتروود مس نقش آند را دارد.
- ۴) تمایل  $Ni(s)$  برای از دست دادن الکترون، در مقایسه با  $Cu(s)$  بیشتر است.

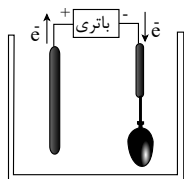
۶۸) با توجه به  $E^\circ$  الکتروود نیکل  $(-0,25V)$  و  $E^\circ$  الکتروود مس  $(+0,34V)$  کدام مطلب در شرایط استاندارد،

نادرست است؟

- ۱)  $Cu^{2+}(aq)$  از  $Ni^{2+}(aq)$  اکسنده تر است.
- ۲)  $Ni(s)$  از  $Cu(s)$  کاهنده تر است.
- ۳)  $Cu(s)$  می‌تواند  $Ni^{2+}(aq)$  را در محلول، به صورت  $Ni(s)$  آزاد کند.
- ۴)  $Ni(s)$  می‌تواند  $Cu^{2+}(aq)$  را در محلول، به صورت  $Cu(s)$  آزاد کند.



۶۹) با توجه به شکل روبه‌رو، که طرح یک سلول الکترولیتی را برای آبکاری یک قاشق مسی با فلز  $M$  نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟



۱) الکترولیت، محلول نمکی از فلز  $M$  است.

۲) کاتد، تیغه‌ای از جنس فلز  $M$  است.

۳) در کاتد: نیم واکنش،  $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$  انجام می‌گیرد.

۴) قاشق مسی، نقش آند را دارد و با گذشت زمان بر وزن آن افزوده می‌شود.

۷۰) با توجه به این‌که واکنش:  $Ni(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + Cu(s)$ ، به طور خودبه‌خودی، پیش می‌رود، کدام مطلب درست است؟

۱)  $E^\circ$  الکتروود نیکل از  $E^\circ$  الکتروود مس بزرگ‌تر است.

۲) تمایل نیکل برای از دست‌دادن الکترون، بیش‌تر از مس است.

۳) نیم‌واکنش اکسایش، به صورت  $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$  است.

۴)  $Ni(s)$  دارای نقش اکسندگی و  $Cu^{2+}(aq)$  دارای نقش کاهندگی است.

۷۱) اگر  $E^\circ$  یک سلول الکتروشیمیایی که در آن، واکنش:  $Zn(s) + A^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + A(s)$  انجام می‌گیرد، برابر با ۰٫۳۵ ولت باشد،  $E^\circ$  واکنش،  $A(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ ، برابر چند ولت است؟

ولت ۰٫۸  $E^\circ(Ag^+(aq)/Ag(s)) = +0.8$

ولت ۰٫۷۶  $E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -0.76$

۲٫۰۱ ۴

۱٫۲۹ ۳

۱٫۲۱ ۲

۰٫۳۹ ۱

۷۲) اگر در سلول استاندارد روی - جیوه، به جای الکتروود استاندارد جیوه، الکتروود استاندارد آهن قرار داده شود، کدام تغییر روی خواهد داد؟ ( $E^\circ$  الکتروودهای استاندارد روی، جیوه و آهن به ترتیب برابر ۰٫۷۶، ۰٫۸۵ و ۰٫۴۴ - ولت است.)

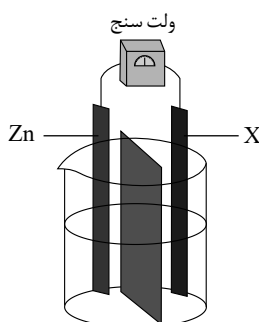
۲) الکتروود روی از آند به کاتد مبدل می‌شود.

۱)  $E^\circ$  سلول به اندازه ۱٫۲۹ ولت، کاهش می‌یابد.

۴) جهت جریان الکترون در مدار بیرونی عوض می‌شود.

۳) مقدار کاتیون  $Zn^{2+}(aq)$  در محلول کاهش می‌یابد.

۷۳) با توجه به شکل روبه‌رو که طرح ساده‌ای از یک سلول گالوانی را نشان می‌دهد، اگر  $X$  الکتروود استاندارد فلز



$E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -0.76V$

$E^\circ(M^{2+}(aq)/M(s)) = -1.18V$

$E^\circ(M'^{2+}(aq)/M'(s)) = +1.2V$

..... باشد، ..... (با تغییر)

۱

۱)  $M'$ ، کاتیون از دیواره‌ی متخلخل در محلول الکتروود روی وارد می‌شوند.

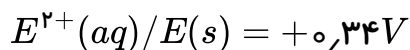
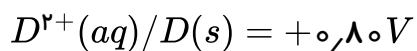
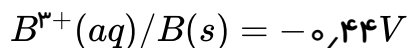
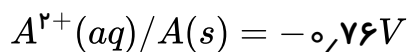
۲)  $M$ ، با انجام واکنش در سلول، از جرم تیغه روی کاسته می‌شود.

۳)  $M'$ ، الکتروود روی آند و  $E^\circ$  سلول برابر ۰٫۴۴ ولت است.

۴)  $M$ ، الکتروود روی کاتد و  $E^\circ$  سلول برابر ۰٫۴۲ ولت است.



۷۴) اگر برقکافت یک سلول الکترولیتی با ولتاژ ۱٫۵ ولت قابل انجام باشد، با اتصال سلول گالوانی استاندارد تشکیل شده از الکترودهای کدام دو فلز به آن، برقکافت در آن انجام می‌شود؟



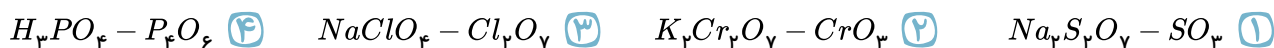
۲) D و B

۴) E و D

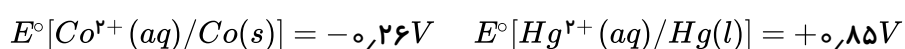
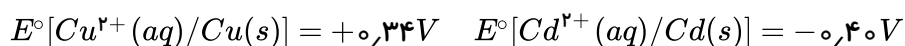
۱) D و A

۳) E و B

۷۵) در کدام دو ترکیب، عدد اکسایش اتم مرکزی نابرابر است؟



۷۶) با توجه به  $E^\circ$  الکترودها:



چند واکنش اکسایش - کاهش داده شده‌ی زیر، به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود؟



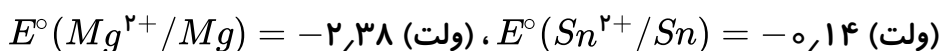
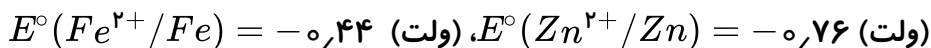
۴) ۴

۳) ۳

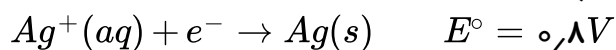
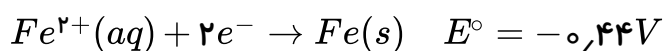
۲) ۲

۱) ۱

۷۷) کدام واکنش در شرایط استاندارد به طور خودبه‌خود پیشرفت می‌کند و  $E^\circ$  این واکنش، برابر چند ولت است؟



۷۸) کدام مطلب درباره‌ی آبکاری یک قاشق آهنی با نقره نادرست می‌باشد؟



۱)

بدون برقرار کردن جریان برق، واکنش به صورت  $Fe(s) + Ag^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Ag(s)$  در سلول انجام می‌گیرد و به وزن تیغه‌ی نقره افزوده می‌شود.

۲) اگر پس از آبکاری روی قاشق خراش ایجاد شود، در هوای مرطوب آهن نقش آند را خواهد داشت.

۳)

پتانسیل استاندارد این سلول الکترولیتی منفی و نیم واکنش غیر خودبه‌خودی به صورت  $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$  در قطب منفی انجام می‌شود.

۴) در آند این سلول، قطعه‌ای از فلز نقره قرار داده می‌شود و با انجام این واکنش در سلول، از وزن آن کاسته می‌شود.



۷۹ اگر در سلول سوختی به جای هیدروژن از سوخت ارزان‌تر و کم‌خطرتری مانند متان استفاده شود؛ برای عبور همان شمار الکترون ناشی از مصرف یک مول هیدروژن از مدار، چند گرم متان باید مصرف شود؟  
( $C = ۱۲, H = ۱ : g \cdot mol^{-1}$ )

۳۲ (۴)

۱۶ (۳)

۸ (۲)

۴ (۱)

۸۰ کدام عبارت، درست است؟ (با کمی تغییر)

- ۱ در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن، بخار آب فقط از بخش آندی آن خارج می‌شود.
- ۲ در اتصال نیم سلول استاندارد همه فلزها به  $SHE$ ، پتانسیل الکترودی منفی، مشاهده می‌شود.
- ۳ در سلول الکترولیتی آبکاری آهن با مس، از مس ( $II$ ) سولفات به عنوان الکترولیت در محلول استفاده می‌شود.
- ۴ در سلول الکتروشیمیایی روی - مس جهت حرکت کاتیون‌ها از دیواره‌ی متخلخل به سمت الکتروود مس است.

۸۱ در سلول گالوانی روی و  $SHE$ ، کدام عبارت درست است؟ (با تغییر)

$$E^{\circ}[Zn^{2+}(aq)/Zn(s)] = -۰,۷۶V$$

(۱)

$$E^{\circ}[Pt^{2+}(aq)/Pt(s)] = +۱,۲V$$

با انجام واکنش در این سلول، غلظت  $Zn^{2+}(aq)$  افزایش یافته و کاتیون‌ها از دیواره‌ی متخلخل به سوی الکتروود روی حرکت می‌کنند.

۲ ضمن انجام واکنش در این سلول، جرم تیغه‌ی فلزی در کاتد، برخلاف جرم تیغه‌ی فلزی در آند، ثابت می‌ماند.

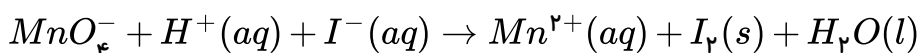
۳ واکنش کلی این سلول به صورت:  $Zn(s) + Pt^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Pt(s)$ ، است.

۴ الکتروود روی، آند است و قطب مثبت این سلول گالوانی را تشکیل می‌دهد.

۸۲ کدام عبارت درست است؟ (با کمی تغییر)

- ۱ هر مولکول اکسیژن می‌تواند با جذب دو یا چهار الکترون کاهش یابد.
- ۲ عدد اکسایش کربن در فرمالدهید از همه‌ی آلدهیدها کمتر و برابر ۱+ است.
- ۳ در سلول گالوانی  $Zn - SHE$  هیدروژن نقش کاتد را ایفا می‌کند.
- ۴ پتانسیل  $SHE$  در  $۲۵^{\circ}C$  برابر صفر است و با افزایش دما افزایش می‌یابد.

۸۳ با توجه به معادله واکنش زیر (پس از موازنه)، کدام عبارت درست است؟ (با کمی تغییر)



- ۱ در این واکنش، یون‌های ید اکسندۀ بوده، کاهش می‌یابند.
- ۲ به ازای مصرف هر یون پرمنگنات، پنج الکترون مبادله می‌شود.
- ۳ به ازای مصرف هر مول یون پرمنگنات، پنج مول  $I_2(s)$  تولید می‌شود.
- ۴ در سلول الکتروشیمیایی تشکیل شده برای این واکنش، کاتیون‌ها از دیواره متخلخل به سوی آند حرکت می‌کنند.



۸۴) کدام گزینه با توجه به  $E^\circ$  الکترودهای زیر، نادرست است؟  $I) E^\circ [M^{2+}(aq)/M(s)] = -0.86V$

۱) فلز  $M$ ، از دو فلز دیگر، کاهنده تر است.

$II) E^\circ [A^{2+}(aq)/A(s)] = +0.34V$

۲) کاتیون  $A^{2+}$ ، از دو کاتیون دیگر اکسندۀ تر است.

$III) E^\circ [D^{2+}(aq)/D(s)] = -0.25V$

۳)

در سلول گالوانی تشکیل شده از الکترودهای  $II$  و  $III$ ، الکتروود  $A$ ، نقش کاتد را دارد.

۴) واکنش:  $A(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + M(s)$ ، در شرایط استاندارد، خودبخودی است.

۸۵) اتم کروم در کدام دو ترکیب، به ترتیب بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد اکسایش را دارد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱)  $CrO_2 - K_2CrO_4$  ۲)  $CrO_3 - K_2Cr_2O_7$  ۳)  $Cr_2O_3 - K_2Cr_2O_7$  ۴)  $Cr(OH)_3 - K_2CrO_4$

۸۶) کدام واکنش از نوع اکسایش-کاهش است و پس از موازنه، نسبت مولی بزرگ‌تری، در آن مشاهده می‌شود؟

۱)  $SO_2(g) + KMnO_4(aq) + H_2O(l) \rightarrow K_2SO_4(aq) + MnSO_4(aq) + H_2SO_4(aq)$

۲)  $Al_2O_3(aq) + HF(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Na_3AlF_6(s) + H_2O(l)$

۳)  $P_4(s) + KClO_3(s) \rightarrow P_4O_{10}(s) + KCl(s)$

۴)  $NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + H_2O(g)$

۸۷) عدد اکسایش کروم در کدام ترکیب با عدد اکسایش اتم مرکزی در مولکول سولفوریل کلرید  $SO_2Cl_2$  برابر است؟

۱)  $CrO_3$  ۲)  $K_2Cr_2O_7$  ۳)  $Na_2CrO_4$  ۴)  $Cr_2O_3$

۸۸) کدام مطلب درست است؟

۱) قطب منفی در سلول‌های گالوانی آند است و در آن نیم واکنش اکسایش انجام می‌گیرد.

۲) در واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید، اکسیژن اکسید می‌شود و هیدروژن کاهش می‌یابد.

۳) در سلول‌های الکترولیتی، قطب مثبت آند است و با انجام واکنش، بر جرم آن افزوده می‌شود.

۴) واکنش سدیم اکسید با آب، از نوع اکسایش-کاهش است و در آن سدیم عامل کاهنده است.

۸۹) کدام عبارت درست است؟

۱) عدد اکسایش نیتروژن‌ها در  $N_2O_3$  یکسان و برابر ۳+ است.

۲) مجموع عدد اکسایش کربن‌ها در متیل استات ( $CH_3COOCH_3$ ) با مجموع عدد اکسایش کربن‌ها در اتانال برابر است.

۳) همه‌ی فلزها به حالت آزاد فقط کاهنده و همه‌ی نافلزها به حالت آزاد فقط اکسندۀ هستند.

۴) اختلاف بیش‌ترین و کمترین عدد اکسایش نیتروژن ۸ واحد بوده و نیتروژن در  $NO_3^-$  فقط می‌تواند کاهنده باشد.



۹۰ کدام مطلب در مورد سلول الکتروشیمیایی ( $SHE - Pt$ ) درست است؟

$$(Pt = 195g \cdot mol^{-1}, E^{\circ}(Pt^{2+}(aq)/Pt(s)) = +1,20V)$$

۱ اگر الکتروود هیدروژن به پایه‌ی مثبت ولت‌سنج متصل شود عدد  $1,2V$  بر روی آن نمایش داده می‌شود.

۲  $E^{\circ}$  برای  $SHE$  فقط در دمای اتاق ( $25^{\circ}C$ ) برابر صفر در نظر گرفته می‌شود.

۳ جنس الکتروود در هر دو نیم سلول یکسان است.

۴ با مصرف  $6,72$  لیتر گاز هیدروژن (در شرایط  $STP$ ) در آند،  $55,8$  گرم بر جرم کاتد افزوده می‌شود.

۹۱ کدام عبارت درست است؟

۱ در واکنش  $Mg$  با  $O_p$  نسبت به واکنش  $Fe$  با  $Cl_p$ ، تعداد الکترون بیشتری مبادله می‌شود.

۲ با توجه به واکنش  $Cl_p$  با  $KI$  می‌توان نتیجه گرفت که قدرت کاهندگی  $I^{-}$  کمتر از  $Cl^{-}$  است.

۳ فلز روی آرام آرام در محلول مس ( $II$ ) سولفات حل می‌شود و در سطح آن، فلز مس سرخ‌رنگ ظاهر می‌شود.

۴ در واکنش  $Fe^{3+} + Sn^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Sn^{4+}$  مجموع ضرایب استوکیومتری یون‌ها برابر ۴ است.

۹۲ کدام عبارت درست است؟

۱ در واکنش  $CO_p(g) + H_p(g) \rightarrow CO(g) + H_pO(g)$  مبادله کامل الکترون از کربن به هیدروژن مشاهده می‌شود.

۲ در مولکول  $OF_p$  عدد اکسایش اتم اکسیژن برابر عدد اکسایش کربن در مولکول اتن است.

۳ اختلاف عدد اکسایش دو اتم کربن در مولکول اتانویک اسید بیش از اختلاف عدد اکسایش دو اتم کربن در اتانول است.

۴ با توجه به عدد اکسایش اتم کلر در یون کلرات این یون فقط در نقش اکسنده عمل خواهد کرد.

۹۳ کدام عبارت درست است؟

۱ در واکنش سوختن اتن تغییر عدد اکسایش کربن بیشتر از سوختن اتین است.

۲ در ساختار پروپان دو اتم کربن عدد اکسایش ۳- و یک اتم کربن عدد اکسایش ۳+ دارد.

۳ در ساختار متیل آمین عدد اکسایش کربن برابر ۳- و عدد اکسایش نیتروژن برابر ۲- است.

۴ در متانول، مجموع اعداد اکسایش کربن و اکسیژن برابر صفر است.

۹۴ به ازای مبادله‌ی  $10^{24} \times 11,3$  الکترون در واکنش فلز مس با محلول نقره نیترات چند گرم فلز نقره آزاد می‌شود و در صورتی که حجم محلول ۲ لیتر باشد، غلظت مولی نمک حاصل چند است؟ ( $Ag = 108g \cdot mol^{-1}$ )

$$1,25mol \cdot L^{-1} - 1080g \quad (2)$$

$$2,5mol \cdot L^{-1} - 1080g \quad (1)$$

$$2,5mol \cdot L^{-1} - 540g \quad (4)$$

$$1,25mol \cdot L^{-1} - 540g \quad (3)$$

۹۵ کدام توصیف نادرست است؟

۱ اگر نیم سلول روی در سلول گالوانی با  $SHE$  بسته شود که در آن  $SHE$  آند باشد، ولت‌سنج عدد منفی را نمایش می‌دهد.

۲ در نیم سلول آهن، فلز آهن الکترون خود را بر روی تیغه جا می‌گذارد و به یون مثبت محلول تبدیل می‌شود.

۳ در سلول الکتروشیمیایی، در محلول با حرکت الکترون از کاتد به آند و در مدار بیرونی از آند به کاتد، مدار الکتریکی کامل می‌شود.

۴ واکنش‌های انجام شده در مرز رسانای الکتریکی و یونی در نیم سلول‌ها را واکنش الکتروودی می‌نامند.



## ۹۶ کدام عبارت درست است؟

۱ در فرایند هال فلز  $Al$  به صورت مذاب و در سطح الکترولیت مورد آزمایش، حاصل می‌شود.

۲ در فرآیند هال تیغه‌ی گرافیتی به کار رفته در کاتد به مرور لاغر می‌شود.

۳ در آبکاری کلید آهنی با نیکل، فلز آهن در نقش آند و نیکل در نقش کاتد خواهد بود.

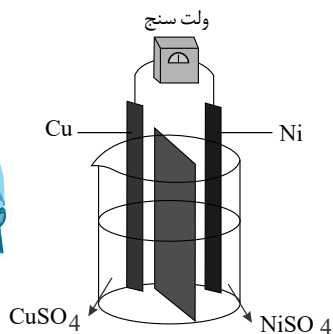
۴

در آبکاری جسمی که به عنوان کاتد است باید رسانای برق باشد و محلول الکترولیت دارای یکی از یون‌های فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی باشد.

## ۹۷ به ترتیب از راست به چپ کدام یون فقط در نقش کاهنده و کدام یون در هر دو نقش کاهنده و اکسنده در واکنش‌های اکسایش و کاهش شرکت می‌کند؟

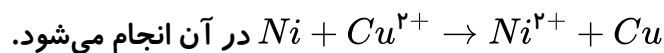


## ۹۸ باتوجه به شکل زیر که به سلول گالوانی الکتروشیمیایی $(Cu - Ni)$ مربوط است، چه تعداد از عبارت زیر صحیح می‌باشد؟ - در این سلول الکتروکود $Ni$ قطب مثبت بوده و کاهش می‌یابد و الکتروکود $Cu$ به عنوان آند کاهش جرم خواهد داشت.



جهت حرکت کاتیون از دیواره متخلخل همانند جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی به سمت الکتروکود  $Cu$  است.

- هرچند ولت‌سنج عددی منفی را نمایش خواهد داد ولی واکنش خودبه‌خودی



- با گذشت زمان، غلظت الکترولیت آندی کاهش و غلظت الکترولیت کاتدی، افزایش می‌یابد.

$$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0.34V, E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -0.25V$$

۴ ۴

۳ ۳

۲ ۲

۱ ۱

## ۹۹ کدام گزینه درست است؟

۱ فلزی که به عنوان پوشش در آبکاری به کار می‌رود نقش آند دارد.

۲ با استفاده از آبکاری می‌توان هر جسمی را به وسیله‌ی یک فلز پوشانید.

۳ از آبکاری آهن به وسیله‌ی قلع، آهن گالوانیزه به دست می‌آید.

۴ در آبکاری، الکترولیت از جنس یک محلول اسیدی مانند سولفوریک اسید است.

## ۱۰۰ پیرامون سلول سوختی هیدروژن کدام مطالب زیر نادرست است؟

۱ واکنش کلی رخ داده در این سلول، عکسی واکنش کلی برقکافت آب است.

۲ در آند یک سوخت گازی شکل به آرامی اکسید می‌شود.

۳ اختلاف پتانسیل مشاهده شده، برابر  $E^\circ$  آندی است.

۴ پروتون‌ها در عرض غشا به سمت قطب با بار هم نام حرکت می‌کند.





۱۰۱) با توجه به  $E^\circ$  های داده شده کدام عبارت درست است؟

نیم واکنش	$E^\circ$
$Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$	+۱٫۸۲
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-۱٫۶۶
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+۰٫۴
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+۰٫۷۷

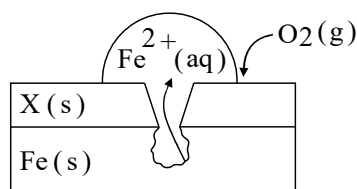
۱) در سلول گالوانی ( $SHE - Al$ ) گذشت زمان وزن الکترود کاتدی زیاد می‌شود.

۲) واکنش  $Co^{3+} + Fe^{2+} \rightarrow Co^{2+} + Fe^{3+}$  در شرایط استاندارد خود به خودی است و ولتاژ سلول ۱٫۰۵ ولت است.

۳) قدرت کاهندگی  $Co^{2+}$  بیش تر از  $Fe^{2+}$  است.

۴)

واکنش  $4Fe^{2+} + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4Fe^{3+}(aq) + 4OH^-(aq)$  در شرایط استاندارد خود به خودی است و در آن  $Fe^{2+}$  کاهنده است.



۱۰۲) کدام مطلب در مورد شکل روبه‌رو نادرست است؟

۱) اتم‌های آهن کاهنده‌تر از  $X$  است.

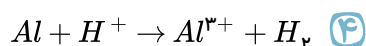
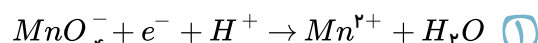
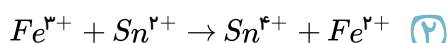
۲)

نیم‌واکنش کاهش در زنگ زدن آهن گالوانیزه و این شکل مشابه بوده و به‌صورت  $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$  است.

۳) در مقابل انتقال یک مول الکترون، ۵٫۶ لیتر گاز اکسیژن در شرایط  $STP$  مصرف می‌شود.

۴) پتانسیل الکترودی استاندارد  $X$  کوچک‌تر از آهن است.

۱۰۳) در کدام واکنش پس از موازنه، مجموع ضرایب فراورده‌های کمتر است؟



۱۰۴) در واکنش سوختن کامل استون، مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن کدام است؟

۴) ۱۸

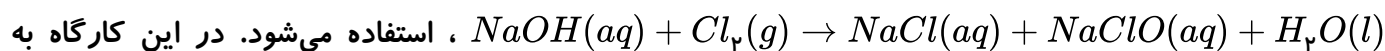
۳) ۱۶

۲) ۱۴

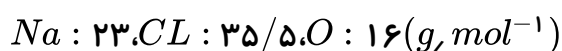
۱) ۱۲

۱۰۵) در یک کارگاه، از گاز کلر حاصل از یک سلول دانز برای تهیه‌ی مایع سفید کننده‌ی خانگی (محلول ۵٪ جرمی

از  $NaClO(aq)$  ، طبق واکنش (موازنه نشده):



ازای تولید  $1,150\text{ kg}$  فلز سدیم، به تقریب چند لیتر محلول سفید کننده ( $d \approx 1\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) تولید می‌شود؟



۴) ۷۴٫۵

۳) ۵۱٫۵۶

۲) ۳۷٫۲۵

۱) ۳۵٫۷۸

۱۰۶) تغییر عدد اکسایش در سوختن کامل اتین با عدد اکسایش اتم مرکزی در کدام ترکیب یکسان است؟

۴) متان

۳) یون کلرات

۲) گوگرد تری‌اکسید

۱) یون پرمنگنات



1,5 (F)

٤,١ (٣)

3, 2 (2)

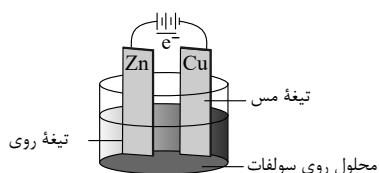
1, 7 ①

۱) در سلول گالوانی  $Zn - Cu$  با گذشت زمان جرم محلول موجود در ظرف آند زیاد می‌شود.

۲) در سلول گالوانی  $Ag - SHE$  با گذشت زمان جرم تیغه آندی کاهش می‌یابد.

👉 در سلول گالوانی  $Mg - Fe$  آنیون‌ها از طریق دیواره متخلخل به ظرف آند انتقال می‌یابند.

در سلول گالوانی  $SHE - Cu$  آرام آرام به جرم تیغه مسی افزوده می‌شود.



① در این سلول فلز روی کاتد و فلز مس آنود است.

۲) جهت حرکت الکترون‌ها در محلول از روی به مس است.

در پایگاه کاتدی نیم واکنش  $Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Zn(s)$  انجام می شود.

در پایگاه آندی نیم واکنش  $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$  انجام می شود.

$$(E^\circ(Zn^{r+}/Zn) = -0.76V, E^\circ(Fe^{r+}/Fe) = -0.44V)$$

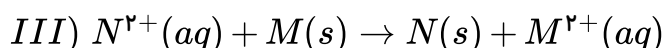
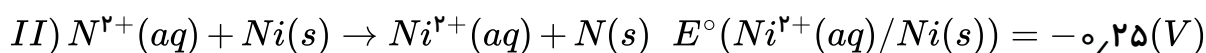
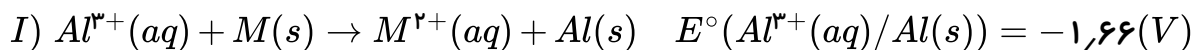
با گذشت زمان بر شدت رنگ محلول الکترولیت نیم سلول آند افزوده نمی‌شود.

۲) با گذشت زمان از جرم تیغۀ روی کاسته و بر جرم تیغۀ آهن افزوده می‌شود..

۳ جهت حرکت یونها در این مدار به درستی نشان داده نشده است.

۴) ولت سنج عدد  $0.32V$  را نشان می‌دهد.

برابر ۰/۷۲ و ۰/۵۹ ولت باشد،  $E^{\circ}$  سلولی که در آن واکنش *III* انجام می‌شود برابر ..... ولت است و .....



۲)  $M - 1,28$  از  $N$  کاهنده تر است.

①  $2,72 - N^{2+}$  از  $M^{2+}$  اکسندۀ تر است.

۴)  $N - ۱,۲۸$  از  $M$  کاهنده تر است.

۳  $2,72 M^{2+} - N^{2+}$  اکسنده تر است.



۱۱۲ اگر در آب کاری قطعه‌های آهنی با طلا، از محلول  $Au(NO_3)_3$  به عنوان الکترولیت و از فلز طلا به عنوان آند استفاده کنیم، در این صورت همه عبارت‌های زیر به جز گزینه ..... درست‌اند.

نیم‌واکنش	$E^\circ (V)$
$4H^+(aq) + O_2(g) + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O(l)$	۱٫۲۳
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Au(s)$	۱٫۵

- ۱ با گذشت زمان جرم تیغه آندی کم می‌شود.
- ۲ در آند گاز اکسیژن آزاد می‌شود.
- ۳ غلظت یون‌های  $Au(NO_3)_3$  به تدریج کم می‌شود و برای جبران آن باید نمک  $Au(NO_3)_3$  اضافه کرد.
- ۴ pH محلول به تدریج کم می‌شود.

۱۱۳ عدد اکسایش نیتروژن در نمک آمونیوم سولفات با عدد اکسایش کربن در کدام ترکیب برابر است؟

- ۱ متان
- ۲ اتان
- ۳ اتن
- ۴ اتین

۱۱۴ تعداد الکترون مبادله شده در واکنش فلز آهن با گاز کلر، با تعداد الکترون مبادله شده در کدام واکنش برابر

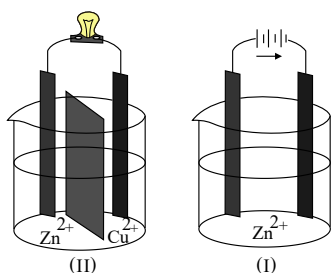
است؟

- ۱ واکنش فلز آلومینیم با آهن (III) اکسید
- ۲ واکنش فلز کروم با آهن (III) کلرید
- ۳ واکنش فلز مس با نقره نیترات
- ۴ واکنش فلز روی با هیدروکلریک اسید

۱۱۵ کدام عبارت درست است؟

- ۱ در سلول گالوانی نقره - منیزیم، به مرور از غلظت کاتیون در ظرف آندی کاسته می‌شود.
- ۲ در سلول گالوانی مس - آهن، به مرور جرم تیغه آهنی افزایش می‌یابد.
- ۳ در سلول گالوانی نیکل - روی، به مرور غلظت کاتیون در ظرف الکترود نیکل کم می‌شود.
- ۴ در سلول گالوانی مس - هیدروژن، به مرور از جرم تیغه آندی کاسته می‌شود.

۱۱۶ باتوجه به شکل‌های روبه‌رو کدام مطلب نادرست است؟



۱

در سلول شکل (II) قطب مثبت الکترودی است که در آن رسانای یونی به رسانای الکترودی طی یک واکنش خودبه‌خودی الکترون می‌دهد.

۲ در سلول شکل (I) واکنش اکسایش - کاهش انجام شده با افزایش سطح انرژی همراه است.

۳

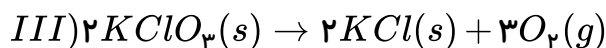
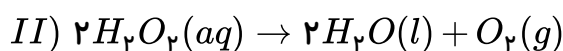
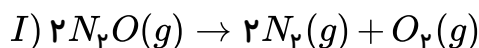
در سلول شکل (I) با اعمال ولتاژ بیرونی توسط یک منبع جریان الکتریسیته نیم واکنش‌های الکترودی در مسیر غیرخودبه‌خودی رانده می‌شوند.

۴ در هر دو سلول، الکترون‌ها از الکترودی با پتانسیل منفی‌تر به سمت الکترودی با پتانسیل مثبت‌تر جریان می‌یابند.





۱۱۷) از میان سه واکنش زیر، یک واکنش با هر یک از دو واکنش دیگر، یک تفاوت اساسی دارد، این واکنش کدام است و این تفاوت، در چیست؟



۲) I - کم تر بودن شمار مول‌های فراورده

۱) II - میزان تغییر عدد اکسایش اتم اکسیژن

۴) III - تفاوت حالت فیزیکی فراورده‌ها با واکنش‌دهنده

۳) III - میزان تغییر عدد اکسایش اتم اکسیژن

۱۱۸) هرگاه در سطح آهن سفید، در هوای مرطوب خراشی به وجود آید، در محل آن خراش، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود و در نتیجه، ..... در نقش ..... ، ..... یافته و ..... می‌شود.

۲) Zn - آند - اکسایش - خورده

۱) Fe - کاتد - کاهش - خورده

۴) Fe - آند - اکسایش - محافظت

۳) Zn - کاتد - کاهش - محافظت

۱۱۹) کدام عبارت درست است؟

۱) در واکنش  $Al(s)$  با  $HCl(aq)$ ، تعداد ۳ الکترون مبادله می‌شود.

۲) مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها در واکنش  $Cr(s) + Fe^{3+}(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq) + Fe^{2+}(aq)$ ، برابر با ۵ است.

۳) در واکنش نقره نیترات با فلز مس، تغییر غلظت  $Cu^{2+}(aq)$ ، نصف تغییر غلظت  $Ag^+(aq)$  است. (حجم محلول ثابت است.)

۴) در واکنش  $CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g)$ ، تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها دچار تغییر می‌شود.

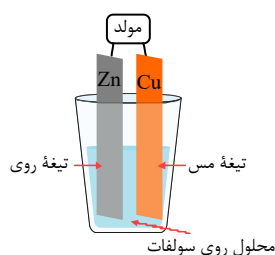
۱۲۰) در سلول گالوانی  $Cu - Ag$ ، با گذشت زمان ..... ( $Cu = 64$ ،  $Ag = 108 g \cdot mol^{-1}$ )

۱) غلظت  $Cu^{2+}$  در نیم‌سلول مربوطه کاهش می‌یابد.

۲) غلظت  $Ag^+$  در نیم‌سلول مربوطه کاهش می‌یابد.

۳) به مرور تیغه مسی چاق می‌شود.

۴) تغییر جرم تیغه نقره‌ای از تغییر جرم تیغه مسی کمتر است.



۱۲۱) باتوجه به شکل مقابل، کدام عبارت درست است؟

۱) Zn قطب منفی و Cu قطب مثبت است.

۲) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از Cu به Zn است.

۳) در سطح تیغه مس، نیم‌واکنش  $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$  انجام می‌شود.

۴) در سطح تیغه روی، نیم‌واکنش کاهش انجام می‌شود.

۱۲۲) کدام عبارت درباره فرایند برقکافت آب نادرست است؟

۱) سطح آب در بخش کاتدی بالاتر از بخش آنودی است.

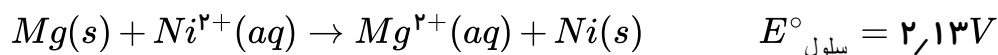
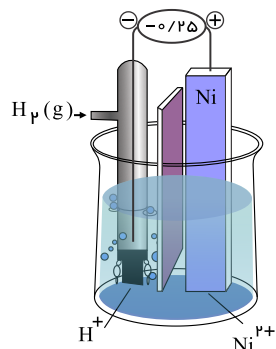
۲) در آند نیم‌واکنش  $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$  انجام می‌شود.

۳) در کاتد نیم‌واکنش  $4H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g) + 4OH^-(aq)$  انجام می‌شود.

۴) با قطع منبع نیرو می‌توان ادعا نمود محیط همچنان خنثی است.



۱۲۳) باتوجه به سلول الکتروشیمیایی استاندارد نشان داده شده و واکنش زیر، پتانسیل کاهش الکتروود استاندارد منیزیم چند ولت است؟



- ۱) ۱,۸۸      ۲) -۲,۳۸      ۳) ۲,۳۸      ۴) -۱,۸۸

۱۲۴) در سلول گالوانی  $Al - SHE$ ، پس از ۵ دقیقه، ۳۳۶ میلی‌لیتر گاز  $H_2$  در شرایط  $STP$  آزاد می‌شود. به این ترتیب چند گرم از جرم تیغه  $Al$  کاسته می‌شود؟ ( $Al = ۲۷g \cdot mol^{-1}$ )

- ۱) ۰,۲۷      ۲) ۰,۵۴      ۳) ۱,۰۸      ۴) ۲,۱۶

۱۲۵) کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) برای حفاظت کاتدی آهن، آن را با یک فلز فعال‌تر مانند  $Mg$  یا  $Zn$  مجاور می‌کنند.  
 ۲) با ایجاد خراش در سطح آهن گالوانیزه، فلز آهن در نقش کاتد کاهش می‌یابد.  
 ۳) با ایجاد خراش عمیق در سطح حلبی، فلز آهن در نقش آنود خورده می‌شود.  
 ۴) برخلاف حلبی، از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده نمود.

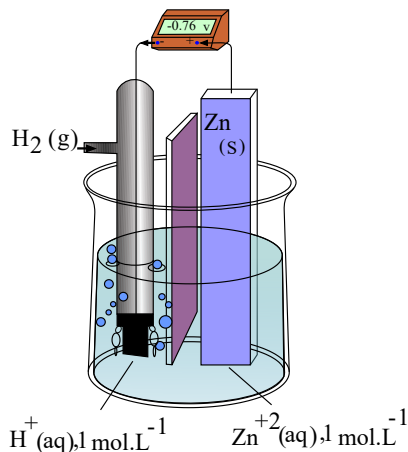
۱۲۶) کدام مورد (ها) پیرامون برقکافت آب صحیح است؟

- آ - نیم‌واکنش اکسایش در آن  $۲H_2O(g) \rightarrow O_2(g) + ۴H^+(aq) + ۴e^-$  می‌باشد.  
 ب - در قطب مثبت گاز اکسیژن و در قطب منفی گاز هیدروژن تولید می‌شود.  
 پ - حجم گاز تولید شده در کاتد نصف گاز تولید شده در آنود است.  
 ت - برقکافت آب فرایندی است که در آن آب به یون‌های سازنده‌اش تجزیه می‌شود.

- ۱) آ و ب      ۲) ب و پ      ۳) فقط ب      ۴) ب و ت



۱۲۷) باتوجه به شکل مقابل، کدام عبارت نادرست است؟ (دو نیم سلول به وسیله دیواره متخلخل از یکدیگر جدا شده‌اند.)



- ۱) Zn کاتد و SHE آند است.
- ۲) به مرور غلظت  $Zn^{2+}(aq)$  در محلول افزایش می‌یابد.
- ۳) پس از مدتی غلظت  $H^+(aq)$  در محلول کمتر از یک مولار خواهد شد.
- ۴) جهت گیری نشان داده شده در مدار بیرونی، جهت حرکت الکترون‌ها را نشان می‌دهد.

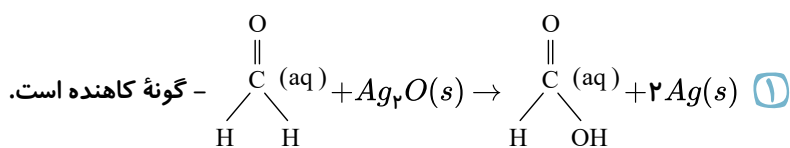
۱۲۸) وظیفه کدام قسمت از یک سلول الکتروشیمیایی نادرست ذکر شده است؟

- ۱) الکتروکاتد: فراهم کردن سطح مناسب برای انجام واکنش اکسایش
- ۲) دیواره متخلخل: عبور یون‌های شرکت‌کننده در واکنش، با هدف خنثی شدن بار الکتریکی هر یون
- ۳) الکتروکاتد: فراهم کردن سطح مناسب برای گرفتن الکترون توسط اکسنده
- ۴) دیواره متخلخل: جلوگیری از مخلوط شدن مستقیم و سریع دو الکترولیت آندی و کاتدی

۱۲۹) در یک سلول گالوانی با انجام عمل اکسایش در قطب ..... الکتروکاتد خورده می‌شود و کاتیون از ..... وارد ..... می‌شود که در این صورت غلظت الکترولیت آندی ..... می‌یابد.

- ۱) مثبت - تیغه - محلول - افزایش
- ۲) مثبت - محلول - تیغه - کاهش
- ۳) منفی - تیغه - محلول - افزایش
- ۴) منفی - محلول - تیغه - کاهش

۱۳۰) در واکنش ..... گونه فلزی، ..... گونه کاهنده است.



- ۲)  $2\text{Al}(\text{s}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$  - کاهش پیدا می‌کند.
- ۳)  $\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnCl}_2(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  - نقش اکسنده را دارد.
- ۴)  $2\text{Ag}^+(\text{s}) + 2\text{Br}^-(\text{s}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{g}) + 2\text{Ag}(\text{s})$  - اکسید می‌شود.

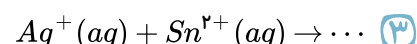
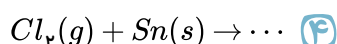
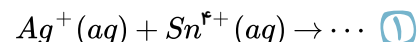
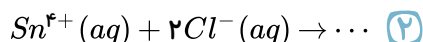
۱۳۱) در فرایند آبکاری ..... نمی‌توان یک قاشق پلاستیکی را توسط نقره آبکاری کرد.

- ۱) به مرور لایه‌ای از فلز آند بر روی سطح الکتروکاتد مثبت قرار می‌گیرد.
- ۲) با پیشرفت واکنش از جرم الکترودی که به قطب منفی باتری وصل است، کاسته می‌شود.
- ۳) اطراف الکتروکاتد حباب‌هایی از گاز  $\text{H}_2$  آزاد شده و  $\text{POH}$  محلول افزایش می‌یابد.

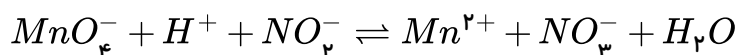


۱۳۲) باتوجه به جدول زیر، کدام واکنش انجام پذیر بوده و بیشترین سلول  $E^\circ$  را دارد؟

نیم واکنش	$E^\circ (V)$
$Sn^{4+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq)$	۰٫۱۵
$Ag^+(aq) + e \rightleftharpoons Ag(s)$	۰٫۸
$Sn^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Sn(s)$	-۰٫۱۴
$Cl_2(g) + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	۱٫۳۶



۱۳۳) باتوجه به واکنش موازنه نشده زیر تمام گزینه ها درست هستند به جز:



(۱) این واکنش از نوع اکسایش و کاهش بوده و تعداد  $e^-$  های مبادله شده در آن برابر ۱۰ می باشد.

(۲) در این واکنش یون پرمنگنات نقش اکسنده و یون نیتريت نقش کاهنده را دارد.

(۳) پس از موازنه مجموع ضرایب فراورده ها ۳ واحد کم تر از مجموع ضرایب واکنش دهنده ها است.

(۴)

تغییر عدد اکسایش گونه کاهنده در این واکنش برابر عدد اکسایش کربن گروه عاملی کربوکسیل، در اغلب کربوکسیلیک اسیدها است.

۱۳۴) در واکنش  $Cu + H^+ + NO_3^- \rightarrow Cu^{2+} + NO_2 + H_2O$  گونه ..... نقش ..... و

گونه ..... نقش ..... دارد.

(۲)  $H^+$ ، اکسنده،  $NO_3^-$ ، کاهنده

(۱)  $Cu$ ، اکسنده،  $NO_3^-$ ، کاهنده

(۴)  $H^+$ ، کاهنده،  $NO_3^-$ ، اکسنده

(۳)  $Cu$ ، کاهنده،  $NO_3^-$ ، اکسنده

۱۳۵) در واکنش ورقه آلومینیومی با محلول مس (II) سولفات، به ازای مبادله ۴۸ مول الکترون چند گرم مس

تولید می شود؟  $Al + Cu^{2+} \rightarrow Al^{3+} + Cu$  ( $Cu = 64g \cdot mol^{-1}$ )

(۴) ۱۵۳۶

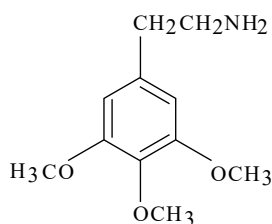
(۳) ۱۱۵۲

(۲) ۷۶۸

(۱) ۵۷۶

۱۳۶) در مولکول مسکالین با ساختار زیر، نسبت تعداد کربن های با عدد اکسایش (۲-) به کربن های با عدد

اکسایش (۱-) کدام است؟



(۲) ۳/۴

(۱) ۱

(۴) ۱/۲

(۳) ۴/۳



۱۳۷) کدام گزینه مربوط به نیم‌واکنش کاهش در واکنش فلز منیزیم با اکسیژن هوا و تشکیل منیزیم اکسید جامد می‌باشد؟

- ۱)  $O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}(g)$  ۲)  $O_2(g) + 2e^- \rightarrow O_2^{2-}(g)$
- ۳)  $2O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O_2^{2-}(s)$  ۴)  $O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}(s)$

۱۳۸) کدام عبارت درست است؟

- ۱) عدد اکسایش کربن متانول، با عدد اکسایش اکسیژن در اکسیژن دی‌فلوئورید برابر است.
- ۲) براساس عدد اکسایش  $Mn$  در پتاسیم منگنات، این نمک فقط می‌تواند یک اکسندۀ باشد.
- ۳) در واکنش فلز  $Al$  با هیدروکلریک اسید، تعداد الکترون بیشتری نسبت به واکنش فلز آهن با گاز کلر مبادله می‌شود.
- ۴) در نیم‌واکنش کاتدی فرایند خوردگی آهن، ضریب الکترون برابر با ۴ است.

۱۳۹) چه تعداد از جملات زیر در مورد اکسایش و کاهش نادرست است؟

- الف) گونه‌ای که کاهش یافته اکسندۀ و گونه‌ای که اکسایش یافته کاهندۀ است.
- ب) گونه‌ای که الکترون می‌دهد اکسایش یافته و گونه‌ای که الکترون می‌گیرد کاهش یافته است.
- پ) گونه‌ای که اکسایش یافته کاهندۀ است و عدد اکسایش آن گونه زیاد می‌شود.
- ت) گونه‌ای که الکترون می‌گیرد کاهش یافته و عدد اکسایش آن گونه کم می‌شود.

- ۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۴۰) کدام یک از واکنش‌های زیر از نوع اکسایش و کاهش نیست؟

- ۱)  $H_2S(g) + Br_2(l) \rightarrow S(s) + 2HBr(g)$
- ۲)  $2K(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + H_2(g)$
- ۳)  $Na_2O(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(l)$
- ۴)  $2NaClO_3(aq) + 3S(s) \rightarrow 2SO_2(g) + 2NaCl(aq)$

۱۴۱) چه تعداد از جملات زیر در مورد واکنش  $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$  نادرست بیان شده است؟

- الف) اکسیژن گونه کاهش یافته است و نقش اکسندگی دارد.
- ب) اکسیژن با اکسایش منیزیم گونه کاهش یافته در معادله واکنش است.
- پ) منیزیم گونه اکسایش یافته است و نقش کاهندگی دارد.
- ت) منیزیم با کاهش اکسیژن گونه اکسایش یافته در معادله واکنش است.

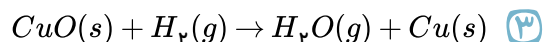
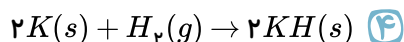
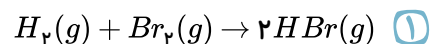
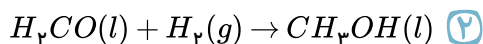
- ۱) صفر ۲) یک ۳) دو ۴) سه

۱۴۲) با توجه به واکنش  $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$  تعداد الکترون‌های انتقال یافته به ازای کاهش یک مول اکسیژن چه قدر است؟

- ۱)  $4.87 \times 10^{24}$  ۲)  $2.408 \times 10^{24}$  ۳)  $1.204 \times 10^{24}$  ۴)  $4.816 \times 10^{24}$



۱۴۳ در کدام یک از واکنش های زیر هیدروژن نقش یک عامل اکسنده را دارد؟



۱۴۴ با توجه به واکنش  $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$  می توان گفت:

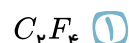
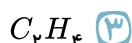
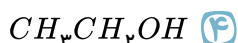
(۱) عدد اکسایش هیدروژن به ۱- رسیده است.

(۲) واکنش از نوع اکسایش و کاهش نمی باشد.

(۳) هیدروژن گونه اکسایش یافته و اکسیژن گونه کاهش یافته می باشد.

(۴) عدد اکسایش اکسیژن به ۲+ رسیده است.

۱۴۵ مجموع عدد اکسایش اتم های کربن کدام ترکیب داده شده صفر است؟



۱۴۶ با قرار دادن یک تیغه از فلز مس در محلولی از روی سولفات:

(۱) جرم مس تغییر نمی کند؛ چون میزان مصرف و تولید آن با هم برابر است.

(۲) فلز مس با از دست دادن الکترون به یون های  $Cu^{2+}$  تبدیل می شود.

(۳) جرم مس تغییر نمی کند؛ زیرا فلز روی کاهنده تر از مس است و واکنش انجام نمی شود

(۴) یون های  $Zn^{2+}$  با گرفتن الکترون از فلز مس به فلز روی تبدیل می شوند.

۱۴۷ در فرایند خوردگی آهن کلیه ی تغییرات زیر حاصل می شوند، به جز .....

(۱) در پایگاه آندی اتم  $Fe$  به یون  $Fe^{2+}$  تبدیل می گردد.

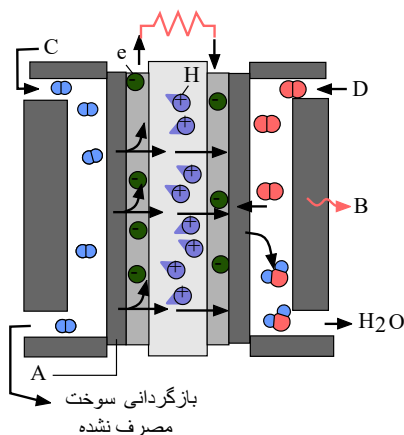
(۲) در پایگاه کاتدی مولکول اکسیژن با  $H^+$  واکنش داده و با جذب الکترون آب تولید می کند.

(۳) در قطره ی آب یون های  $Fe^{2+}(aq)$  و به یون  $Fe^{3+}$  تبدیل می شود.

(۴) در پایگاه آندی محصول نهایی  $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$  یا زنگ آهن است.

۱۴۸ باتوجه به شکل زیر که مربوط به نوعی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن است، کدام گزینه درست است؟

(باتغییر)



(۱) در شکل به ترتیب نشان دهنده گاز در کاتد و جریان آب یا هوای سرد است.

(۲) سلول های سوختی همانند باتری ها، انرژی شیمیایی را ذخیره می کنند.

(۳)

$emf$  استاندارد این سلول برابر با  $E^\circ$  نیم واکنش  $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$  می باشد.

(۴) ورودی C در شکل مربوط به گاز  $O_2$  و ورودی D مربوط به گاز  $H_2$  می باشد.





۱۴۹) چند مورد از مطالب زیر در مورد سلول‌های الکترولیتی درست است؟

آ - واکنش با افزایش پایداری همراه است.

ب - در سلول‌های الکترولیتی برخلاف سلول‌های گالوانی، کاتیون به سمت کاتد و آنیون به سمت آنود حرکت می‌کند.

پ - در این سلول‌ها الکتروود متصل به قطب مثبت منبع جریان مستقیم، نقش کاتد را دارد.

ت - در سلول‌های الکترولیتی و گالوانی در آنود فرایند اکسایش و در کاتد فرایند کاهش رخ می‌دهد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۵۰) با توجه به  $E^\circ$  های داده شده به ترتیب ضعیف‌ترین کاهنده و قوی‌ترین اکسنده کدام است؟

$$E^\circ \left( \frac{Cr^{3+}}{Cr} \right) = -0.74V$$

$$E^\circ \left( \frac{Hg^{2+}}{Hg} \right) = 0.85V$$

$$E^\circ \left( \frac{Br_2}{2Br^-} \right) = 1.07V$$

$Hg^{2+} - Cr$  (۴)

$Hg^{2+} - Hg$  (۳)

$Br_2 - Br^-$  (۲)

$Br^- - Cr^{3+}$  (۱)

۱۵۱) اگر بدانیم در پیل گالوانی  $Zn$  با  $Mn$ ، فلز روی قطب مثبت می‌باشد می‌توان گفت:

(۲) یون‌های روی دچار اکسایش می‌شوند.

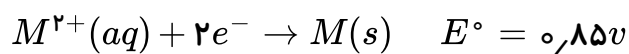
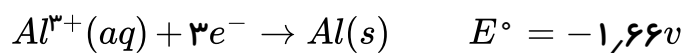
(۱) اتم‌های روی دچار اکسایش می‌شوند.

(۴) یون‌های منگنز دچار کاهش می‌شوند.

(۳) اتم‌های منگنز دچار اکسایش می‌شوند.

۱۵۲) با توجه به نیم واکنش‌های داده شده واکنش  $M(s) + Al^{3+}(aq) \rightarrow$  یک واکنش ..... است؛ زیرا

.....



(۱) انجام ناپذیر - یون  $Al^{3+}$  اکسنده‌تر از یون  $M^{2+}$  می‌باشد.

(۲) انجام ناپذیر - قدرت کاهندگی فلز  $M$  از  $Al$  کمتر است.

(۳) انجام پذیر - قدرت کاهندگی فلز  $M$  از  $Al$  بیشتر است.

(۴) انجام پذیر - یون  $Al^{3+}$  کاهنده‌تر از یون  $M^{2+}$  می‌باشد.



۱۵۳ اگر در سلول گالوانی «روی - جیوه» به جای فلز جیوه از الکتروود نقره استفاده شود کدام تغییر رخ می‌دهد؟

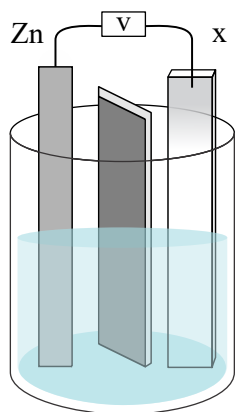
$$E^{\circ} \left( \frac{Zn^{2+}}{Zn} \right) = -0,76$$

$$E^{\circ} \left( \frac{Ag^{+}}{Ag} \right) = +0,80$$

$$E^{\circ} \left( \frac{Hg^{2+}}{Hg} \right) = 0,85$$

- ۱ نقش الکتروود روی از آند به کاتد تغییر می‌کند. ۲ ولتاژ سلول به اندازه  $0,5V$  کاهش می‌یابد. ۳ جهت حرکت یون‌های  $Zn^{2+}$  در دیواره متخلخل تغییر می‌کند. ۴ جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی تغییر می‌کند.

۱۵۴ در سلول گالوانی مقابل اگر فلز  $X$  از جنس ..... باشد .....



$$E^{\circ} \left( \frac{Al^{3+}}{Al} \right) = -1,66V$$

$$E^{\circ} \left( \frac{Ag^{+}}{Ag} \right) = +0,80V$$

$$E^{\circ} \left( \frac{Zn^{2+}}{Zn} \right) = -0,76V$$

- ۱  $Ag$  - با گذشت زمان در محیط محلول کاتدی غلظت  $Ag^{+}$  کاهش می‌یابد. ۲  $Al$  - با گذشت زمان غلظت  $Al^{3+}$  کاهش می‌یابد. ۳  $Zn - Ag$  نقش کاتد را خواهد داشت و به تدریج به جرمش اضافه می‌شود. ۴  $Zn - Al$  نقش آند را خواهد داشت و از جرمش کاسته می‌شود.

۱۵۵ چه تعداد از عملکردهای زیر در یک سلول گالوانی رخ نمی‌دهد؟

- عبور الکترون‌ها از دیواره متخلخل میان آند و کاتد

- افزایش جرم کاتد

- کاهش در قطب مثبت

- انجام یک واکنش اکسایش و کاهش غیر خود به خودی

- ۱ یک مورد ۲ دو مورد ۳ سه مورد ۴ چهار مورد



۱۵۶ با دو فلز کادمیوم و سرب یک سلول گالوانی تشکیل می‌دهیم. باتوجه به مقادیر  $E^\circ$  داده شده کدام گزینه نادرست می‌باشد؟

$$E^\circ\left(\frac{Pb^{2+}}{Pb}\right) = -0,13V \quad E^\circ\left(\frac{Cd^{2+}}{Cd}\right) = -0,40V$$

۱  $E^\circ$  سلول برابر ۰,۲۷۷ می‌باشد.

۲ با گذشت زمان از جرم تیغه کادمیوم کاسته می‌شود.

۳ آنیون‌ها در محلول از قسمت تیغه سرب به قسمت تیغه کادمیوم حرکت می‌کنند.

۴ با گذشت زمان غلظت یون  $Pb^{2+}$  در محلول افزایش می‌یابد.

۱۵۷ کدام یک از شرایط مطرح شده در گزینه‌ها باعث متوقف کردن واکنش‌های اکسایش و کاهش در یک سلول گالوانی نمی‌شود؟

۱ تمام شدن تیغه آند

۲ قطع مدار خارجی سلول

۳ تمام شدن تیغه کاتد

۴ تمام شدن کاتیون محلول الکترولیت در محیط کاتد

۱۵۸ سه فلز فرضی  $A$ ،  $B$  و  $C$  با مقادیر  $E^\circ$  زیر نشان داده شده‌اند. کدام گزینه درست بیان شده است؟

$$E^\circ\left(\frac{A^{3+}}{A}\right) = -1,66V$$

$$E^\circ\left(\frac{B^{2+}}{B}\right) = -0,76V$$

$$E^\circ\left(\frac{C^+}{C}\right) = +0,80V$$

۱ سلول گالوانی میان  $B$  و  $C$  ولتاژی برابر ۲,۴۲ ولت ایجاد می‌کند.

۲ سلول گالوانی میان  $A$  و  $C$  ولتاژی برابر ۰,۸۶ ولت ایجاد می‌کند.

۳ کمترین ولتاژ ممکن میان دو فلز  $A$  و  $B$  بوده و برابر ۰,۹۰ ولت است.

۴ بیشترین ولتاژ ممکن میان دو فلز  $B$  و  $C$  بوده و برابر ۱,۵۶ ولت است.

۱۵۹ در سلول گالوانی حاصل از دو فلز  $Al$  و  $Cu$  مقدار ولتاژ ایجاد شده ۱,۷ ولت اندازه‌گیری می‌شود. کدام گزینه بازده درصدی این سلول را به درستی نشان می‌دهد؟

$$E^\circ\left(\frac{Al^{3+}}{Al}\right) = -1,66V$$

$$E^\circ\left(\frac{Cu^{2+}}{Cu}\right) = 0,34V$$

۴ ۸۵ درصد

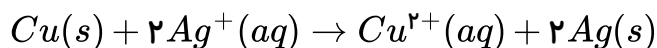
۳ ۸۰ درصد

۲ ۷۵ درصد

۱ ۷۰ درصد



۱۶۰ واکنش زیر بعنوان واکنش کلی یک پیل گالوانی داده شده است:



اگر ولت سنج اختلاف پتانسیل سلول حاصل را  $0.46V$  و ولتاژ کاهش  $0.34V$   $E^\circ(\frac{Cu^{2+}}{Cu})$  را داشته باشیم،

ولتاژ الکتروود نقره کدام است و این الکتروود چه نقشی دارد؟

- ①  $0.80V$  - کاتد      ②  $0.12V$  - کاتد      ③  $0.80V$  - آند      ④  $0.12V$  - آند

۱۶۱ با توجه به مقادیر پتانسیل‌های کاهش در داده‌های زیر قوی‌ترین کاهنده و ضعیف‌ترین اکسنده به ترتیب

کدامند؟

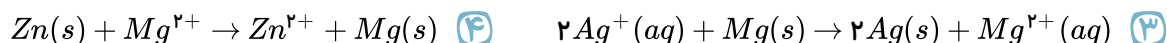
$$E^\circ(\frac{Ni^{2+}}{Ni}) = -0.25V$$

$$E^\circ(\frac{Ag^+}{Ag}) = +0.80V$$

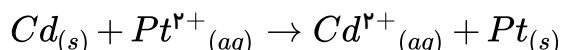
$$E^\circ(\frac{Ca^{2+}}{Ca}) = -2.87V$$

- ①  $Ca^{2+} - Ca$       ②  $Ca - Ni^{2+}$       ③  $Ag - Ca^{2+}$       ④  $Ag - Ag^+$

۱۶۲ کدام واکنش با توجه به موقعیت عناصر در سری الکتروشیمیایی فلزات در جهت رفت پیشرفت می‌کند؟



۱۶۳ با توجه به اینکه واکنش زیر خود به خودی انجام می‌شود، کدام مطلب درست است؟



①  $E^\circ$  کاهش پلاتین از  $E^\circ$  کاهش کادمیوم کوچک‌تر است.

② فلز کادمیوم گونه کاهنده و یون پلاتین گونه اکسنده است.

③ تمایل پلاتین برای از دست دادن الکترون بیش‌تر از کادمیوم است.

④ در سلول الکتروشیمیایی «کادمیوم-پلاتین» الکتروود پلاتین آند است.

۱۶۴ کدامیک از واکنش‌های زیر از انواع اکسایشی کاهش نیست؟



۱۶۵ در کدام گزینه عدد اکسایش منگنز +۶ است؟

- ①  $MnO_4^-$       ②  $MnO_4^{2-}$       ③  $MnO_2$       ④  $Mn_2O_3$



۱۶۶ در واکنش سوختن منیزیم، نیم‌واکنش کاهش در کدام گزینه ب‌درستی نشان داده شده است؟



۱۶۷ در سلول گالوانی که از فلزهای روی - مس تشکیل شده است:

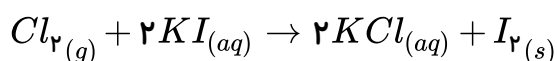
۱ جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی سلول از فلز مس به سمت روی است.

۲ در طی آن یک واکنش جابه‌جایی دوگانه به‌صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود.

۳ در آن تعادل  $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$  به سمت راست جابه‌جا می‌شود.

۴ به تدریج بر غلظت یون  $Zn^{2+}$  افزوده می‌شود.

۱۶۸  $E^\circ$  سلولی که واکنش اکسایش و کاهش زیر در آن روی می‌دهد، کدام است؟



$$\left[ E^\circ = \frac{K^+}{K} = -2,92V, E^\circ \frac{I_2}{2I^-} = 0,54V, E^\circ \frac{Cl_2}{2Cl^-} = 1,36V \right]$$

۱,۵۶V ۴

۲,۳۸V ۳

۰,۸۲V ۲

۱,۹۰V ۱

۱۶۹ هرچقدر پتانسیل کاهش الکترونی استاندارد ( $E^\circ$ ) برای نیم‌واکنش  $X_{(aq)}^{n+} + ne^- \rightleftharpoons X_{(s)}$  باشد،

گونه تمایل ..... برای از دست دادن الکترون دارد.

۱ مثبت‌تر - اکسند - بیشتری ۲ مثبت‌تر - کاهند - کمتری ۳ منفی‌تر - کاهند - کمتری ۴ منفی‌تر - اکسند - بیشتری

۱۷۰ یک تیغه از جنس نیکل را وارد محلول مس II سولفات می‌کنیم، نیم‌واکنش اکسایش و گونه کاهنده به‌ترتیب

در کدام گزینه آمده است؟



۱۷۱ کدام مطلب در مورد آبکاری نادرست است؟

۱ پوشاندن یک جسم با یک لایه نازک از یک فلز به کمک سلول الکترولیتی

۲ شرط آبکاری رسانا بودن الکتریکی جسمی است که آبکاری می‌شود.

۳ الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید یون‌های فلز روکش را داشته باشد.

۴ فلزی که قرار است روکش شود را باید در آند سلول قرار داد.

۱۷۲ در واکنش  $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$  میانگین تغییر عدد اکسایش گوگرد چقدر است؟

۲ ۴

۱,۵ ۳

۱ ۲

۰,۵ ۱

۱۷۳ در واکنش  $Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$  اکسند کدام است؟

۱ اتم‌های مس ۲ برخی اتم‌های هیدروژن ۳ برخی اتم‌های نیتروژن ۴ اتم‌های هیدروژن



۱۷۴) چند مورد از جملات زیر در مورد سلول سوختی هیدروژنی درست بیان شده است؟

(الف) از الکترولیت مذاب در آن استفاده می‌شود.

(ب) در آن هیدروژن دچار اکسایش می‌شود و در کاتد اکسیژن دچار کاهش می‌شود.

(پ) نسبت به یک موتور احتراق درونی بازده بالاتر و سر و صدای کمتر دارند.

(ت) نسبت به یک موتور احتراق درونی مشکل انتقال گرما و آلودگی زیست‌محیطی ندارند.

- ۱) یک مورد      ۲) دو مورد      ۳) سه مورد      ۴) چهار مورد

۱۷۵) کدام ویژگی در الکترود استاندارد هیدروژن ( $SHE$ ) وجود ندارد؟

۱) یک الکترود پلاتینی است که در محلول اسیدی با  $pH = 1$  قرار دارد.

۲) پتانسیل آن در هر دمایی صفر در نظر گرفته می‌شود.

۳) در آن تعادل  $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)}$  برقرار است.

۴) گاز هیدروژن با فشار  $1 atm$  از روی الکترود عبور داده می‌شود.

۱۷۶) نگهداری کدام محلول در کدام ظرف ممکن نیست؟

۱) محلول منیزیم نیترات در ظرف روی      ۲) محلول آلومینیوم نیترات در ظرف آهنی

۳) محلول نقره نیترات در ظرف آلومینیومی      ۴) محلول آهن ( $III$ ) نیترات در ظرف مسی

۱۷۷) در کدام گزینه عدد اکسایش اتم مشخص شده در دو گونه متفاوت است؟

۱)  $Cr_2O_7^{2-}$ ,  $CrO_3$       ۲)  $CuCl_2$ ,  $Cu(NH_3)_2^{+}$

۳)  $NaH$ ,  $NaI$       ۴)  $C_2H_6$ ,  $CH_4$

۱۷۸) در یک سلول سوختی که در طی عملکرد آن اکسیژن با هیدروژن واکنش می‌دهد، گونه‌ای که کاهش می‌یابد

کدام است؟

۱)  $H^+$       ۲)  $OH^-$       ۳)  $H_2$       ۴)  $O_2$

۱۷۹) در محل خراش در سطح یک قطعه آهن گالوانیزه در هوای مرطوب فلز ..... خورده می‌شود؛ زیرا

تمایل ..... برای الکترون ..... کمتر است.

۱) روی - آهن - از دست دادن      ۲) روی - روی - از دست دادن      ۳) آهن - یون آهن - گرفتن      ۴) آهن - یون روی - گرفتن

۱۸۰) کدام گزینه در مورد زنگ زدن آهن نادرست است؟

۱) برای زنگ زدن آهن وجود اکسیژن و هوای مرطوب لازم است.

۲) وجود محیط اسیدی بر سرعت زنگ زدن آهن می‌افزاید.

۳) محیط بازی سرعت زنگ زدن آهن را کم می‌کند.

۴) ناخالصی‌های موجود در آهن باعث افزایش سرعت زنگ زدن آهن می‌شوند.



۱۸۱) اگر دو فلز ..... در تماس با یکدیگر و در معرض هوا و رطوبت قرار بگیرند ..... حفاظت کاتدی می‌شود و نیم واکنش کاهش به صورت ..... انجام می‌گیرد.

- ۱) مس و آهن - آهن  $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$  ۲) قلع و روی - قلع  $Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$   
 ۳) نقره و قلع - نقره  $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$  ۴) آلومینیم و روی - روی  $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$

۱۸۲) در سلول گالوانی منیزیم - نقره در مدت کارکرد آن  $4.8g$  از جرم الکتروود آندی آن کاسته شده است، در این مدت چند گرم به جرم الکتروود کاتدی افزوده شده است؟

$$(Ag = 108, Mg = 24 g \cdot mol^{-1})$$

- ۱) ۴۳٫۲ ۲) ۲۱٫۶ ۳) ۱۰٫۸ ۴) ۵٫۴

۱۸۳) در کدام سلول گالوانی استاندارد، جرم الکتروود کاتدی افزایش می‌یابد؛ اما جرم الکتروود آندی دچار تغییر نمی‌شود؟

- ۱) روی - SHE ۲) مس - نقره ۳) نقره - SHE ۴) روی - مس

۱۸۴) کدام گزینه در مورد سلول استاندارد (نقره - هیدروژن) درست است؟

$$(E^\circ_{Ag^+/Ag} = +0.8V, E^\circ_{2H^+/H_2} = 0V)$$

- ۱) در قطب مثبت نیم واکنش  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$  صورت می‌گیرد.  
 ۲) جرم الکتروود آندی کاهش می‌یابد.  
 ۳)  $PH$  محلول در نیم سلول آندی کاهش می‌یابد.  
 ۴) جرم الکتروود کاتدی کاهش می‌یابد.

۱۸۵) کدام واکنش به صورت خودبه خودی انجام می‌شود؟

- ۱)  $Fe^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)}$  ۲)  $2Al^{3+}_{(aq)} + 3Ni_{(s)} \rightarrow 2Al_{(s)} + 3Ni^{2+}_{(aq)}$   
 ۳)  $Sn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Sn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$  ۴)  $Zn^{2+}_{(aq)} + Mg_{(s)} \rightarrow Zn_{(s)} + Mg^{2+}_{(aq)}$

۱۸۶) با توجه به مقادیر  $E^\circ$  ارائه شده از میان گونه‌های  $Fe^{2+}$  و  $Ag$  و  $Zn^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  قوی‌ترین اکسنده و قوی‌ترین کاهنده به ترتیب کدام‌اند؟

- $E^\circ Br_2/2Br^- = 1.07V$   $E^\circ Zn^{2+}/Zn = -0.76V$   
 $E^\circ Fe^{3+}/Fe^{2+} = +0.77V$   $E^\circ Fe^{2+}/Fe = -0.44V$   
 $E^\circ Ag^+/Ag = +0.8V$   $E^\circ Mg^{2+}/Mg = -2.38V$   
 ۱)  $Mg^{2+}, Br^-$  ۲)  $Br^-, Mg^{2+}$  ۳)  $Fe^{2+}, Fe^{3+}$  ۴)  $Ag, Zn^{2+}$

۱۸۷) برای پوشاندن یک قاشق آهنی با لایه نازکی از فلز نقره، از یک سلول الکترولیتی استفاده می‌شود که در آن ..... به قطب مثبت منبع برق وصل می‌شود و ..... نقش کاتد را دارد.

- ۱) تیغه نقره - قاشق ۲) قاشق - تیغه نقره ۳) قاشق - قاشق ۴) تیغه نقره - تیغه نقره



۱۸۸ کاهش در محل خراشیدگی آهن گالوانیزه ..... نقش کاتد و ..... نقش آند را دارد و به هنگام زنگ زدن حلی خراشیده شده ..... نقش کاتد و ..... نقش آند را دارد.

- ۱ آهن - اکسیژن - اکسیژن - آهن  
۲ آهن - روی - قلع - آهن  
۳ اکسیژن - روی - اکسیژن - آهن  
۴ آهن - روی - آهن - قلع

۱۸۹ به استفاده از یک فلز با مقدار پتانسیل کاهش ..... از آهن به عنوان ..... ، در فرایند جلوگیری از خوردگی آهن ..... گفته می شود.

- ۱ بیشتر - کاهنده - گالوانیزه کردن  
۲ کمتر - اکسنده - گالوانیزه کردن  
۳ بیشتر - اکسنده - حفاظت کاتدی  
۴ کمتر - کاهنده - حفاظت کاتدی

۱۹۰ مخلوط دو ترکیب یونی  $AlBr_3$  و  $MgBr_2$  را به صورت مذاب در یک سلول الکترولیتی برقرار می کنیم. کدام گزینه نادرست بیان شده است؟

- ۱ در قطب مثبت بخار قهوه ای رنگی متصاعد می شود.  
۲ در قطب منفی فلز  $Al$  تولید می شود.  
۳ واکنش آندی به صورت زیر است:  $2Br^- \rightarrow Br_2 + 2e^-$   
۴ واکنش کاتدی به صورت زیر است:  $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$

۱۹۱ جمع جبری عددهای اکسایش اتم های کربن در کدام ترکیب نسبت به هر یک از سه ترکیب دیگر بیشتر است؟

- ۱ اتانول  
۲ گلیسرین  
۳ دی متیل اتر  
۴ استیک اسید

۱۹۲ فلز  $M$  از محلول نقره نیترات، فلز نقره آزاد می کند، اما با محلول سرب ( $II$ ) نیترات واکنش نمی دهد. کدام ترتیب در مورد قدرت کاهندگی سه فلز  $M$ ،  $Ag$  و  $Pb$  درست است؟

- ۱  $Pb > M > Ag$   
۲  $M > Fe > Ag$   
۳  $M > Ag > Fe$   
۴  $Fe > Ag > M$

۱۹۳ سلول الکتروشیمیایی «منیزیم- کبالت» در حال کار است، ..... (باتغییر)

$$E^\circ (Mg^{2+}/Mg) = -2.37$$

$$E^\circ (Co^{2+}/Co) = -0.28$$

- ۱ جرم الکتروکاتدی کمتر می شود.  
۲ کبالت قطب منفی است.  
۳ جرم الکتروکاتدی افزایش می یابد.  
۴ غلظت  $Co^{2+}$  کاهش می یابد.

۱۹۴ کدامیک از فلزهای زیر نمی تواند سرب را از محلول نمک های آن جدا نماید؟

- ۱ آلومینیوم  
۲ مس  
۳ روی  
۴ پتاسیم

۱۹۵ کدام واکنش زیر انجام پذیر است؟

- ۱  $Al + 3Ag^+ \rightarrow Al^{3+} + 3Ag$   
۲  $3Ba^{2+} + 2Cr \rightarrow 2Cr^{3+} + 3Ba$   
۳  $Fe + Ca^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Ca$   
۴  $2H^+ + 2Ag \rightarrow 2Ag^+ + H_2$





۱۹۶ در سری الکتروشیمیایی عناصر، آلومینیوم پایین تر از آهن، آهن پایین تر از هیدروژن و هیدروژن پایین تر از مس است. نگهداری کدام محلول در کدام ظرف در غیاب اکسیژن، بدون ایجاد خوردگی در ظرف عملی است؟

- ۱ آب باران اسیدی در ظرف آهنی  
۲ محلول آبی آلومینیوم کلرید در ظرف مسی  
۳ محلول آبی آهن (II) کلرید در ظرف آلومینیوم  
۴ محلول آبی مس (II) سولفات در ظرف آهنی

۱۹۷ ترتیب فلزها در سری الکتروشیمیایی از بالا به پایین نقره، مس، روی، آلومینیوم است. برای نگهداری محلول مس (II) سولفات ظرف ساخته شده از کدام فلز مناسب تر است؟ (المپیاد-۷۴)

- ۱ Al ۲ Ag ۳ Fe ۴ Zn

۱۹۸ با توجه به مقادیر پتانسیل کاهش داده شده کدام گزینه صحیح می باشد؟

$$E^\circ(Br_2/2Br^-) = 1,07$$

$$E^\circ(Co^{2+}/Co) = -0,28$$

$$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0,34$$

$$E^\circ(Pb^{2+}/Pb) = -0,13$$

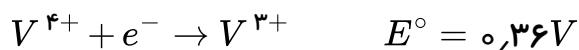
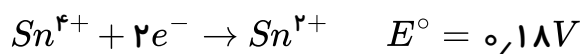
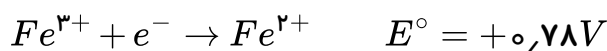
- ۱  $Co^{2+}$  می تواند  $Br^-$  را اکسید کند.  
۲  $H^+$  می تواند  $Br^-$  را اکسید کند.  
۳  $Pb$  می تواند  $Cu^{2+}$  را کاهش دهد.  
۴  $Co^{2+}$  می تواند  $Cu$  را اکسید کند.

۱۹۹ با توجه به داده های زیر نگهداری کدام محلول در کدام ظرف عملی نیست؟

$$E^\circ(Mn^{2+}/Mn) = -1,18, E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0,44, E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1,66$$

- ۱ نمک های منگنز در ظرف آهنی  
۲ نمک های آهن در ظرف منگیزی  
۳ نمک های آلومینیوم در ظرف منگیزی  
۴ نمک های آلومینیوم در ظرف آهنی

۲۰۰ با توجه به پتانسیل های استاندارد نیم واکنش های زیر، در کدام گزینه هر دو واکنش داده شده انجام پذیرند؟



- ۱  $Fe^{3+} + V^{3+} \rightarrow, Sn^{4+} + Fe^{2+} \rightarrow$   
۲  $Sn^{2+} + V^{4+} \rightarrow, V^{3+} + Sn^{4+} \rightarrow$   
۳  $Sn^{2+} + Fe^{2+} \rightarrow, Sn^{4+} + V^{4+} \rightarrow$   
۴  $Sn^{2+} + Fe^{3+} \rightarrow, V^{3+} + Fe^{3+} \rightarrow$

۲۰۱ با توجه به نیم واکنش های مقابل  $\begin{cases} x^+ + e^- \rightarrow x & E^\circ < 0 \\ y^+ + e^- \rightarrow y & E^\circ > 0 \end{cases}$  کدام عبارت درست است؟

- ۱  $y$  با  $H_3O^+$  واکنش می دهد.  
۲ تمایل  $x$  به اکسید شدن بیش تر از  $y$  است.  
۳ واکنش  $y + x^+ \rightarrow y^+ + x$  خود به خودی است.  
۴  $H^+$  اکسندۀ تر از  $y^+$  است.

۲۰۲ در کدام مورد، آهن خراشیده در هوای مرطوب سریع تر زنگ می زند؟

- ۱  $Cr$  با پوشیده شود.  
۲  $Cu$  با پوشیده شود.  
۳  $Al$  با پوشیده شود.  
۴  $Zn$  با پوشیده شود.



۲۰۳ کدام عبارت در مورد حفاظت کاتدی یک لوله‌ی آهنی در زیر زمین درست است؟

- ۱ از طریق وصل کردن لوله به یک تکه مس
- ۲ از طریق وصل کردن لوله به قطب مثبت یک سلول
- ۳ از طریق مجاورت با کاتیون‌های اکسندۀ تر از  $Fe^{2+}$
- ۴ از طریق وصل کردن لوله به فلزی که در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر است.

۲۰۴ اگر سطح یک قطعه آهن پوشیده شده با لایه نازکی از یک فلز دیگر، در هوای مرطوب خراشی بردارد و آهن در محل خراش، زنگ بزند آن پوشش از جنس کدام فلز، ممکن است باشد؟

- ۱ آلومینم
- ۲ روی
- ۳ کروم
- ۴ مس

۲۰۵ قطعه‌ای فلز آهن در تماس با فلز روی در هوای مرطوب قرار می‌گیرد. کدام یک از این دو فلز کاتد می‌باشد و چه واکنشی در سطح آن انجام می‌شود؟ (المپیاد ۷۸)

- ۱  $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$  و  $Fe$
- ۲  $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$  و  $Zn$
- ۳  $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$  و  $Fe$
- ۴  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$  و  $Fe$

۲۰۶ آهن پوشیده شده از فلز ..... در محل خراش زنگ می‌زند.

- ۱ Al
- ۲ Zn
- ۳ Cr
- ۴ Cu

۲۰۷ کدام گزینه نادرست است؟

- ۱ کاهنده، گونه‌ای است که الکترون از دست می‌دهد و عدد اکسایش گونه دیگر را کاهش می‌دهد.
- ۲ عدد اکسایش کروم در یون دی‌کرومات، دو برابر عدد اکسایش نیتروژن در منیزیم نیتريت است.
- ۳

واکنش ترمیت  $(2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe)$  برخلاف واکنش تجزیه کلسیم کربنات  $(CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2)$ ، جزو واکنش‌های اکسایش - کاهش است.

۴ یون‌های پرکلرات، سولفات و سولفید گونه‌های همواره اکسندۀ هستند.

۲۰۸ اگر  $E^\circ$  سلول‌های الکتروشیمیایی که در آن‌ها واکنش‌های موازنه نشده‌ی I و II انجام می‌گیرد به ترتیب برابر ۰٫۷۲ و ۰٫۵۹ ولت باشد،  $E^\circ$  سلولی که در آن واکنش III انجام می‌شود برابر ..... ولت است و .....  
 I)  $Al^{3+}(aq) + M(s) \rightarrow M^{2+}(aq) + Al(s)$   $E^\circ(Al^{3+}(aq)/Al(s)) = -1.66(V)$   
 II)  $Ni^{2+}(aq) + Ni(s) \rightarrow Ni(s) + Ni^{2+}(aq)$   $E^\circ(Ni^{2+}(aq)/Ni(s)) = -0.25(V)$   
 III)  $Ni^{2+}(aq) + M(s) \rightarrow Ni(s) + M^{2+}(aq)$

- ۱  $Ni^{2+} - 2.72$  از  $M^{2+}$  اکسندۀ تر است.
- ۲  $M - 1.28$  از  $Ni$  کاهندۀ تر است.
- ۳  $M^{2+} - 2.72$  از  $Ni^{2+}$  اکسندۀ تر است.
- ۴  $N - 1.28$  از  $M$  کاهندۀ تر است.

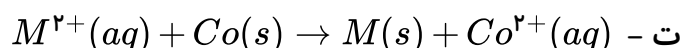
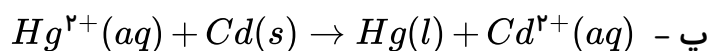
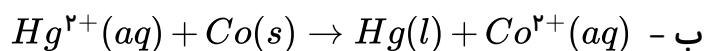
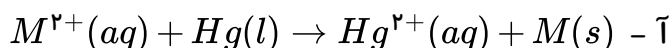


۲۰۹) باتوجه به  $E^\circ$  الکترودها:

$$E^\circ(\text{Co}^{2+}(\text{aq})/\text{Co}(\text{s})) = -0,28\text{V}, E^\circ(\text{Cd}^{2+}(\text{aq})/\text{Cd}(\text{s})) = -0,40\text{V}$$

$$E^\circ(\text{Hg}^{2+}(\text{aq})/\text{Hg}(\text{l})) = +0,85\text{V}$$

و نیز این که  $M^{2+}$  می‌تواند باعث اکسایش فلزات  $\text{Co}$  و  $\text{Cd}$  شود و با  $\text{Hg}$  واکنش نمی‌دهد؛ چند واکنش زیر در جهت برگشت خودبه‌خودی است؟



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۱۰) باتوجه به مفهوم پتانسیل الکترودی استاندارد، کدام یک از مطالب زیر در مورد الکترود فلز  $M$  با  $E^\circ$  های مختلف صحیح نیست؟ (با تغییر)

۱)  $E^\circ$  منفی باشد: قدرت کاهندگی  $M$  نسبت به  $H_2$  بیش تر است.

۲)  $E^\circ$  مثبت باشد: در مقابل الکترود استاندارد هیدروژن در یک سلول گالوانی قطب مثبت را تشکیل می‌دهد.

۳)  $E^\circ$  منفی باشد: در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد پایین تر از هیدروژن قرار دارد.

۴)  $E^\circ$  مثبت باشد: قدرت الکترون گیری  $H^+$  بیش تر از  $M^{n+}$  می‌باشد.

۲۱۱) کدام موارد از مطالب زیر درست‌اند؟ (باتغییر)

آ - برای حفاظت کاتدی آهن آن را با یک فلز که  $E^\circ$  آن کوچک‌تر از آهن است، مجاور می‌کنند.

ب - در اثر خراش در سطح آهن سفید و حلبی به ترتیب روی و آهن به عنوان آند اکسایش یافته و خورده می‌شوند.

پ - برای حفاظت کاتدی آهن، فلزاتی که در سری الکتروشیمیایی جایگاه بالاتری دارند، مناسب هستند.

ت - در روش حفاظت کاتدی، اگر دو فلز که با یکدیگر در تماس هستند، در معرض هوا و رطوبت قرار بگیرند، بین آن‌ها نوعی سلول ولتایی ایجاد می‌شود.

ث - برای محافظت لوله‌های نفت از اکسایش، می‌توان آن‌ها را با میله‌هایی از جنس روی، مس و آلومینیم در تماس قرار داد.

۴ (۴) پ، ت، ث

۳ (۳) ب، پ، ت

۲ (۲) آ، ب، ث

۱ (۱) آ، ب، ت

۲۱۲) اگر واکنش  $2\text{Ag}^+(\text{aq}) + M(\text{s}) \rightarrow 2\text{Ag}(\text{s}) + M^{2+}(\text{aq})$ ، خودبه‌خود پیشرفت داشته باشد،  $M$

کدام فلز می‌تواند باشد و به ازای مصرف ۰٫۰۱ مول فلز  $M$ ، چند گرم نقره آزاد می‌شود؟ ( $\text{Ag} = 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) (باکمی تغییر)

۴ (۴) مس - ۲٫۱۶

۳ (۳) جیوه - ۲٫۱۶

۲ (۲) جیوه - ۱٫۰۸

۱ (۱) مس - ۱٫۰۸



۲۱۳ در برقکافت آب، حجم گاز ..... تولید شده در ..... نصف نیم سلول دیگر است و به دلیل تولید یون ..... در آند، کاغذ  $pH$  در آن به رنگ ..... درمی آید.

- ۱ هیدروژن - کاتد -  $OH^-$  - آبی  
۲ اکسیژن - آند -  $H^+$  - قرمز  
۳ هیدروژن - آند -  $H^+$  - قرمز  
۴ اکسیژن - کاتد -  $OH^-$  - آبی

۲۱۴ در فرآیند رنگ زدن آهن و با توجه به معادله کلی آن، اگر ۲۸۰ گرم آهن مصرف شود چند الکترون در این فرآیند مبادله شده است؟ ( $Fe = 56g \cdot mol^{-1}$ )

- ۱  $2,25 \times 10^{24} e^-$  ۲  $6,77 \times 10^{24} e^-$  ۳  $5,41 \times 10^{24} e^-$  ۴  $9,03 \times 10^{24} e^-$

۲۱۵ در آبکاری یک قاشق آهنی با فلز طلا، به ازای قرار گرفتن ۵۹٫۱ گرم طلا روی قاشق چند الکترون مصرف می شود؟ ( $Au = 197g \cdot mol^{-1}$ )

- ۱  $5,41 \times 10^{23}$  ۲  $1,08 \times 10^{24}$  ۳  $2,16 \times 10^{24}$  ۴  $4,33 \times 10^{23}$

۲۱۶ جدول زیر داده هایی را از قراردادن برخی تیغه های فلزی درون محلول مس (II) سولفات در دمای  $20^\circ C$  نشان می دهد. با توجه به آن کدام گزینه درست بیان شده است؟

نام فلز	دمای مخلوط واکنش پس از مدتی ( $^\circ C$ )
A	۲۶
B	۲۳
C	۲۰

- ۱ فلز A می تواند Fe و فلز B می تواند Zn باشد.  
۲ فلز C می تواند Cu یا Au باشد.  
۳ فلز B می تواند Au و فلز C می تواند Zn باشد.  
۴ فلز B می تواند Zn یا Au باشد.

۲۱۷ در برقکافت آب برای کاهش ۳۶۰ گرم آب در کاتد چند الکترون مصرف می شود؟ ( $H = 1, O = 16g \cdot mol^{-1}$ )

- ۱  $6,02 \times 10^{25}$  ۲  $6,02 \times 10^{24}$  ۳  $1,204 \times 10^{24}$  ۴  $1,204 \times 10^{25}$

۲۱۸ در برقکافت آب به ازای مصرف ۸ مول الکترون در کاتد چند گرم گاز هیدروژن تولید می شود؟ ( $H = 1g \cdot mol^{-1}$ )

- ۱ ۲ ۲ ۴ ۳ ۶ ۴ ۸

۲۱۹ در برقکافت آب حجم گاز ..... تولید شده در ..... دو برابر نیم سلول دیگر است و به دلیل تولید یون ..... در کاتد، کاغذ  $pH$  در آن به رنگ ..... در می آید.

- ۱ هیدروژن - کاتد -  $OH^-$  - آبی  
۲ اکسیژن - آند -  $H^+$  - قرمز  
۳ هیدروژن - آند -  $H^+$  - قرمز  
۴ اکسیژن - کاتد -  $OH^-$  - آبی



۲۲۰ چه تعداد از موارد زیر در یک سلول گالوانی «مس - نقره» و یک سلول آبکاری الکترولیتی یک قاشق مسی با فلز نقره مشابه یکدیگر است؟

(آ) خودبه خودی انجام شدن واکنش‌ها

(ب) جهت یکسان حرکت الکترون در مدار بیرونی

(پ) جنس الکترودهای به کار رفته

(ت) جنس الکترولیت‌های به کار رفته

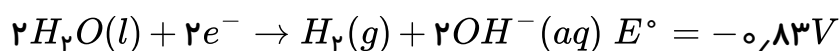
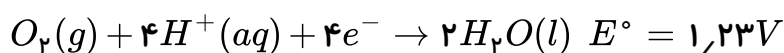
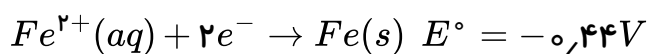
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۲۱ در برق کافت آب به جای الکترودهای گرافیت از الکترودهایی از جنس آهن استفاده می‌کنیم. با توجه به مقادیر  $E^\circ$  داده شده کدام عبارت نادرست می‌باشد؟



(۲) در کاتد گاز هیدروژن تولید می‌شود.

(۱) در طی عمل سلول  $Fe(OH)_2$  تولید می‌شود.

(۴) کاغذ  $pH$  پیرامون کاتد به رنگ آبی در می‌آید.

(۳) در آنود گاز اکسیژن تولید می‌شود.

۲۲۲ در شکل زیر که یک سلول سوختنی هیدروژن - اکسیژن را نشان می‌دهد، به جای  $A$  و  $B$  و  $C$  و  $D$  به

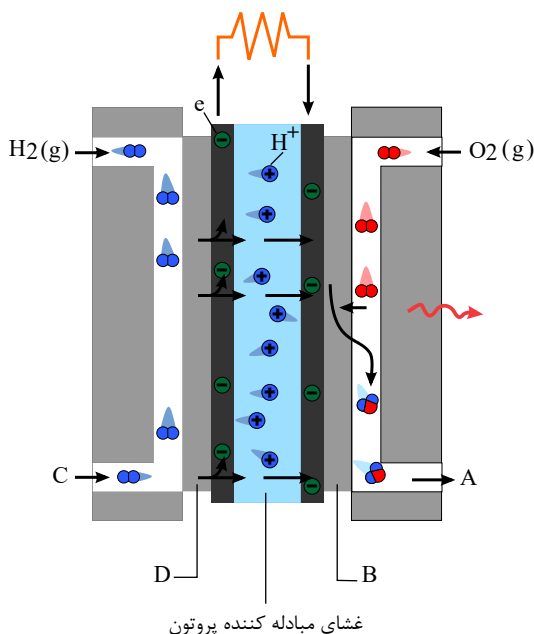
ترتیب چه مواردی مناسب می‌باشند؟

(۱)  $O_2(g)$ ، آنود با کاتالیزگر،  $H_2(g)$ ، کاتد با کاتالیزگر

(۲)  $O_2(g)$ ، کاتد با کاتالیزگر،  $H_2(g)$ ، آنود با کاتالیزگر

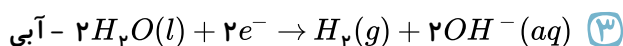
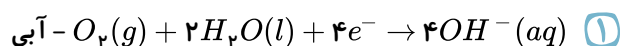
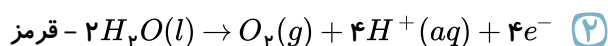
(۳)  $H_2O(g)$ ، آنود با کاتالیزگر،  $H_2(g)$ ، کاتد با کاتالیزگر

(۴)  $H_2O(g)$ ، کاتد با کاتالیزگر،  $H_2(g)$ ، آنود با کاتالیزگر



۲۲۳ کدام گزینه نیم‌واکنش انجام شده آنودی در برق‌کافت آب و رنگ کاغذ  $pH$  پیرامون آن را به درستی نشان

می‌دهد؟





۲۲۴ در کدام واکنش، واکنش دهنده در واکنش با هیدروژن کاهش نیافته است؟

- ۱)  $CH_3O + H_2 \rightarrow CH_3OH$  ۲)  $Ba + H_2 \rightarrow BaH_2$   
۳)  $Br_2 + H_2 \rightarrow 2HBr$  ۴)  $C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_4$

۲۲۵ کدام یک از شرایط زیر می تواند ولتاژ سلول گالوانی «روی - نقره» را افزایش دهد؟

- ۱) اضافه کردن محلول  $ZnCl_2$  به نیم سلول آندی ۲) اضافه کردن محلول  $KCl$  به نیم سلول کاتدی  
۳) اضافه کردن آب مقطر به نیم سلول نقره ۴) اضافه کردن محلول  $Na_2S$  به نیم سلول روی

۲۲۶ چه تعداد از جمله های زیر که در مورد فلز آلومینیم و فرآیند هال که برای تولید آن است درست بیان شده است؟

- آ) آلومینیم به سرعت در هوا اکسید می شود و در طبیعت به شکل ترکیب یافت می شود.  
ب) آلومینیم با از دست دادن الکترون به سرعت خورده شده، اکسایش می یابد.  
پ) فرآیند هال به دلیل مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد.  
ث) در فرآیند هال ضمن برقکافت نمک محلول آلومینیم اکسید فلز آلومینیم مذاب به دست می آید.  
۱) یک جمله ۲) دو جمله ۳) سه جمله ۴) چهار جمله

۲۲۷ در روند تولید فلز منیزیم از آب دریا کدام یک از جملات زیر نادرست بیان شده است؟

- آ) فلز منیزیم از برقکافت  $MgCl_2$  محلول در یک سلول گالوانی تولید می شود.  
ب) اضافه کردن یون  $OH^- (aq)$  روی یون های منیزیم، آن را به شکل محلول منیزیم هیدروکسید درمی آورد.  
پ) اضافه کردن گاز  $HCl$  بر محلول منیزیم هیدروکسید باعث تولید محلول  $MgCl_2$  می شود.  
ت) گاز کلر تولید شده از برقکافت برای  $MgCl_2$  بازگردانی می شود.  
۱) آ ۲) آب ۳) آب و پ ۴) آب و پ و ت

۲۲۸ با توجه به این که در جدول پتانسیل کاهش استاندارد، منگنز پایین تر از آهن و مس بالاتر از هیدروژن جای

دارد، می توان دریافت که:

- ۱)  $Cu^{2+} (aq)$  اکسیده تر از  $Mn^{2+} (aq)$  است.  
۲)  $Fe(s)$  کاهنده تر از  $Mn(s)$  است.  
۳) محلول نمک های مس را می توان در ظرف آهنی نگهداری کرد.  
۴)  $E^\circ$  سلول ولتایی «منگنز - مس» از  $E^\circ$  سلول ولتایی «منگنز - آهن» کوچک تر است.

۲۲۹ کدام عبارت نادرست است؟ (با تغییر)

- ۱) باتری های معمولی، نوعی سلول های گالوانی اند که قابل شارژ نیستند.  
۲) واکنش  $Zn^{2+} (aq) + Cu(s) \rightarrow Cu^{2+} (aq) + Zn(s)$ ، در شرایط استاندارد خودبه خودی است.  
۳) اکسایش گاز هیدروژن در سلول سوختی ۳ برابر بازده بیشتری نسبت به سوزاندن گاز هیدروژن در موتور خودرو دارد.  
۴) در سلول الکترو شیمیایی روی-هیدروژن، واکنش:  $2H^+ (aq) + Zn(s) \rightarrow Zn^{2+} (aq) + H_2(g)$  انجام می گیرد.



۲۳۰ چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

- الف- شعاع گونه اکسند طى انجام واكنش اكسایش - کاهش، افزایش می یابد.
- ب- همه فلزها در واكنش با گاز اكسیژن، اكسایش می یابند.
- پ- با اتصال فلزها در شرایط مناسب به یکدیگر می توان از انرژی ذخیره شده در آنها استفاده کرد.
- ت- گونه ای خنثی که در یک واكنش به کاتیون تبدیل می شود، اكسایش یافته و کاهنده است.

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

۱ (۱) صفر

۲۳۱ چند مورد از عبارت های زیر درست هستند؟

- با دو تیغه مس و روی و یک لیمو می توان یک باتری لیمویی ساخت که در آن انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.
- باتری، مولدی است که در آن بخشی از انرژی الکتریکی مواد به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.
- یکی از راه های بهره گیری از انرژی ذخیره شده در فلزها، اتصال آنها در شرایط مناسب به یکدیگر است.
- چراغ خورشیدی یک ابزار روشنایی است که از لامپ  $LED$ ، سلول خورشیدی و باتری غیرقابل شارژ تشکیل شده است.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

۲۳۲ جدول زیر داده هایی از قرار دادن برخی تیغه های فلزی درون محلول مس ( $II$ ) سولفات در دمای  $30^{\circ}C$  را

نشان می دهد. کدام گزینه صحیح است؟

نشانه شیمیایی فلز	دمای مخلوط واكنش پس از مدتی معین ( $^{\circ}C$ )
A	۴۰
B	۳۶
C	۳۰

۱ در واكنش فلز C با محلول  $CuSO_4$ ،  $Cu^{2+}$  کاهنده و C اکسند است.

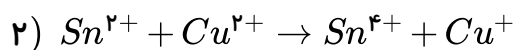
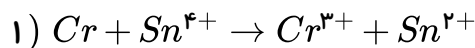
۲ ترتیب کاهندگی این فلزات به صورت  $A > B > Cu > C$  است.

۳ محلول حاوی یون  $B^{2+}$  را می توان درون ظرفی از جنس A نگهداری کرد.

۴ محلول حاوی یون  $C^{+}$  را می توان درون ظرفی از جنس مس نگهداری کرد.



۲۳۳) با توجه به واکنش‌های زیر پس از موازنه، چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟



الف) ضریب استوکیومتری گونه اکسند در واکنش ۱، سه برابر ضریب استوکیومتری گونه کاهنده در واکنش ۲ است.

ب) ضریب استوکیومتری گونه کاهنده در واکنش‌های ۱ و ۲ برابر است.

ج) مجموع ضرایب استوکیومتری گونه‌ها در واکنش ۲، سه برابر ضریب گونه اکسند در همان واکنش است.

د) قدرت کاهندگی گونه کاهنده در واکنش ۱، از قدرت کاهندگی گونه کاهنده در واکنش ۲ بیش‌تر است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۳۴) کدام یک از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) الکتروشیمی، شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد.

ب) یکی از کاربردهای الکتروشیمی، کنترل کیفی فرآورده‌های دارویی است.

پ) با دو تیغه از جنس فلز مس در یک لیمو می‌توان یک لامپ  $LED$  را روشن کرد.

ت) اکسیژن نافلزی فعال است و قادر است همه فلزات را اکسید کند.

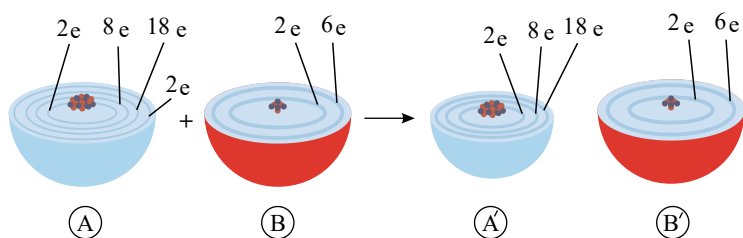
۴ الف و ت (۴)

۳ پ و ت (۳)

۲ ب و پ (۲)

۱ الف و ب (۱)

۲۳۵) با توجه به شکل داده شده، چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟



الف) اتم  $A$  کاهنده است و تعداد الکترون‌های  $X$  در آن برابر تعداد الکترون‌های آخرین لایه اصلی یک اتم از گروه دوم جدول دوره‌ای عناصر است.

ب) اتم  $B$  اکسند است و به  $B'$  کاهش یافته است.

پ) کاتیون  $A'$  فرم اکسید شده اتم  $A$  است و به

آرایش الکترونی هشتایی رسیده است و تعداد الکترون‌های  $Y$  برابر ۸ می‌باشد.

ت) تعداد الکترون‌های مبادله شده در این واکنش برابر ۴ می‌باشد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

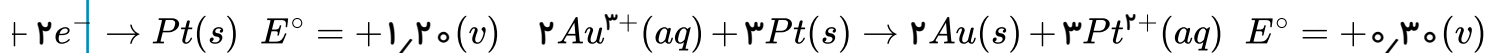
۱ (۱)



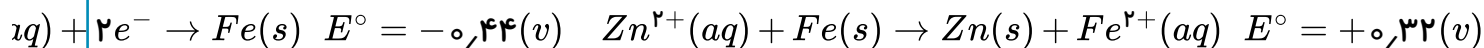


۲۳۶ کدام واکنش ها در شرایط استاندارد در جهت طبیعی انجام می شوند و  $E^\circ$  آن ها نیز به درستی محاسبه شده است؟

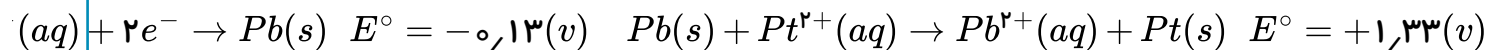
(الف)



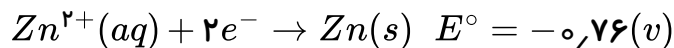
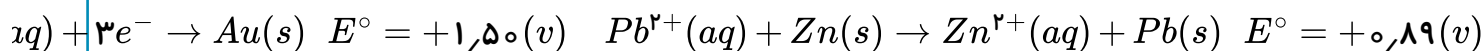
(ب)



(پ)



(ت)



۴ ب و ت

۳ پ و ت

۲ الف و پ

۱ الف و ب

۲۳۷ کدام گزینه صحیح است؟

۱

مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون های عنصری که در میان فلزها کمترین چگالی و  $E^\circ$  را دارد، ۲ برابر نسبت شمار آنیون به کاتیون در ترکیب آهن (II) دیده می باشد.

۲

دانشمندان با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم سلول با SHE توانستند پتانسیل همه نیم سلول ها را اندازه گیری کرده و در جدولی ثبت کنند.

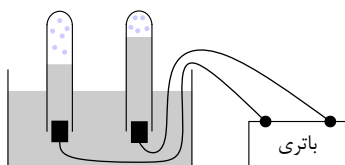
۳

در همه واکنش های اکسایش - کاهش افزون بر داد و ستد الکترون، انرژی نیز آزاد می شود.

۴

در هر تن از آب دریاچه قم، بیش از ۲۰۰ گرم لیتیم وجود دارد.

۲۳۸ باتوجه به شکل مقابل که مربوط به برقکافت آب می باشد، کدام عبارت نادرست است؟ (باتغییر)



۱ در آند نیم واکنش  $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$  انجام می شود.

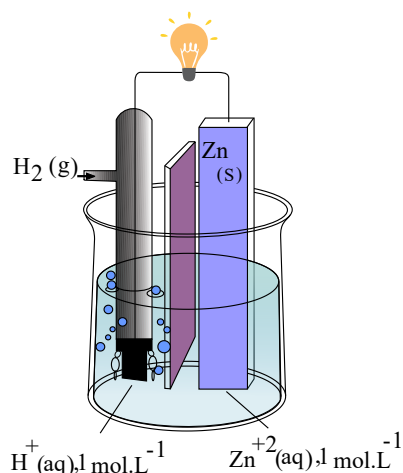
۲ در کاتد نیم واکنش  $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$  در حال انجام است.

۳ ارتفاع آب در بخش آندی دستگاه بالاتر است و کاغذ pH اطراف این الکتروود سرخ می شود.

۴ الکتروود سمت چپ قطب منفی و الکتروود سمت راست قطب مثبت است.



۲۳۹ اگر در شرایط استاندارد در شکل زیر از آند  $۱۰^{۲۲} \times ۶,۰۲۲$  الکترون خارج شده باشد، چند لیتر گاز هیدروژن تولید شده است؟



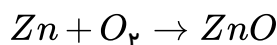
۱ ۱۱۲

۲ ۱,۱۲

۳ ۲۲۴

۴ ۲,۲۴

۲۴۰ با توجه به واکنش موازنه نشده روبه‌رو، کدام یک از عبارات‌های زیر درست هستند؟



آ) اکسند است و اکسایش می‌یابد و به  $Zn^{۲+}$  تبدیل می‌شود.

ب) کاهنده است و کاهش می‌یابد و به  $O^{۲-}$  تبدیل می‌شود.

پ) اگر ۵/۸ مول  $Zn$  در این واکنش شرکت کند، ۱ مول الکترون با انجام کامل واکنش مبادله می‌شود.

ت) واکنش دهنده‌ای که کاهنده است، اکسایش می‌یابد و سبب کاهش واکنش دهنده دیگر می‌شود.

۱ آ و ب      ۲ آ و ت      ۳ ب و پ      ۴ پ و ت

۲۴۱ کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

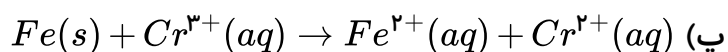
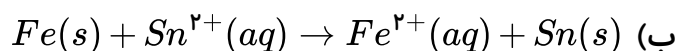
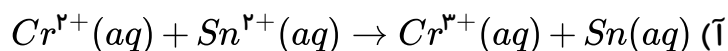
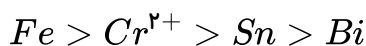
۱ فلز  $Li$  با داشتن کمترین چگالی و  $E^\circ$  در میان فلزها، نقش مهمی در تولید باتری‌های جدید دارد.

۲ باتری دگمه‌ای از جمله باتری‌های لیتیومی است که در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به کار می‌رود.

۳ برای محاسبه  $emf$  یک باتری لیتیومی همانند سایر باتری‌ها، از رابطه  $emf = E^\circ_{(آند)} - E^\circ_{(کاتد)}$  استفاده می‌شود.

۴ به تیغه‌ای از لیتیم که درون محلولی شامل یون‌های لیتیم قرار گرفته باشد، نیم سلول لیتیم گفته می‌شود.

۲۴۲ باتوجه به قدرت کاهندگی گونه‌های داده شده زیر، چه تعداد از واکنش‌های زیر خودبه‌خودی است:



۴ ۴

۳ ۳

۲ ۲

۱ ۱

فصل دوم



۲۴۳) چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

الف) لیتیم در میان عناصر کمترین چگالی و  $E^\circ$  را دارد.

ب) باتری‌های لیتیمی از جمله باتری‌های دگمه‌ای است که در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به کار می‌رود.

پ) در هر تن از آب دریاچه قم بیش از ۲۰۰ گرم لیتیم وجود دارد.

ت) ویژگی‌های لیتیم سبب شده راه برای ساخت باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی تولید بیشتر انرژی هموار شود.

- ۱) ۱      ۲) ۲      ۳) ۳      ۴) ۴

۲۴۴) با توجه به پتانسیل‌های کاهش داده شده از برق‌کافت مخلوط سدیم فلوئورید و کلسیم کلرید به حالت مذاب

در قطب آند و کاتد، به ترتیب چه فرآورده‌هایی تولید می‌شود؟

$$E^\circ_{F_2/2F^-} = +2.87, E^\circ_{Cl_2/2Cl^-} = +1.36, E^\circ_{Ca^{2+}/Ca} = -2.87, E^\circ_{Na^+/Na} = -2.71$$

- ۱) فلوئور - سدیم      ۲) کلر - سدیم      ۳) فلوئور - کلسیم      ۴) کلر - کلسیم

۲۴۵) در سلول گالوانی  $Al - Cu$  حجم دو محلول آندی و کاتدی ۵ لیتر است. اگر تعداد الکترون مبادله شده

$1.0 \times 10^3$  الکترون باشد، تغییر غلظت محلول کاتدی کدام است؟

- ۱) ۰٫۲      ۲) ۰٫۴      ۳) ۰٫۰۲      ۴) ۰٫۰۴

۲۴۶) از میان گونه‌های داده شده زیر کدام یک اکسندۀ قوی‌تری است؟

- ۱)  $Au$       ۲)  $Cu$       ۳)  $Zn^{2+}$       ۴)  $Al^{3+}$

۲۴۷) چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) در سلول حاصل از تماس دو فلز که در معرض هوا و رطوبت قرار دارند، فلزی که  $E^\circ$  بزرگ‌تری دارد، کاهش می‌یابد.

ب) فلز آلومینیم اکسایش نمی‌یابد و دچار خوردگی نمی‌شود.

پ) همه باتری‌های دگمه‌ای از جمله باتری‌های لیتیمی هستند.

ت) پتانسیل کاهش اغلب فلزها منفی بوده؛ اما پتانسیل کاهش اکسیژن مثبت است.

- ۱) صفر      ۲) ۲      ۳) ۳      ۴) ۱

۲۴۸) در واکنش تیغه روی با  $100\text{ ml}$  محلول ۲ مولار  $II$  سولفات با تشکیل  $3.2$  گرم فلز مس بر روی سطح

تیغه فلز روی، واکنش متوقف شده است. غلظت  $[Cu^{2+}]$  در محلول مورد نظر چند برابر غلظت  $[Zn^{2+}]$  آن است؟

$$(Zn = 65, Cu = 64)$$

- ۱) ۳      ۲)  $\frac{1}{3}$       ۳) ۳۰      ۴)  $\frac{1}{30}$



۲۴۹) چند مورد از مطالب زیر نادرست اند؟ (باتغییر)

آ- در سلول گالوانی (روی - SHE) جرم تیغه کاتدی به تدریج زیاد می شود.  
ب- پتانسیل یک الکتروود را به طور جداگانه می توان اندازه گیری کرد، اما نسبت دادن یک مقدار مطلق پتانسیل آن الکتروود نتیجه ای در بر ندارد.

پ- پتانسیل های الکتروودی استاندارد اغلب به صورت پتانسیل های کاهش یافته استاندارد گزارش می شود.  
ت- الکتروود استاندارد هیدروژن شامل یک الکتروود پلاتینی است که در محلول اسیدی با  $pH = 0$  قرار دارد و گاز هیدروژن با فشار  $1 atm$  از روی آن عبور داده می شود.

۳ (۴)

۴ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)

۲۵۰) چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

- تهیه مواد جدید، بهبود خواص مواد و تأمین انرژی، هر سه در حوزه دانش الکتروشیمی قرار می گیرند.
- در پدیده هایی مانند تندر و آذرخش، بخشی از انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان واکنش دهنده ها و فرآورده ها جاری شود.

- واکنش های شامل تولید و انتقال الکترون، مبنای تولید انرژی الکتریکی هستند.

- دانش الکتروشیمی توانست به وسیله تولید انرژی الکتریکی، در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.

۱ (۴)

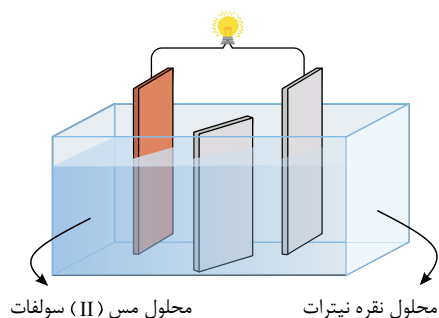
۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

۲۵۱) با توجه به شکل زیر که به سلول گالوانی «مس - نقره» مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟

$$E^{\circ}(Cu^{2+}/Cu) = +0.34V, E^{\circ}(Ag^{+}/Ag) = +0.80V$$



۱

جریان الکترون در مدار بیرونی از سوی آنده به سوی کاتد است و آنیون ها با عبور از دیواره متخلخل، به سوی الکتروود مس حرکت می کنند.

۲) با انجام واکنش، جرم الکتروود مس کاهش و جرم الکتروود نقره افزایش پیدا می کند.

۳)  $emf$  آن برابر  $0.46V$  است.

۴) الکتروود مس دارای علامت مثبت و الکتروود نقره دارای علامت منفی است.



۲۵۲ با توجه به اطلاعات داده شده در جدول و سری الکتروشیمیایی، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

الکتروُد مس، قطب منفی سلول گالوانی $Cu - Pt$ است.	ردیف ۱
پس از انجام واکنش در سلول گالوانی $Al - Mn$ جرم الکتروُد آلومینیم کم تر می شود.	ردیف ۲
جهت حرکت الکترون ها در مدار بیرونی در سلول گالوانی $Al - Cu$ ، از الکتروُد آلومینیم به سمت الکتروُد مس است.	ردیف ۳
الکتروُد منگنز، قطب منفی سلول گالوانی $Mn - Cu$ است.	ردیف ۴
$Al^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightleftharpoons Al(s)$	ردیف ۵
$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons Cu(s)$	
$Pt^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons Pt(s)$	
$Mn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftharpoons Mn(s)$	

آ) سلول گالوانی  $(Al - Pt)$  نیروی الکتروموتوری بیش تری نسبت به سلول های نام برده در ردیف های (۱)، (۲) و (۳) دارد.

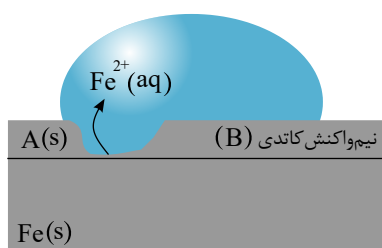
ب) یون  $Cu^{2+}$  نسبت به یون  $Mn^{2+}$ ، اکسندۀ قوی تری است.

پ) در بین فلزات داده شده، فلز پلاتین قوی ترین اکسنده است.

ت) در هر دو سلول گالوانی (مس - منگنز) و (پلاتین - مس)، مس نقش کاتد را دارد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲۵۳ شکل زیر مربوط به چه نوع آهنی است و در آن جایگزین درست  $A$  و نادرست  $B$  به ترتیب کدام است؟



۱) حلبی -  $Sn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Sn(s)$

۲) حلبی -  $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}(aq)$

۳) آهن گالوانیزه -  $Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Fe(s)$

۴) آهن گالوانیزه -  $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}(aq)$

۲۵۴ کدام گزینه در ارتباط با یک سلول الکترولیتی که از آن برای آبکاری با نقره استفاده می شود، نادرست است؟

۱) نیم واکنش  $Ag \rightarrow Ag^{+} + e^{-}$  هم در مسیر رفت و هم در مسیر برگشت در سلول رخ می دهد.

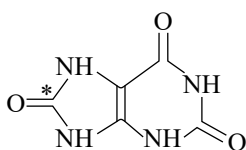
۲) پس از انجام فرایند از جرم الکتروُد نقره کاسته می شود، اما غلظت یون نقره در محلول تقریباً تغییری نمی کند.

۳) جهت حرکت الکترون ها در مدار بیرونی از سمت آند (قطب منفی) به کاتد (قطب مثبت) است.

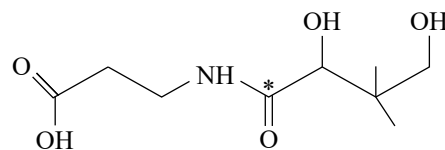
۴) در این آبکاری، لایۀ نازک نقره بر روی سطح جسم قرار می گیرد تا در برابر خوردگی مقاوم شود.



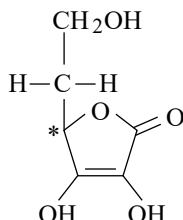
۲۵۵ عدد اکسایش اتم ستاره دار در کدام یک از گزینه های زیر بیش تر است؟



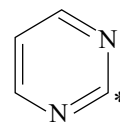
(۲)



(۱)



(۴)

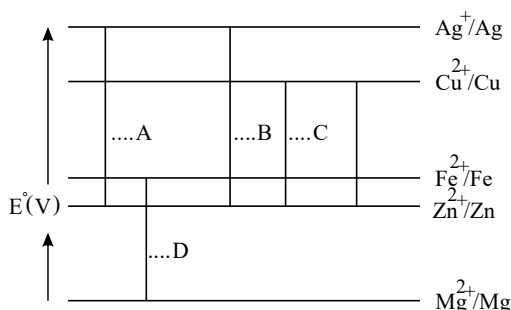


(۳)

۲۵۶ در نمودار زیر هر خط نشان دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو الکترود است. با توجه به جایگاه هر

فلز در جدول پتانسیل کاهش استاندارد، کدام گزینه صحیح است؟

(۱)



سلول D بیش ترین نیروی الکتروموتوری را در بین سلول های مورد نظر دارد، زیرا کاتد آن از کاتد بقیه سلول ها اکسندۀ تر و آنود آن از آنود بقیه سلول ها کاهندۀ تر است.

(۲) در بین این گونه ها  $Ag$  قوی ترین اکسندۀ و  $Mg$  قوی ترین کاهندۀ است.

(۳) در سلول  $Zn - Fe$  الکترود آهن کاتد بوده و نیروی الکتروموتوری آن برابر با  $E_A^\circ - E_B^\circ$  می باشد.

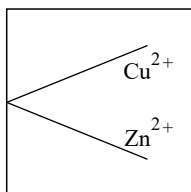
(۴) در سلول  $Cu - Ag$ ، الکترود  $Ag$  کاتد بوده و  $emf$  آن برابر  $E_C^\circ - E_A^\circ$  خواهد بود.

۲۵۷ باتوجه به پتانسیل کاهش استاندارد  $E^\circ$  دو فلز روی و مس، کدام نمودار تغییر تعداد مول یون های موجود

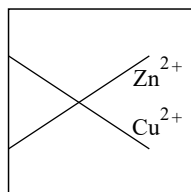
نسبت به زمان را در سلول گالوانی تشکیل شده از دو نیم سلول به درستی نشان می دهد؟ (حجم محلول نیم سلول های

روی و مس را به ترتیب ۱ و ۰٫۵ لیتر در نظر بگیرید)

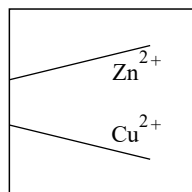
$$E_{Cu^{2+}/Cu}^\circ = +0.34, \quad E_{Zn^{2+}/Zn}^\circ = -0.76$$



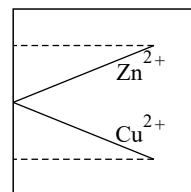
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)



۲۵۸ کدام یک از موارد زیر در رابطه با فرایند هال نادرست است؟

- ۱) واکنشی کلی برقکافت مربوط به آن به صورت  $2Al_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Al(s) + 3CO_2(g)$  می باشد.
- ۲) کاتد و آند، هر دو از جنس گرافیت هستند.
- ۳) گاز کربن دی اکسید به عنوان فراورده واکنش در آند تولید می شود.
- ۴) در فرایند هال، مقدار زیادی انرژی الکتریکی مصرف می شود و هزینه بالایی دارد.

۲۵۹ در ترکیب های  $NaBH_4$  و  $OCl_2$  عدد اکسایش اتم های  $B$ ،  $H$ ،  $Cl$  به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- ۱)  $-1, +1, -5$
- ۲)  $+1, +1, -5$
- ۳)  $-1, -1, +3$
- ۴)  $+1, -1, +3$

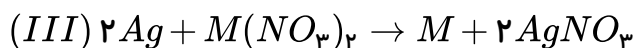
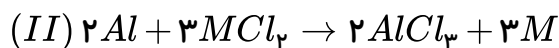
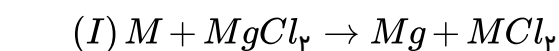
۲۶۰ چند مورد از مطالب زیر در استخراج آلومینیم به روش هال درست است؟

- آ) الکتروکاتد از جنس گرافیت بوده و تغییر جرم ندارد.
- ب) تعداد الکترون مبادله شده در واکنش مربوط به این سلول ۱۲ الکترون است.
- پ) فرآیند هال با وجود مصرف مقدار زیادی انرژی، هزینه بالایی ندارد.
- ت) اکسایش سریع آلومینیم سبب شده است که از آن در ساخت لوازم خانگی، هواپیما و... استفاده شود.

- ۱) ۱
- ۲) ۲
- ۳) ۳
- ۴) ۴

۲۶۱ اگر واکنش های  $I$  و  $III$  انجام ناپذیر و واکنش  $II$  انجام پذیر باشد، چند مورد از مطالب زیر همواره درست است؟

- آ) فلز  $M$  دارای پتانسیل کاهش منفی است.
- ب) در سلول گالوانی تشکیل شده از نیم سلول های  $SHE$  و  $M$ ، فلز  $M$  نقش آند خواهد داشت.
- پ) فلز  $M$  در سری الکتروشیمیایی پایین تر از فلز آلومینیم است.
- ت) در سلول های گالوانی، تشکیل شده از فلز  $M$  با فلزهای  $Al$ ،  $Mg$  و  $Ag$  در دو سلول گالوانی، فلز  $M$  نقش کاتد دارد.



$$E^\circ_{Mg^{2+}/Mg} = -2,38, E^\circ_{Al^{3+}/Al} = -1,66, E^\circ_{Ag^+/Ag} = +0,8$$

- ۱) ۱
- ۲) ۲
- ۳) ۳
- ۴) ۴

۲۶۲ در برقکافت منیزیم کلرید مذاب به دست آمده از آب دریا، اگر بازده واکنش برقکافت برابر ۸۰ درصد باشد،

برای تهیه ۴,۸ کیلوگرم منیزیم، چند لیتر منیزیم کلرید مذاب با چگالی  $1,9 g \cdot cm^{-3}$  لازم است؟

$$Mg = 24$$

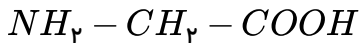
- ۱) ۱۲,۵
- ۲) ۱۰
- ۳) ۸
- ۴) ۲۰



۲۶۳) اگر در سلول سوختی ۵٫۶ لیتر گاز در شرایط  $STP$  در قطب آند، مصرف شود، چند مول الکترون بین دو الکتروود مبادله می‌شود؟

- ۱) ۰٫۵ (۲) ۱ (۳) ۰٫۲۵ (۴) ۲

۲۶۴) نسبت اختلاف عدد اکسایش اتم‌های کربن در ترکیب داده شده به عدد اکسایش اکسیژن در  $OCl_2$  کدام است؟



- ۱) -۲ (۲) +۲ (۳)  $\frac{5}{2}$  (۴)  $-\frac{5}{2}$

۲۶۵) کدام مطلب نادرست است؟

۱) باتری یکی از فرآورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند.

۲)

پدیده‌های طبیعی همچون تندر و آذرخش نشان می‌دهند که بخشی از این انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه‌ی واکنش و محیط پیرامون جاری شود.

۳)

با یک تیغه‌ی مسی و تیغه‌ی فلزی دیگری مانند روی و با میوه‌ای مانند لیمو می‌توان نوعی باتری ساخت و با آن یک لامپ  $LED$  را روشن کرد.

۴) اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون از نافلزها گرفته و ضمن کاهش یافتن، به آنیون تبدیل شوند.

۲۶۶) چه تعداد از عبارات زیر درست است؟

الف) چراغ خورشیدی از لامپ  $LED$ ، سلول خورشیدی و باتری غیر قابل شارژ تشکیل شده است.

ب) کاربردهای الکتروشیمی را می‌توان در باتری‌ها، آبکاری و سلول سوختی دید.

پ) اکسیژن نافلزی فعال است که با همه‌ی فلزها مانند سدیم و منیزیم واکنش می‌دهد و آن‌ها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند.

ت) با قرار دادن تیغه‌ی مس در محلول  $ZnSO_4$  به تدریج از رنگ آبی محلول کاسته می‌شود.

- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۶۷) واکنش فلز ..... با محلول مس ( $II$ ) سولفات، ..... است. در این واکنش، کاتیون مس ( $II$ )، ..... می‌باشد.

- ۱) نقره - گرماگیر - اکسنده (۲) نقره - گرماگیر - کاهنده (۳) آلومینیم - گرماده - کاهنده (۴) آلومینیم - گرماده - اکسنده

۲۶۸) چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد پیل سوختی هیدروژن - اکسیژن به درستی بیان شده است؟

الف) اکسایش گاز هیدروژن در پیل سوختی بازدهی معادل سه برابر سوزاندن آن در موتورهای درون سوز را دارد.

ب) جهت جریان الکتریسیته در مدار خارجی هم جهت با حرکت پروتون‌ها در غشای مبادله کننده پروتون می‌باشد.

پ) پیل سوختی همانند باتری‌های لیتیومی توانایی ذخیره انرژی شیمیایی را دارد.

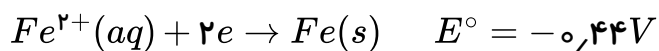
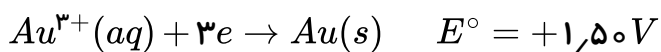
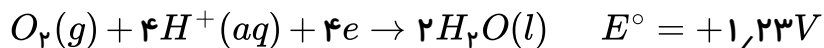
ت) در پیل سوختی، پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده، مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود.

- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴





۲۶۹ چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟



الف) آهن در محیط اسیدی سریع تر خورده می شود.

ب) طلا در محیط اسیدی و قلیایی توسط اکسیژن اکسایش نخواهد یافت.

پ) واکنش های  $Au^{3+} + Fe \rightarrow Au + Fe^{2+}$  و  $Fe^{2+} + Au \rightarrow Fe + Au^{3+}$  هر دو در جهت نشان داده شده به صورت طبیعی انجام پذیر هستند.

ت) در سلول گالوانی  $Fe - Au$  جرم تیغه  $Fe$  کاهش می یابد و به جرم تیغه  $Au$  افزوده می شود و  $emf$  سلول بیش از ۱ ولت خواهد بود.

۴ ۴

۳ ۳

۲ ۲

۱ ۱

۲۷۰ کدام گزینه صحیح است؟

۱) مجموع عدد اکسایش اتم های کربن در استیک اسید برابر صفر و تفاوت آن ها برابر ۶ است.

۲) واکنش پذیری پتاسیم از لیتیم بیشتر است و در سری الکتروشیمیایی پایین تر از لیتیم قرار دارد.

۳) سالانه ۲۵ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه های خورده شده مصرف می شود.

۴) در باتری های دگمه ای روی - نقره، اکسیژن اکسند و فلزهای روی و نقره کاهنده هستند.

۲۷۱) باتوجه به سلول گالوانی  $Fe - Cu$  و اطلاعات داده شده، کدام مطلب نادرست است؟

$$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0,34V, E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = 0,44V$$

۱) به تدریج از جرم تیغه مسی کاسته می شود.

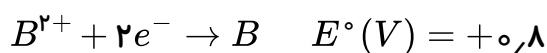
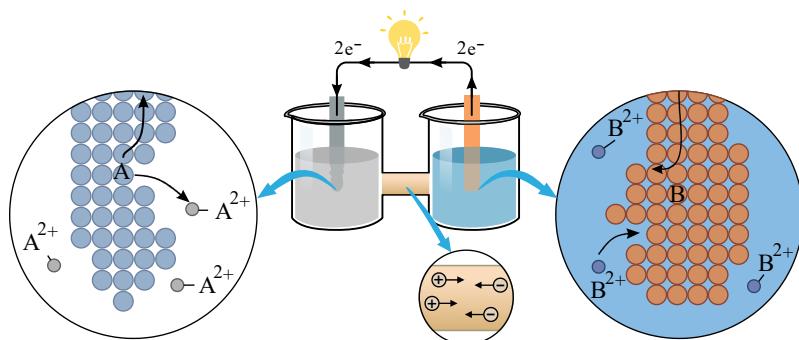
۲) آنیون ها از سمت ظرف  $Cu$  از طریق دیواره متخلخل به سمت ظرف  $Fe$  جریان می یابند.

۳) الکترون ها از طریق سیم در مدار خارجی به سمت  $Cu$  جریان می یابند.

۴)  $emf$  این سلول برابر با ۰,۷۸ ولت است.



۲۷۲ با توجه به شکل زیر که مربوط به سلول گالوانی  $A - B$  با غلظت یک مولار برای محلول‌های الکترولیت است و اطلاعات ارائه شده، چند مورد از عبارت‌های زیر درست هستند؟  $(E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0,76V)$



(آ) اگر به جای لامپ ولت سنج نصب کنیم، عدد  $1,98(V)$  را نشان می‌دهد.

(ب) جهت حرکت الکترون‌ها از آند به کاتد درست رسم شده است.

(پ) پس از مدتی جرم تیغه  $A$  کم و جرم تیغه  $B$  زیاد می‌شود.

(ت) اگر به جای نیم سلول سمت چپ از نیم سلول روی استفاده کنیم، نور لامپ بیشتر می‌شود.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

۲۷۳ کدام مورد درباره واکنش:  $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$  نادرست است؟

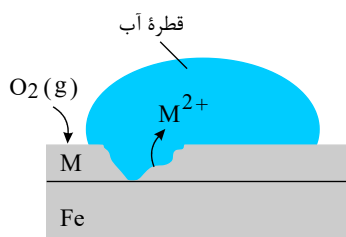
(۲) اتم‌های نیتروژن در این واکنش اکسایش یافته‌اند.

(۱) تغییر عدد اکسایش هر اتم نیتروژن برابر ۵+ است.

(۴) اتم‌های هیدروژن نقش اکسنده را دارد.

(۳) گاز اکسیژن به عنوان اکسنده عمل کرده است.

۲۷۴ با توجه به شکل زیر، چه تعداد از موارد زیر درست می‌باشند؟ ( $M$  یکی از دو فلز  $Zn$  یا  $Sn$  است.) (آ) شکل



مقابل مربوط به حلبی است.

(ب) از این نوع آهن می‌توان برای ساخت تانکر آب و کانال کولر استفاده کرد.

(پ) نیم‌واکنش کاهش آن به صورت:  $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-$  است.

(ت) فلز آهن از فلز  $M$  به کار رفته، کاهنده تر است.

(ث) از این نوع آهن نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده کرد.

۱ (۴)

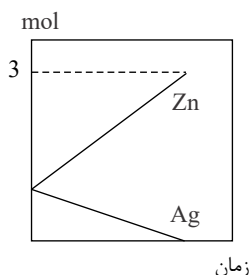
۲ (۳)

۳ (۲)

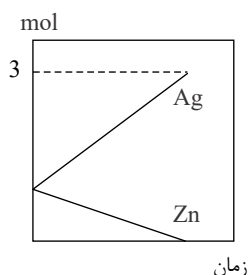
۴ (۱)



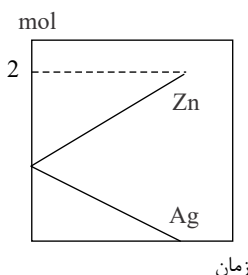
۲۷۵ در سلول گالوانی روی - نقره، اگر در ابتدا جرم تیغه نقره ۱۰۸ گرم و جرم تیغه روی ۶۵ گرم باشد، کدام نمودار تغییر مول تیغه‌ها را به درستی نمایش می‌دهد؟ (تیغه آندی به طور کامل مصرف می‌شود).  
 $(Ag = 108, Zn = 65 : g \cdot mol^{-1})$



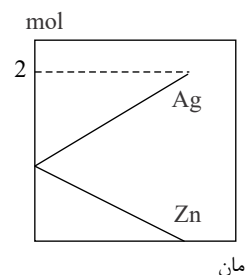
۴



۳



۲



۱

۲۷۶ باتوجه به جدول روبه‌رو، کدام یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

نیم واکنش کاهش	$E^{\circ}(V)$
$Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s)$	+0/80
$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$	+0/34
$2H^{+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow H_2(g)$	-0/00
$Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Fe(s)$	-0/44
$Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Zn(s)$	-0/76

الف) در سلول گالوانی ساخته شده از نقره و آهن، حرکت الکترون در مدار بیرونی از الکتروده آهن به سمت الکتروده نقره است.

ب) با قرار دادن تیغه‌ای از جنس فلز روی در محلولی از نقره‌نیترات به جرم تیغه افزوده می‌شود.

پ) در این جدول، کاهنده‌ترین گونه، یون  $Zn^{2+}$  و اکسندترین گونه،  $Ag$  است.

ت) در سلول گالوانی ساخته شده از مس،  $SHE$ ، الکتروده مس قطب منفی سلول و  $SHE$  قطب مثبت سلول خواهد بود.

۴ ب و ت

۳ پ و ت

۲ الف و پ

۱ الف و ب

۲۷۷ کدام گزینه نادرست است؟

۱) در مراحل تولید فلز منیزیم از آب دریا، ابتدا آب دریا را با یک محلول بازی واکنش می‌دهند.

۲) آلومینیم مذاب خالص نسبت به  $Al_2O_3$  مذاب، چگالی بیشتری دارد.

۳) بارش باران در شهرهای صنعتی بیشتر از شهرهای غیرصنعتی موجب خوردگی سازه‌های آهنی می‌شود.

۴

حباب‌های گاز خارج شده از اطراف قطب مثبت سلول الکترولیتی در فرآیند هال دومین گاز تشکیل دهنده هواکره از نظر درصد حجمی است.



کدام (۲۷۸) گزینه نادرست است؟ )  
 $(E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0,34V, E^\circ(Ag^+/Ag) = 0,80V, E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0,76V$

۱

با توجه به این که واکنش  $3Ag^+ + Al \rightarrow 3Ag + Al^{3+}$  در جهت طبیعی خود انجام می‌شود و واکنش  $2Ag^+ + Pt \rightarrow 2Ag + Pt^{2+}$  در جهت طبیعی خود انجام نمی‌شود، ترتیب کاهندگی فلزها به صورت  $Al > Ag > Pt$  است.

۲

محلول مس (II) نیترات را نمی‌توان در ظرفی از جنس فلز روی نگهداری کرد.

۳

یون‌های  $NO_3^-$ ،  $SO_4^{2-}$  و  $ClO_4^-$  در واکنش‌های اکسایش - کاهش همواره نقش اکسنده را دارند.

۴

فلزی که فقط دارای ۳ الکترون با عدد کوانتومی فرعی صفر در آرایش الکترونی خود است، کمترین چگالی و  $E^\circ$  را در میان فلزها دارد.

کدام یک از مطالب زیر صحیح نیست؟ (۲۷۹)

۱

مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن در بنزالدهید برابر (۴-) است.

۲

تفاوت عدد اکسایش گوگرد در آمونیوم سولفات و گوگرد تری اکسید برابر صفر است.

۳

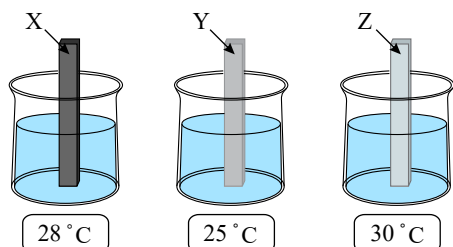
در واکنش  $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$ ، عدد اکسایش گونه کاهنده ۶ واحد تغییر می‌کند.

۴

عدد اکسایش عنصرها در حالت آزاد برابر صفر و عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر با بار الکتریکی آن‌ها است.

تیغه‌های  $X, Y$  و  $Z$  را به‌طور جداگانه در سه محلول مس (II) سولفات ۱ مولار با دمای  $25^\circ C$  قرار

دادیم. پس از مدتی دمای محلول‌ها به صورت زیر است. کدام مطلب نادرست است؟



۱

فلز  $Z$  از دو فلز دیگر کاهنده‌تر است.

۲

بیش‌ترین ولتاژ ممکن با استفاده از نیم سلول این سه فلز، متعلق به سلول « $Z - Y$ » است.

۳

$Y$  می‌تواند یک فلز نجیب باشد.

۴

هنگامی که دو فلز  $X$  و  $Z$  در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، فلز  $X$  در رقابت اکسایش برنده می‌شود.

با توجه به  $E^\circ$  های داده شده، همه موارد زیر درست‌اند؛ به جزء ..... (۲۸۱)

$$E^\circ \frac{Au^{3+}}{Au} = +1,5V, \quad E^\circ \frac{Fe^{2+}}{Fe} = -0,44V, \quad E^\circ \frac{Zn^{2+}}{Zn} = -0,76V, \quad E^\circ \frac{Ag^+}{Ag} = +0,8V$$

۱

در بین آن‌ها،  $Zn$  کاهنده‌تر از بقیه است.

۲

محلول  $HCl$  را نمی‌توان در ظرفی از جنس نقره نگهداری کرد.

۳

واکنش  $2Au^{3+}(aq) + 3Fe(s) \rightarrow 3Fe^{2+}(aq) + 2Au(s)$  در شرایط معمولی خودبه‌خودی پیش می‌رود.

۴

این  $E^\circ$  ها در دمای  $25^\circ C$ ، فشار  $1 atm$  و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت به دست آمده است.



۲۸۲) کدام موارد از عبارت‌های زیر پیرامون سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن درست است؟

(آ) این سلول، ساختاری همانند سلول‌های الکتروولیتی دارد.

(ب) اختلاف پتانسیل مشاهده شده در آن، برابر  $E^\circ$  آندی است.

(پ) برای تسهیل نفوذ گازها در الکترودها از غشای مبادله کننده استفاده می کنند.

(ت) با مصرف ۵۶۰ میلی لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد، حداکثر ۱/۰ مول الکترون مبادله می شود.

(ث) حجم گاز مصرف شده در کاتد، نصف حجم گاز مصرف شده در آند است.

۱) آ، ت، ث      ۲) ب و پ      ۳) آ و ب      ۴) ت و ث

۲۸۳) تمام گزینه ها درباره فرایند برقکافت آب صحیح است، به جز: ( $H = 1, O = 16 : g \cdot mol^{-1}$ )

۱) گاز تولید شده در کاتد را می توان برای نیم واکنش آندی در سلول سوختی استفاده کرد.

۲) گاز اکسیژن در اطراف الکترودی تولید می شود که به قطب مثبت باتری متصل شده است.

۳) با گذشت زمان  $pH$  آب، خنثی باقی می ماند.

۴) به ازای تولید ۴ گرم گاز در آند،  $2 mol$  الکترون تولید می شود.

۲۸۴) کدام گزینه در مورد تهیه فلز سدیم در سلول دانه، درست است؟

۱) با افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن، دمای جوش نمک طعام تا حدود  $587^\circ C$  پایین می آید.

۲) در قطب مثبت سلول، یون های کلرید اکسایش و در کاتد، اتم های سدیم کاهش می یابند.

۳) جدا کردن  $Na^+$  به دلیل چگالی پایین آن از قسمت بالای این سلول انجام می شود.

۴) سلول دانه یک سلول الکتروولیتی است و سدیم کلرید مذاب در آن برقکافت می شود.

۲۸۵) چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

(آ) نیم واکنش کاهش مربوط به فرایند هال به صورت  $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$  است.

(ب) در آبکاری نقره می توان از محلول نمک نقره کلرید به عنوان الکترولیت استفاده کرد.

(پ) اگر پس از آبکاری یک قاشق آهنی با نقره، خراشی در سطح آن ایجاد شود، آهن نقش آند را خواهد داشت.

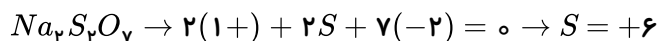
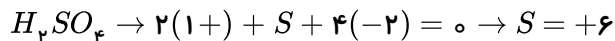
(ت) در فرایند استخراج  $Al$  در سلول هال، با گذشت زمان از جرم آند گرافیتی کاسته می شود.

۱) ۱      ۲) ۲      ۳) ۳      ۴) ۴



## پاسخنامه تشریحی

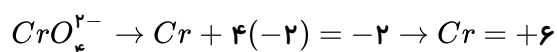
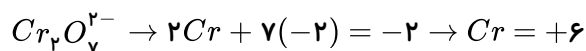
۱ ۲ ۳ ۴ ۱



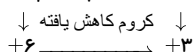
۱ ۲ ۳ ۴ ۲ جریان الکترون از آند (تیغه‌ی آهن) به کاتد (تیغه‌ی مس) می‌باشد.

۱ ۲ ۳ ۴ ۳ با توجه به خودبه‌خودی بودن واکنش،  $Zn$ ، اکسید شده پس  $Zn$  کاهنده‌تر است و  $Co^{2+}$  کاهش یافته پس اکسندۀ تر است.

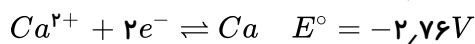
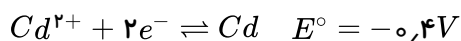
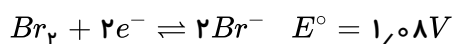
۱ ۲ ۳ ۴ ۴



۱ ۲ ۳ ۴ ۵



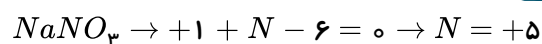
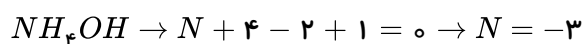
۱ ۲ ۳ ۴ ۶



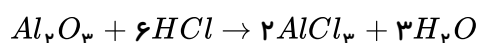
با توجه به  $E^\circ$  های کاهش:

آن که  $E^\circ$  کاهش بیشتری دارد عضو سمت چپ آن اکسندۀ قوی‌تر است یعنی  $Br_2$  و آن که  $E^\circ$  کمتری دارد عضو سمت راست کاهندۀ قوی‌تری است یعنی  $Ca$

۱ ۲ ۳ ۴ ۷



۱ ۲ ۳ ۴ ۸ واکنش  $Al_2O_3$  با اسیدها جز واکنش‌های جانشینی دوگانه است و با تغییر عدد اکسایش همراه نیست.



در سایر گزینه‌ها عنصر آزاد وجود دارد و حتماً از نوع اکسایش - کاهش است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۹ در این سلول چون  $E^\circ_{(Zn^{2+}/Zn)}$  کوچک‌تر است پس  $Zn$  آند است و اکسید می‌شود الکترون از مدار بیرونی به سمت الکتروود کاتد (نقره) جریان می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

$$E^\circ_{\text{سلول}} = 0,8 - (-0,76) = 1,56V \quad (1)$$



۳) الکتروود نقره کاتد است و در آن عمل کاهش صورت می‌گیرد.

۴) واکنش کلی سلول به صورت  $Zn(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$  است.

۱۰) در مورد گزینه ۱ همواره در سلول‌های گالوانی  $E^\circ$  سلول مقدار مثبتی است و این گزینه غلط است. آند آن،  $Zn$  و الکترولیت در آند،  $Zn^{2+}$  است پس گزینه ۲ نیز غلط است.  $SHE$  کاتد را تشکیل می‌دهد و در آن (سطح پلاتین) نیم‌واکنش کاهش انجام می‌شود نه اکسایش.

۱۱) با توجه به برابر بودن  $E^\circ$  دو سلول داریم:

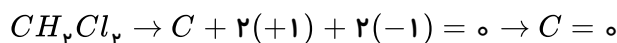
$$\overbrace{E_A^\circ - E_B^\circ}^{\text{سلول اول}} = \overbrace{E_B^\circ - E_C^\circ}^{\text{سلول دوم}} \Rightarrow -0.41 - E_B^\circ = E_B^\circ - (-2.37) \Rightarrow E_B^\circ = -1.39V$$

۱۲) در آبکاری جنس کاتیون درمحلول الکترولیت و تیغه‌ی آند یکسان است.

۱۳) چون  $E_{Al}^\circ$  کوچک‌تر از  $E_{Zn}^\circ$  است بنابراین  $Al$  آند و  $Zn$  کاتد سلول می‌باشد.

$$E_{\text{سلول}}^\circ = E_{\text{کاتد}}^\circ - E_{\text{آند}}^\circ = (-0.76) - (-1.7) = 0.94V$$

۱۴) ۱ ۲ ۳ ۴

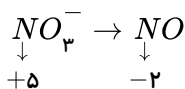


۱۵) در سلول الکترولیتی انرژی الکتریکی به شیمیایی تبدیل می‌شود.

۱۶) چون  $(E_{Mg}^\circ < E_{Cr}^\circ)$  است، نیم‌سلول منیزیم، آند و نیم‌سلول کروم کاتد می‌باشد.

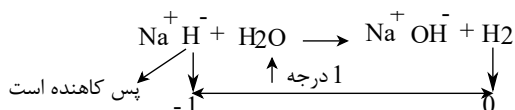
$$E^\circ_{\text{پیل}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = E_{Cr}^\circ - E_{Mg}^\circ = -0.74 - (-2.36) = 1.62 \text{ ولت}$$

۱۷) ۱ ۲ ۳ ۴

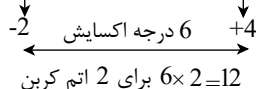
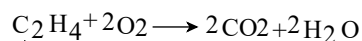


بنابراین نیتروژن طی واکنش ۳ درجه کاهش یافته است.

۱۸) ۱ ۲ ۳ ۴

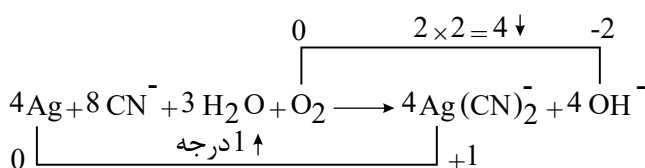


پس  $H^-$  کاهش‌دهنده یا احیاکننده است چون اکسید شده است.



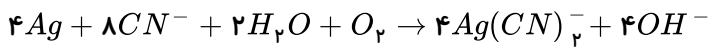
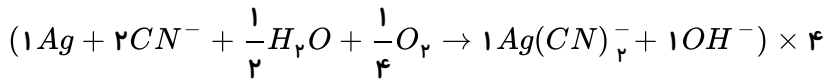
۱۹) ۱ ۲ ۳ ۴

۲۰) ۱ ۲ ۳ ۴



به روش اکسایش - کاهش موازنه می‌کنیم:

البته به روش واری هم می‌توان موازنه کرد. به  $Ag(CN)_2^-$  ضریب ۱ بدهید سپس  $Ag$  و  $CN^-$  و بار، در نهایت  $H$  و  $O$  را موازنه می‌کنیم.



۲۱) زیرا الکتروود  $Fe$  آند است اتم‌های آن اکسید می‌شود و به غلظت  $Fe^{2+}$  محلول اضافه می‌شود. مس قطب مثبت (کاتد) است و نیم واکنش کاهش در آن انجام می‌شود. و کاتیون‌ها به سمت کاتد یعنی مس می‌روند.

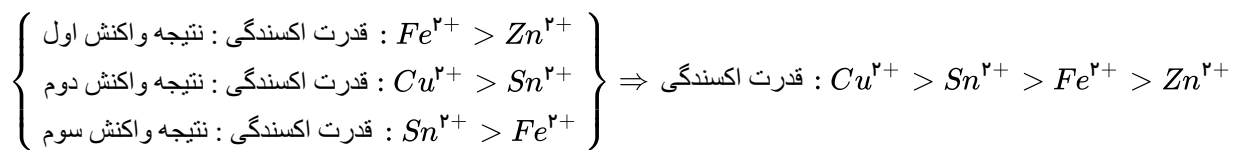
۲۲) در مورد این تست لازم نبود واکنش با هالوژن‌ها در گرمای شدید باشد این واکنش در دمای معمولی نیز انجام پذیر است. عنصری که به راحتی الکترون از دست می‌دهد (اکسایش می‌یابد) کاهنده‌ی قوی است.

۲۳) در واکنش داده شده اتم  $Ni$  الکترون داده پس اکسید شونده و کاهنده است.

می‌توان گفت در هر واکنش اگر سمت چپ معادله، فلز آزاد مشاهده شد آن فلز کاهنده است مانند نیکل در واکنش بالا.

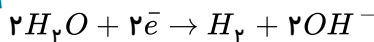
۲۴) همواره اکسایش در آند و کاهش در کاتد اتفاق می‌افتد.

۲۵) ۱ ۲ ۳ ۴



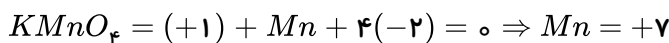
۲۶) باتوجه به اینکه در این سلول انرژی شیمیایی به الکتریکی تبدیل شده (لامپ روشن می‌شود) این سلول یک سلول گالوانی (الکتروشیمیایی) است و باتوجه به اینکه روی در سری الکتروشیمیایی بالاتر از مس قرار دارد، روی، آند و مس، کاتد است.

۲۷) چون پتانسیل کاهش  $Ca$  کمتر از آب است در رقابت در کاتد مولکول‌های آب کاهش می‌یابند.



۲۸) چون این عدد اتمی مربوط به منگنز است که عنصر گروه ۷ است و بالاترین درجه‌ی اکسایش آن +۷ است بیشترین عدد اکسایش در گزینه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ با توجه به شماره‌ی گروه آن‌ها به ترتیب ۵، ۴ و ۶ است.

۲۹) ۱ ۲ ۳ ۴



توجه: عدد اکسایش اتم مرکزی در سایر گزینه‌ها (+۶) است.

۳۰) در سلول الکترولیتی با اعمال یک ولتاژ بیرونی واکنش انجام می‌شود پس یک واکنش غیر خودبخودی است. بررسی موارد در سایر گزینه‌ها:

گزینه «۲»: سلول مورد نظر یک سلول الکترولیتی است.

گزینه «۳»: الکترولیت محلولی از روی سولفات است.

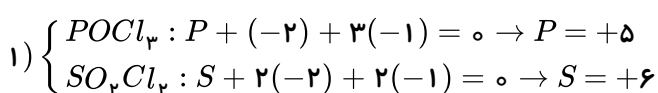
گزینه «۴»: تیغه‌ی روی در آن نقش آند را دارد.

۳۱) ۱ ۲ ۳ ۴

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow E^\circ_{\text{سلول}} = -0.74 - (-2.36) = +1.62V$$

زیرا:

۳۲) بررسی چهار گزینه: ۱ ۲ ۳ ۴







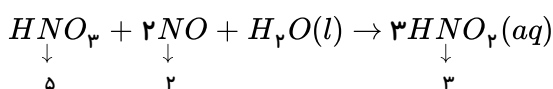
$$۲) \begin{cases} KMnO_4 : +1 + Mn + 4(-2) = 0 \rightarrow Mn = +7 \\ BaMnO_4 : +2 + Mn + 4(-2) = 0 \rightarrow Mn = +6 \end{cases}$$

$$۳) \begin{cases} ClO_4^- : Cl + 4(-2) = -1 \rightarrow Cl = +7 \\ H_2PO_4^- : 2(+1) + P + 4(-2) = -1 \rightarrow P = +5 \end{cases}$$

$$۴) \begin{cases} CrO_3 : Cr + 3(-2) = 0 \rightarrow Cr = +6 \\ H_2S_2O_7 : 2(+1) + 2S + 7(-2) = 0 \rightarrow S = +6 \end{cases}$$

۳۳) مطابق جدول پتانسیل احیاء ( $E^\circ$ ) از بالا به پایین قدرت اکسندگی (الکترون گیرندگی) افزایش می‌یابد و قدرت الکترون دهنده‌گی (کاهندگی) کاهش می‌یابد. بنابراین فلز بالاتر به طور خود به خودی می‌تواند الکترون‌های خود را در اختیار کاتیون پایین‌تر از خود قرار دهد. بنابراین برای تشخیص تعیین انجام پذیر بودن این واکنش‌ها باید دقت کنیم که فلز موجود در واکنش دهنده‌ها در سری الکتروشیمیایی بالاتر از کاتیون موجود در واکنش دهنده‌ها باشد. همان‌طور که مشاهده می‌کنید در گزینه‌ی ۲ فلز روی ( $Zn$ ) پایین‌تر از کاتیون موجود ( $Mn$ ) است بنابراین واکنش نوشته شده انجام نمی‌شود.

۳۴) با توجه به اعداد اکسایش مشاهده می‌کنیم که عدد اکسایش نیتروژن در  $HNO_3$  از ۵ به ۳ و عدد اکسایش نیتروژن در  $NO$  از ۲ به ۳ تغییر کرده است.



پس  $HNO_3$  اکسنده و  $NO$  کاهنده است.

۳۵) عدد اکسایش اتم بور را در واکنش دهنده و فراورده بدست می‌آوریم.

$$Na_2B_4O_7 : 2(+1) + 4B + 7(-2) = 0 \rightarrow B = +3$$

$$H_3BO_3 : 3(+1) + B + 3(-2) = 0 \rightarrow B = +3$$

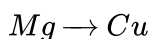
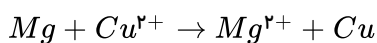
بنابراین تغییر عدد اکسایش هر اتم بور برابر صفر است.

۳۶) در معادله‌ی واکنش گزینه‌ی «۱» عنصر گوگرد ( $S$ ) به حالت آزاد وجود دارد. پس بدون محاسبه‌ی تغییر اعداد اکسایش می‌توان گفت که این واکنش حتماً از نوع اکسایش و کاهش است.

۳۷) هر چه اختلاف پتانسیل الکترونی آند و کاتد بیش‌تر باشد، پتانسیل سلول بیش‌تر می‌گردد.

۳۸) در سلول گالوانی (منیزیم-مس) فلز منیزیم در آند اکسایش یافته و فلز مس در کاتد کاهش می‌یابد.

$$\begin{cases} \text{اکسایش در آند} & Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^- \\ \text{کاهش در کاتد} & Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu \end{cases}$$



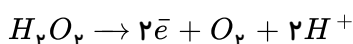
$$\frac{9.6}{24} = \frac{x}{64} \Rightarrow x = 25.6 \text{ گرم بر جرم کاتد افزوده می‌شود}$$

۳۹) این سه عنصر فقط یک نوع عدد اکسایش دارند.  $Al$  و  $Sc$  فقط (+۳) و  $Zn$  فقط (+۲) دارد.

۴۰) در معادله‌ی واکنش گزینه‌ی ۳، عنصر کربن به حالت آزاد وجود دارد. پس بدون محاسبه‌ی تغییر اعداد اکسایش می‌توان گفت که این واکنش حتماً از نوع اکسایش و کاهش است.

۴۱) ابتدا نیم‌واکنش  $H_2O_2 \rightarrow a\bar{e} + O_2 + H^+$  را موازنه می‌کنیم. اکسیژن موازنه است. با بکارگیری ضریب ۲

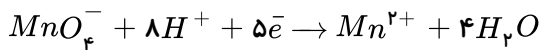
برای  $H^+$  و  $\bar{e}$ ، سایر اجزاء نیز موازنه خواهند شد. نیم‌واکنش موازنه شده به صورت روبرو است:



اکنون به موازنه‌ی نیم‌واکنش  $MnO_4^- + H^+ + b\bar{e} \rightarrow Mn^{2+} + H_2O$  می‌پردازیم.  $Mn$  خودبه‌خود موازنه است. با اعمال ضریب ۴

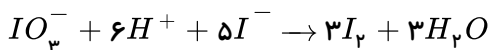


برای  $H_2O$  اکسیژن موازنه می‌شود. سپس با بکارگیری ضریب ۸ برای  $H^+$  عنصر هیدروژن را موازنه می‌کنیم و در آخر برای موازنه ی بار، به  $e^-$  ضریب ۵ اختصاص می‌دهیم. نیم‌واکنش موازنه شده به صورت زیر است:

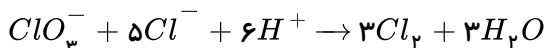


اکنون که هر دو نیم‌واکنش موازنه شده است، مشخص می‌گردد که نسبت  $\frac{a}{b}$  برابر  $\frac{2}{5}$  می‌باشد.

**۴۲** ۱ ۲ ۳ ۴ اکسیژن در دو طرف معادله، فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارد و می‌توان موازنه را با اکسیژن شروع کرد. با اعمال ضریب ۳ برای  $H_2O$  اکسیژن موازنه می‌شود. سپس با به کارگیری ضریب ۶ برای  $H^+$  هیدروژن نیز موازنه خواهد شد. در سمت راست معادله، بار الکتریکی وجود ندارد، بنابراین به  $I^-$  ضریب ۵ می‌دهیم تا جمع جبری بارهای الکتریکی سمت چپ معادله نیز برابر صفر شود و در آخر برای موازنه ی ید به  $I_2$  ضریب ۳ خواهیم داد. معادله ی موازنه شده ی واکنش به صورت زیر است:



**۴۳** ۱ ۲ ۳ ۴ اکسیژن در دو طرف معادله، فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارد و می‌توان موازنه را با اکسیژن شروع کرد. با اعمال ضریب ۳ برای  $H_2O$  اکسیژن موازنه می‌شود. سپس با به کارگیری ضریب ۶ برای  $H^+$ ، هیدروژن نیز موازنه خواهد شد. در سمت راست معادله، بار الکتریکی وجود ندارد، بنابراین به  $Cl^-$  ضریب ۵ می‌دهیم تا جمع جبری بارهای الکتریکی سمت چپ معادله نیز برای صفر شود و در آخر برای موازنه ی کلر به  $Cl_2$  ضریب ۳ خواهیم داد. معادله ی موازنه شده ی واکنش به صورت زیر است:

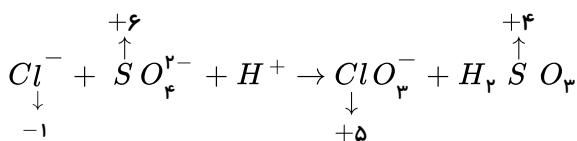


با استفاده از روابط استوکیومتری، می‌توانید تعداد مول‌های یون  $Cl^-$  لازم برای تشکیل ۶ مول کلر را محاسبه کنید.

$$?molCl^- = 6molCl_2 \times \frac{5molCl^-}{3molCl_2} = 10molCl^-$$

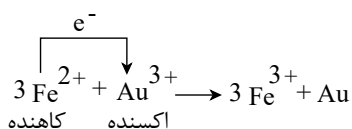
**۴۴** ۱ ۲ ۳ ۴

طی واکنش عدد اکسایش  $Cl$  افزایش یافته، بنابراین اکسایش یافته و کاهنده است و عدد اکسایش  $S$ ، کاهش یافته است، بنابراین اکسند است.



**۴۵** ۱ ۲ ۳ ۴

این واکنش انجام‌پذیر است زیرا با انتقال الکترون از  $Fe^{2+}$  به  $Au^{3+}$  همراه است و  $E^\circ$  این واکنش مثبت است:



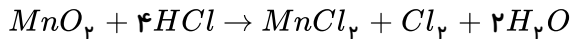
واکنش انجام‌پذیر است  $E^\circ = E^\circ(\text{اکسنده}) - E^\circ(\text{کاهنده}) = (+1,5) - (+0,77) = +0,73V$

**۴۶** ۱ ۲ ۳ ۴ برای پاسخ گویی به این تست، ابتدا معادله ی واکنش را موازنه کرده و سپس تغییر عدد اکسایش عنصرها را مشخص می‌نماییم.

تعداد فلز  $(Mn)$  موازنه است. اکسیژن در دو طرف معادله فقط در ساختار یک ترکیب وجود دارد، بنابراین ابتدا اکسیژن را موازنه می‌کنیم. با دادن ضریب ۲ به  $H_2O$  اکسیژن موازنه می‌شود. سپس با به کارگیری ضریب ۴ برای  $HCl$  هیدروژن موازنه خواهد شد. کلر نیز



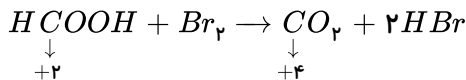
خودبه خود موازنه می شود. معادله ی واکنش موازنه شده و تغییر عدد اکسایش عنصرها به صورت زیر است:



همانطور که مشاهده می کنید، تمام اتم های منگنز کاهش یافته اند و بنابراین اکسند هستند. ضمناً از ۴ یون کلرید ( $Cl^-$ ) موجود در واکنش، فقط ۲ یون کلرید ( $Cl^-$ ) اکسید شده اند و بنابراین کاهشده هستند و عدد اکسایش دو یون دیگر کلرید ( $Cl^-$ ) هیچ تغییری نیافته است. پس فقط نیمی از یونهای کلرید شرکت کننده در واکنش اکسید شده اند و کاهشده هستند.

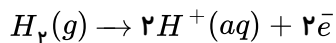
۱ ۲ ۳ ۴ ۴۷

در این واکنش، کربن در متانویک اسید ( $HCOOH$ ) به میزان ۲ درجه اکسید شده است و نقش کاهشده را دارد. ضمناً برم کاهش یافته است و اکسند می باشد.

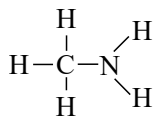
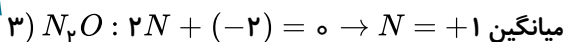
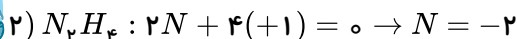
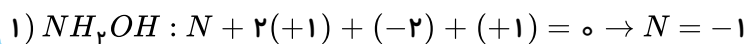


۴۸ ۱ ۲ ۳ ۴  $E^\circ$  مس عددی مثبت، بنابراین الکترواستاندارد هیدروژن که  $E^\circ$  برابر صفر دارد، در مقابل الکتروست مس نقش آند را ایفا می کند در الکتروآندی همواره پدیده ی اکسایش روی می دهد.

از این رو واکنش آندی انجام شده در الکتروست هیدروژن به صورت زیر انجام می گیرد:



۴۹ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی چهار گزینه:



۴) نیتروژن در این ترکیب دو پیوند با هیدروژن و یک پیوند با کربن دارد و چون الکترونگاتیوی بیشتری نسبت به آن ها دارد از هر سه اتم یک الکترون جذب کرده، عدد اکسایش آن ۳- خواهد بود.

۱ ۲ ۳ ۴ ۵۰

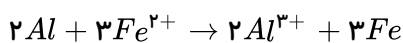
$$E^\circ = E^\circ(H_2) - E^\circ(Zn) \Rightarrow 0,76 = 0 - E^\circ \Rightarrow E^\circ(Zn) = -0,76$$

۵۱ ۱ ۲ ۳ ۴ در حلی در اثر تشکیل سلول در معرض رطوبت هوا، فلز آهن قطب منفی (آند) پیل را پیدا می کند و سریع تر زنگ می زند اما در آهن سفید فلز آهن قطب مثبت (کاتد) پیل را پیدا کرده و از زنگ زدن محفوظ می ماند.

۵۲ ۱ ۲ ۳ ۴ در سلول های گالوانی، آند قطب منفی و در سلول های الکترولیتی نظیر دستگاه برقکافت، آند قطب مثبت است ولی در هر دو سلول آند الکترودی است که در آن نیم واکنش اکسایش صورت می گیرد.

۵۳ ۱ ۲ ۳ ۴ هرچه اختلاف  $E^\circ$  الکترودها بیشتر باشد  $E^\circ$  سلول بیشتر است در نتیجه شدت نور لامپ نیز بیشتر خواهد بود.

۵۴ ۱ ۲ ۳ ۴ باتوجه به سری  $E^\circ$ ،  $Al$  بالاتر از  $Fe$  قرار دارد بنابراین  $Al$  نقش آند را ایفا می کند و آهن به عنوان کاتد عمل می کند. بنابراین واکنش کلی سلول به شکل زیر است:



۵۵ با توجه به واکنش به ازای ۲ مول (۲۷ × ۲) آلومینیوم که در آند خورده می شود ۳ مول (۵۶ × ۳) بر وزن کاتد افزوده می شود.

$$\text{گرم ۴۲} = 13,5g(Al) \times \frac{168g(Fe)}{54g(Al)}$$





۵۵) با توجه به اینکه فلز  $M$  می‌تواند کاتیون‌های  $Pt$  را کاهش دهد فلز  $M$  کاهنده‌ی قوی‌تری از  $Pt$  است. ۱ ۲ ۳ ۴

با توجه به اینکه فلز  $M$  بر کاتیون‌های  $Ni$  بی‌اثر است  $M$  کاهنده‌ی ضعیف‌تری از  $Ni$  است.

قدرت کاهندگی:  $Pt < M < Ni$

۵۶) هرچه عنصری  $E^\circ$  بزرگتری داشته باشد در قسمت پایین‌تر سری الکتروشیمیایی قرار دارد و اکسیدکننده‌ی قوی‌تری است. ۱ ۲ ۳ ۴

۵۷)  $E^\circ$  مربوط به  $M$  عددی مثبت است بنابراین در سری  $E^\circ$  پایین‌تر از هیدروژن قرار دارد، بنابراین  $M$  کاهنده‌ی ضعیف‌تری نسبت به هیدروژن است و یا کاتیون فلز نسبت به  $H^+$  اکسندۀ تر است. ۱ ۲ ۳ ۴

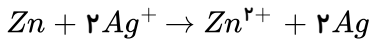
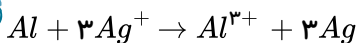
۵۸) ۱ ۲ ۳ ۴

$$E^\circ = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow 1,61 = x - (-0,76) \Rightarrow x = 1,61 - 0,76 = 0,85 \text{ V}$$

۵۹) براساس سری  $E^\circ$ ، محلول نمک آهن (II) سولفات را باید در ظرفی از جنس فلز پایین‌تر از خود (در سری  $E^\circ$ ) نگهداری نمود. و مس پایین‌تر از آهن است. ۱ ۲ ۳ ۴

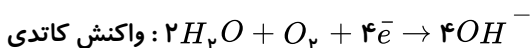
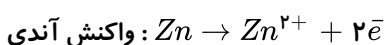
۶۰) گزینه‌های ۱ و ۴ حذف است زیرا  $Au$  و  $Pt$  در سری الکتروشیمیایی بالاتر از نقره هستند و با یون‌های  $Ag^+$  واکنش نمی‌دهند. ۱ ۲ ۳ ۴

باتوجه به واکنش گزینه‌ی ۲ و ۳ مشخص می‌شود که به ازای تعداد مول یکسان از  $Zn$  و  $Al$  مقدار نقره‌ی تولید شده در واکنش با آلومینیوم بیشتر است:



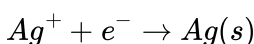
۶۱) در رقابت کاتدی مولکول‌های  $H_2O$  بر  $Al^{3+}$  پیروز می‌شوند و فلز آلومینیوم تولید نمی‌شود. ۱ ۲ ۳ ۴

۶۲) با ایجاد خراش در سطح آهن سفید، فلز روی در نقش آند اکسید می‌شود و فلز آهن با اینکه نقش کاتد را دارد اما کاهش نمی‌یابد بلکه در سطح آن مولکول‌های  $O_2$  و  $H_2O$  کاهش می‌یابند. ۱ ۲ ۳ ۴



یونهای  $Zn^{2+}$  تولید شده در ناحیه آندی به طرف نقاط کاتدی مهاجرت کرده و در ترکیب با یونهای  $OH^-$  تولید  $Zn(OH)_2$  می‌کنند.

۶۳) الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید دارای یون‌های فلزی باشد که قرار است لایه‌ی نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد، در آند فرایند اکسایش نقره انجام می‌شود  $Ag \rightarrow Ag^+ + e^-$  و در کاتد فرایند کاهش کاتیون نقره روی سطح فلز آهنی قاشق انجام می‌شود. ۱ ۲ ۳ ۴



۶۴) عدد اکسایش فلوئور در همه‌ی ترکیب‌های آن نظیر  $MgF_2$ ،  $OF_2$  و  $SF_6$  برابر ۱- است. این در حالی است که  $F_2$  یک ترکیب محسوب نمی‌شود بلکه یک مولکول ساده است و عدد اکسایش هر عنصر در حالت آزاد (نه در ترکیب) برابر صفر است. ۱ ۲ ۳ ۴

۶۵) بررسی چهار گزینه: ۱ ۲ ۳ ۴

۱)  $E^\circ$  وانادیم کوچک‌تر از آهن است، از این رو اتم وانادیم الکترون دهنده‌تر از اتم آهن است.

۲)  $E^\circ$  نیکل بزرگ‌تر از روی است، از این رو یون  $Ni^{2+}(aq)$  اکسندۀ تر از یون  $Zn^{2+}(aq)$  است.

۳)  $E^\circ$  وانادیم از نیکل کوچک‌تر است، از این رو وانادیم قدرت الکترون‌دهی بیشتری دارد و آند یا قطب منفی سلول است.

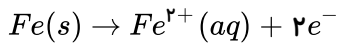


(۴)  $E^\circ$  روی از آهن کوچک تر است، از این رو تیغه‌ی روی قدرت الکترون دهی بیشتری دارد و در سلول روی - آهن، جریان الکترون از تیغه‌ی روی به سوی آهن است.

۶۶) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی چهار گزینه:

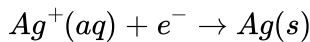
(۱) ولت  $1,21 = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = +0,8 - (-0,41) = +0,8 - (-0,41) = +1,21$

(۲) با انجام نیم واکنش اکسایش در آند، بر مقدار یون  $Fe^{2+}(aq)$  در محلول افزوده می شود.



(۳) پل نمکی رسانای یونی است و از طریق آن در مدار درونی، کاتیون ها به سمت کاتد و آنیون ها به سمت آند حرکت می کنند.

(۴) در قطب مثبت یا کاتد، نیم واکنش کاهش یون های  $Ag^+(aq)$  صورت می پذیرد.



۶۷) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی هر چهار گزینه:

(۱) این واکنش با انتقال الکترون از  $Ni(s)$  به  $Cu^{2+}(aq)$  انجام می پذیرد، پس  $E^\circ$  الکترو د مس بزرگ تر است.

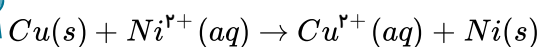
(۲)  $Ni(s)$  الکترون می دهد و نقش کاهندگی دارد و  $Cu^{2+}(aq)$  الکترون می گیرد و نقش اکسندگی دارد.

(۳)  $Cu^{2+}(aq)$  با جذب الکترون کاهش می یابد پس الکترو د مس نقش کاتد دارد.

(۴) واکنش مورد نظر با انتقال الکترون از  $Ni(s)$  به  $Cu^{2+}(aq)$  انجام می شود، پس تمایل  $Ni(s)$  برای از دست دادن الکترون بیشتر است.

۶۸) ۱ ۲ ۳ ۴ شرط آن که  $Cu(s)$  بتواند  $Ni^{2+}(aq)$  را در محلول، به صورت  $Ni(s)$  آزاد کند، آن است که بتواند به آن

الکترون بدهد.



اکسایش

کاهش

انجام ناپذیر  $\Rightarrow 0 < \text{ولت } -0,59 = -0,34 + (-0,25) = -0,34 - 0,25 = -0,59$   $E^\circ(\text{اکسایش}) - E^\circ(\text{کاهش}) = E^\circ(\text{واکنش})$

۶۹) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه های نادرست:

(۲) کاتد، قاشق مسی است.

(۳) در کاتد نیم واکنش  $M^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow M(s)$  انجام می گیرد.

(۴) قاشق مسی، نقش کاتد را دارد و با گذشت زمان بر وزن آن افزوده می شود.

۷۰) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی چهار گزینه:

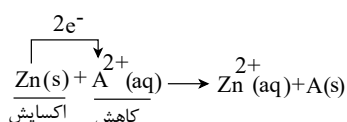
(۱) در این واکنش،  $Ni$  به  $Cu^{2+}$  الکترون می دهد پس  $Ni$  قدرت الکترون دهی بیش تری دارد و  $E^\circ$  الکترو د نیکل از  $E^\circ$  الکترو د مس کم تر است.

(۲) این واکنش با انتقال الکترون از  $Ni$  به  $Cu^{2+}$  انجام می پذیرد. پس تمایل نیکل برای از دست دادن الکترون، بیش تر از مس است.

(۳)  $Ni$  با از دست دادن الکترون اکسید می شود. پس نیم واکنش اکسایش، به صورت  $Ni(s) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + 2e^-$  است.

(۴)  $Ni(s)$  با از دست دادن الکترون، اکسید می شود و دارای نقش کاهندگی است و  $Cu^{2+}$  با گرفتن الکترون، کاهیده می شود و دارای نقش اکسندگی است.

۷۱) ۱ ۲ ۳ ۴



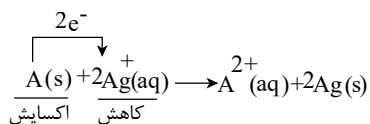
واکنش زیر با انتقال الکترون از  $Zn$  به  $A^{2+}$  انجام می پذیرد.

ولت  $-0,41 = E^\circ(A^{2+}/A) - (-0,76) \Rightarrow E^\circ(A^{2+}/A) = -0,76 + 0,35 = -0,41$   $E^\circ(\text{اکسایش}) - E^\circ(\text{کاهش}) = E^\circ(\text{واکنش})$





اکنون می توان  $E^\circ$  واکنش زیر را به دست آورد.



ولت  $E^\circ = E^\circ_{\text{کاهش}} - E^\circ_{\text{اکسایش}} = +0.8 - (-0.41) = +1.21$

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۲

$$\begin{cases} E^\circ_{\text{روی - جیوه}} = +0.85 - (-0.76) = 1.61 \\ E^\circ_{\text{روی - آهن}} = -0.44 - (-0.76) = 0.32 \end{cases} \Rightarrow 1.61 - 0.32 = 1.29V$$

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه (۲): روی همان آند باقی می ماند، زیرا آهن از روی در جدول پتانسیل کاهش استاندارد پایین تر است و خاصیت کاهندگی کم تری دارد.

گزینه (۳): غلظت  $Zn^{2+}$  در محلول تغییر نمی کند چون استوکیومتری واکنش تغییر نمی کند.

گزینه (۴): با توجه به این که روی همان آند باقی می ماند لذا جهت حرکت الکترون ها تغییری نمی کند.

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۳ در سلول گالوانی حاصل از دو الکترود روی و  $M$ ، که  $M$  به دلیل پایین تر بودن در جدول پتانسیل کاهش، آند و روی کاتد است.

$$E^\circ_{\text{سلول}} = -0.76 - (-1.18) = 0.42V$$

سایر گزینه ها:

گزینه (۱):  $M'$  در سری الکتروشیمیایی  $Zn$  بالاتر است پس کاتد می باشد و کاتیون از دیواره متخلخل به محلول الکترود  $M'$  وارد می شود.

گزینه (۲):  $M$  آند بوده و واکنش پیدا می کند و از جرم تیغه آن کاسته می شود.

گزینه (۳):  $E^\circ_{\text{سلول}} = 1.2 - (-0.76) = 1.96V$  برابر  $E^\circ$  است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۴ ما به سلولی نیاز داریم که حداقل ولتاژی برابر  $1.5V$  را ایجاد کند و به کمک دو الکترود  $A$  و  $D$  ولتاژی برابر با  $E^\circ = 0.8 - (-0.76) = 1.56V$  ایجاد می شود.

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۵

گزینه (۱)  $SO_3 \Rightarrow S - 6 = 0 \Rightarrow S = +6$  ،  $Na_2S_2O_4 \Rightarrow +2 + 2S - 14 = 0 \Rightarrow S = 6$

گزینه (۲)  $K_2Cr_2O_7 \Rightarrow +2 + 2Cr - 14 = 0 \Rightarrow Cr = +6$  ،  $CrO_3 \Rightarrow Cr = +6$

گزینه (۳)  $Cl_2O_7 \Rightarrow 2Cl - 14 = 0 \Rightarrow Cl = +7$  ،  $NaClO_4 \Rightarrow +1 + Cl - 8 = 0 \Rightarrow Cl = +7$

گزینه (۴)  $H_3PO_4 \Rightarrow +3 + P - 8 = 0 \Rightarrow P = +5$  ،  $P_2O_5 \Rightarrow 4P - 12 = 0 \Rightarrow P = +3$

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۶

$$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{\text{اکسنده}} - E^\circ_{\text{کاهنده}}$$

(الف)  $E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} - E^\circ_{Hg^{2+}/Hg} \Rightarrow 0.34 - 0.85 = -0.51V$

این واکنش غیر خودبه خودی است.

(ب)  $E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{Hg^{2+}/Hg} - E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} \Rightarrow 0.85 - (0.4) = +1.25V$

این واکنش خودبه خودی است.

(ج)  $E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{Hg^{2+}/Hg} - E^\circ_{Co^{2+}/Co} \Rightarrow 0.85 - (0.26) = +1.11V$

این واکنش خودبه خودی است.

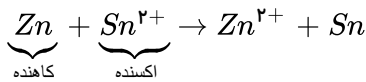
(د)  $E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} - E^\circ_{Co^{2+}/Co} \Rightarrow +0.34 - (-0.26) = +0.6V$

این واکنش خودبه خودی است.



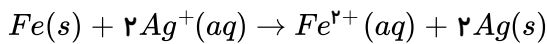


۷۷ واکنشی که  $E^\circ$  آن مثبت باشد انجام پذیر است و خود به خود پیشرفت می کند. ۱ ۲ ۳ ۴



$$E^\circ_{\text{واکنش}} = E^\circ_{\text{اکسنده}} - E^\circ_{\text{کاهنده}} \Rightarrow -0.14 - (-0.76) = 0.62V$$

۷۸ چون  $E^\circ$  برای آهن کوچکتر از نقره است یعنی آهن کاهنده تر از نقره می باشد اگر جریان برق در مدار بیرونی قطع شود آهن با محلول نقره نیترات به صورت خود به خودی واکنش می دهد. ۱ ۲ ۳ ۴



در این صورت به ازاء مصرف ۱ مول آهن (۵۶ گرم)، ۲ مول نقره ( $2 \times 108 = 216$  گرم) نقره در سطح تیغه آهن می نشیند و وزن تیغه آهنی زیاد می شود و وزن تیغه نقره ای تغییر نمی کند.  
- آهن پوشیده شده از نقره در صورت خراشیده شدن زنگ می شود چون آهن کاهنده تر از نقره است و آند واقع می شود.

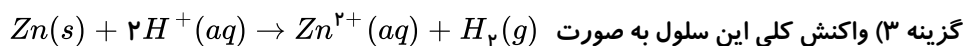
۷۹ در اکسایش هیدروژن عدد اکسایش هر اتم هیدروژن از صفر به ۱ می رسد. بنابراین دو اتم هیدروژن ۲ الکترون از دست می دهند. ۱ ۲ ۳ ۴

اما در اکسایش متان عدد اکسایش کربن ۸ درجه افزایش می یابد بنابراین برای تولید ۲ مول الکترون باید  $\frac{1}{4}$  مول متان اکسایش پیدا می کند که معادل ۴ گرم متان است.

۸۰ جهت حرکت کاتیون ها به سمت کاتد (مس) است. در سلول های الکتروشیمیایی همواره کاتیون ها به سمت کاتد و آنیون ها به آند حرکت می کنند. ۱ ۲ ۳ ۴

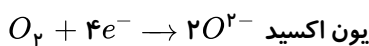
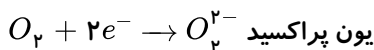
۸۱ تیغه ی کاتد از جنس پلاتین است و نقش جذب کننده ی گاز هیدروژن (جذب فیزیکی) روی سطح خود را دارد. به طور کلی نیم سلول SHE چه در جایگاه کاتد، چه در جایگاه آند باشد تغییر جرم تیغه ی فلز (یعنی پلاتین) ندارد. (بنابراین گزینه ی ۲ صحیح است)  
بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱) دیواره ی متخلخل همواره، آنیون ها را به سمت آند و کاتیون ها را به سمت کاتد هدایت می کند.



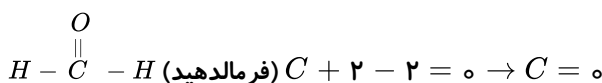
گزینه ۴) الکتروود روی در این سلول آند است و قطب منفی سلول را تشکیل داده است.

۸۲ هر مولکول اکسیژن ( $O_2$ ) می تواند با جذب دو الکترون به  $O_2^{2-}$  (یون پراکسید) و یا جذب چهار الکترون به  $O^{2-}$  (یون اکسید) کاهش یابد. ۱ ۲ ۳ ۴



بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ی ۲) عدد اکسایش کربن در فرمالدهید از همه ی آلدهیدها کمتر و برابر صفر است.



گزینه ی ۳) در SHE پلاتین نقش الکتروود را دارد ولی هیدروژن کاهش می یابد.

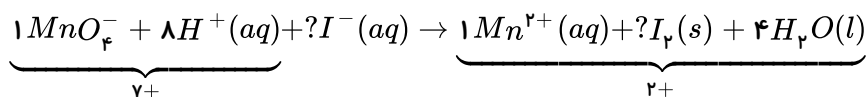
گزینه ی ۴) پتانسیل الکتروودی SHE در هر دما برابر صفر است.

۸۳ موازنه را با اتم های اکسیژن در  $MnO_4^-$  آغاز می کنیم، با دادن ضریب ۱ به  $MnO_4^-$  و ضریب ۴ به  $H_2O$  تعداد اکسیژن های دو طرف برابر می شود. در ادامه با دادن ضریب ۱ به  $Mn^{2+}$  و ضریب ۸ به  $H^+$  تعداد اتم های  $Mn$  و  $H$  را نیز ۱ ۲ ۳ ۴

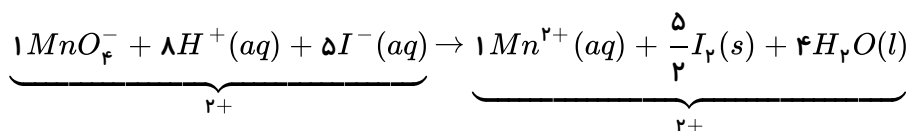




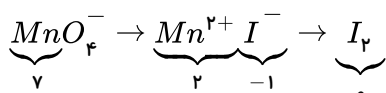
موازنه می کنیم.



به سراغ موازنه بار می رویم، با دادن ضریب ۵ به  $I^-$ ، بار الکتریکی دو طرف برابر می شود و با دادن ضریب  $\frac{۵}{۲}$  به  $I_2$ ، تعداد اتم های  $I$  نیز در دو طرف برابر می شود.



تغییر عدد اکسایش گونه ها در این معادله به صورت زیر است:



بررسی گزینه ۱) در این واکنش یون های یدید ( $I^-$ ) کاهنده بوده و اکسایش می یابند.

بررسی گزینه ۳) به ازای هر مول یون  $MnO_4^-$ ،  $۲٫۵$  مول  $I_2$  تولید می شود.

بررسی گزینه ۴) همواره کاتیون ها از دیواره متخلخل به سمت کاتد حرکت می کنند.

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۴ سه عنصر  $M$  و  $A$  و  $D$  را به ترتیب سری الکتروشیمیایی مرتب می کنیم.

(I)  $M^{2+}/M = -۰٫۸۶V$

(II)  $D^{2+}/D = -۰٫۲۵V$

(III)  $A^{2+}/A = +۰٫۳۴V$

$E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{اکسنده}) - E^\circ(\text{کاهنده}) < ۰$

بنابراین واکنش گزینه ی ۴ غیر خودبه خودی است زیرا:

$$E^\circ(\text{واکنش}) = (-۰٫۸۶) - (+۰٫۳۴) = -۱٫۲۰V$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۵ در ترکیب های داده شده، اتم کروم در  $KCrO_4$  بزرگ ترین عدد اکسایش و در  $Cr(OH)_3$  کمترین

عدد اکسایش را دارد.

$$K_2CrO_4 = 2 + Cr + 4(-2) = 0 \Rightarrow Cr = +6$$

$$Cr(OH)_3 = Cr + 3(-2 + 1) = 0 \Rightarrow Cr = +3$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۶ واکنش گزینه ۲ از نوع اکسایش- کاهش نیست (حذف گزینه ۲). از میان واکنش های دیگر گزینه ها که همگی از

نوع اکسایش- کاهش هستند و در زیر آمده اند. پس از موازنه، بزرگ ترین نسبت مولی در واکنش گزینه ۱ مشاهده می شود:

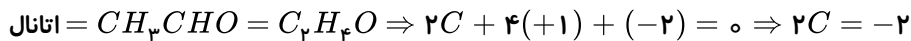
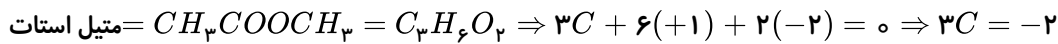


۱ ۲ ۳ ۴ ۸۷ زیرا، عدد اکسایش کروم در  $Cr_2O_3$  برابر ۳+، اما عدد اکسایش گوگرد در  $SO_2Cl_2$  برابر ۶+ است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۸ زیرا قطب منفی در سلول های گالوانی آند است و محل انجام نیم واکنش - اکسایش است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۹ مجموع عدد اکسایش کربن ها در متیل استات با اتانال یکسان و برابر ۲- است.





گزینه ۴: نیتروژن در  $NO_3^-$  دارای عدد اکسایش ۵+ است. بنابراین فقط می تواند اکسند باشد.

بررسی سایر گزینه ها: ۱ ۲ ۳ ۴ ۹۰

گزینه ۱: چون در این سلول الکترود هیدروژن آند و الکترود پلاتین کاتد است، پس الکترود هیدروژن قطب منفی و الکترود پلاتین قطب مثبت سلول است. پس اگر الکترود هیدروژن به پایانه ی مثبت متصل شود، ولت سنج عدد  $1,2V$  - را نمایش می دهد.

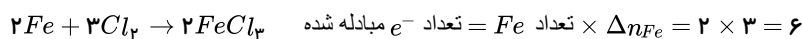
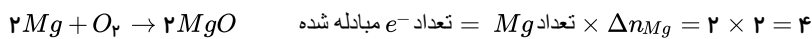
گزینه ۲: باتوجه به صفحه ۱۰۲ کتاب درسی،  $E^\circ$  برای SHE در هر دمایی برابر صفر در نظر گرفته می شود.

$$gPt = 6,72 LH_2 \times \frac{1 mol H_2}{22,4 LH_2} \times \frac{1 mol Pt}{1 mol H_2} \times \frac{195gPt}{1 mol Pt} = 58,5gPt$$

گزینه ۴:

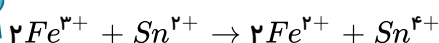
۱ ۲ ۳ ۴ ۹۱

بررسی موارد در سایر گزینه ها:



باتوجه به اینکه واکنش به سمت اکسند و کاهند ضعیف تر پیشرفت می کند  $\leftarrow$  کاهندگی  $Cl^- < I^-$  است.

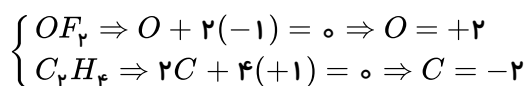
گزینه ۴: در واکنش داده شده مجموع ضرایب ۶ است و معادله ی موازنه شده به شرح زیر است:



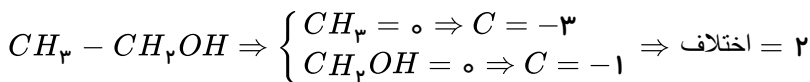
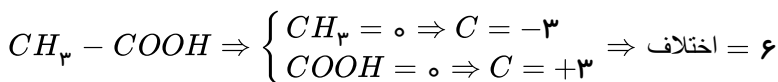
بررسی موارد در گزینه ها: ۱ ۲ ۳ ۴ ۹۲

گزینه ۱: مبادله کامل الکترون وجود ندارد، زیرا در تعداد الکترون های ظرفیتی اتم ها تغییری مشاهده نمی شود. در ضمن  $H_2$  الکترون می دهد و  $C$  الکترون می گیرد.

گزینه ۲:



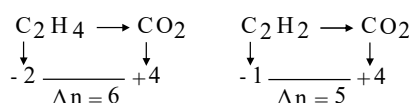
گزینه ۳:



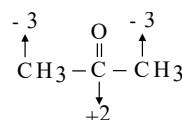
گزینه ۴: در یون کلرات ( $ClO_3^-$ ) عدد اکسایش کلر برابر ۵+ است و بدین ترتیب این یون هم در نقش اکسند و هم در نقش کاهند ظاهر می شود.

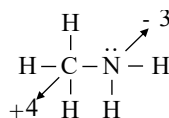
۱ ۲ ۳ ۴ ۹۳

گزینه ۱:



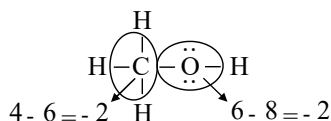
گزینه ۲:





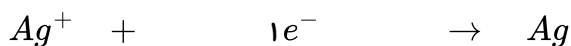
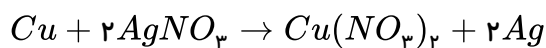
گزینه ی ۳:

گزینه ی ۴:

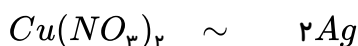


$$\text{مجموع} = (-2) + (-2) = -4$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۹۴



$$\frac{3,011 \times 10^{24}}{1 \times 6,022 \times 10^{23}} = \frac{x}{108} \Rightarrow x = 540 \text{ g}$$



$$\frac{M \times 2}{1} = \frac{540}{2 \times 108} \Rightarrow M = 1,25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

۹۵ ۱ ۲ ۳ ۴ حرکت الکترون فقط در رسانای الکترونی (مدار بیرونی سلول گالوانی) امکان پذیر است و در محلول ها حرکت

الکترون وجود ندارد (محلول ها رسانای یونی هستند و با حرکت در یون ها ایجاد رسانایی می کنند.)

۹۶ ۱ ۲ ۳ ۴ گزینه ی ۱:  $\text{Al}$  مذاب چگالی بیشتری نسبت به الکترولیت مورد آزمایش دارد و در ته ظرف جمع آوری می شود.

گزینه ی ۲: در فرایند هال گرافیت به کار رفته در تیغه ی آندی به مرور لاغر می شود و با  $\text{O}_2$  تولید  $\text{CO}_2$  می کند.

گزینه ی ۳: در آبکاری هر وسیله ی فلزی، روکش در آند و وسیله ی فلزی به کاتد متصل می شود.

۹۷ ۱ ۲ ۳ ۴ \* وقتی اتم با کم ترین عدد اکسایش خود باشد، فقط در نقش کاهنده ظاهر می شود که در بین یون های بخش اول

فقط  $\text{O}^{2-}$  اینگونه می باشد.

\* وقتی اتم با عدد اکسایش میانی خود شرکت کند (نه کم ترین و نه بیش ترین) در هر دو نقش ظاهر می شود که در بخش دوم  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{O}_2^{2-}$

این ویژگی را دارند.

۹۸ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی عبارت اول: نادرست است.

چون  $E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} > E^\circ_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}$  است. بنابراین  $\text{Cu}$  کاتد (قطب مثبت) بوده و کاهش می یابد و  $\text{Ni}$  آند (قطب منفی) بوده و کاهش جرم

خواهد داشت.

بررسی عبارت دوم: درست است.

نکته: جهت حرکت یون از دیواره ی متخلخل: ۱- آنیون از کاتد به سمت آند است. ۲- کاتیون از آند به سمت کاتد است.

و جهت حرکت الکترون از مدار بیرونی (سیم) از آند به سمت کاتد است.

بررسی عبارت سوم: درست است.

نکته: قطب (+) سلول باید به قطب (+) ولت سنج و قطب (-) سلول به قطب (-) ولت سنج وصل شود.

باتوجه به شکل قطب های + و - سلول جابه جا به ولت سنج متصل شده اند و قطعاً عددی که ولت سنج به عنوان اختلاف پتانسیل دو تیغه نمایش

خواهد داد منفی است.

ولی واکنش  $\text{Ni} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{Cu}$  خودبه خودی است زیرا  $E^\circ_{\text{سلول}}$  در آن عددی مثبت است.





$$E_{\text{سلول}}^{\circ} = E_{\text{کاتد}}^{\circ} - E_{\text{آند}}^{\circ} = E_{\text{Cu}}^{\circ} - E_{\text{Ni}}^{\circ} = 0,34 - (-0,25) = +0,59V$$

بررسی عبارت چهارم: نادرست است.

با گذشت زمان، غلظت الکترولیت آندی، افزایش و غلظت الکترولیت کاتدی، کاهش می‌یابد.

۹۹ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی موارد در سایر گزینه‌ها:

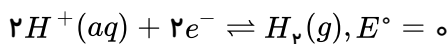
گزینه ی «۲»: فقط اجسام رسانا را می‌توان آبکاری کرد.

گزینه ی «۳»: آهن گالوانیزه، آهنی است که با فلز روی پوشیده شده باشد.

گزینه ی «۴»: جنس الکترولیت باید از محلول نمک فلزی باشد که به‌عنوان پوشش به‌کار می‌رود.

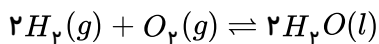
۱۰۰ ۱ ۲ ۳ ۴ در آند مولکول هیدروژن اکسایش می‌یابد که طبق سری الکتروشیمیایی  $E^{\circ}$  اکسایش و کاهش هیدروژن صفر

است، پس  $E^{\circ}$  سلول، همان  $E^{\circ}$  کاتد است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) واکنش کلی رخ داده در سلول سوختی عکس واکنش کلی برقکافت آب و به صورت زیر است:



۲) هیدروژن به عنوان سوخت سلول وارد الکتروکد گرایی آند می‌شود و به آرامی اکسید می‌شود.

۴) پروتون ها ( $H^{+}$ ) در عرض غشا به سمت کاتد (قطب مثبت) در حرکتند.

۱۰۱ ۱ ۲ ۳ ۴ در سلول گالوانی ( $SHE - Al$ )، نیم سلول  $Al$  آند و  $SHE$  کاتد است. الکتروکد مورد استفاده در کاتد تیغه

پلاتین است که در واکنش شرکت نمی‌کند و تغییر وزن ندارد.

واکنش  $Co^{3+} + Fe^{2+} \rightarrow Co^{2+} + Fe^{3+}$  (خود به خودی است).

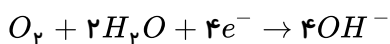
هر چه  $E^{\circ}$  کوچک‌تر باشد، جزء سمت راست نیم واکنش کاهنده‌تر است. پس  $Fe^{3+}$  نسبت به  $Co^{2+}$  کاهنده‌تر است.

در واکنش  $4Fe^{2+}(aq) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4Fe^{3+}(aq) + 4OH^{-}(aq)$ ، اکسیژن اکسند و  $Fe^{2+}$  کاهنده است.

$$E_{\text{واکنش}}^{\circ} = E_{\text{اکسند}}^{\circ} - E_{\text{کاهنده}}^{\circ} = 0,4 - 0,77 < 0 \text{ غیر خودبه‌خودی}$$

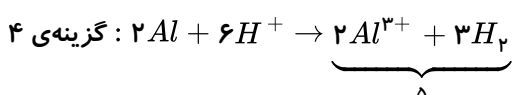
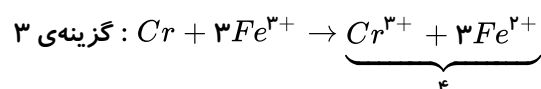
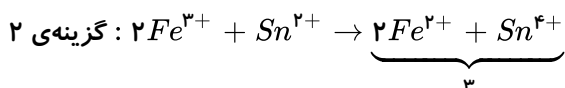
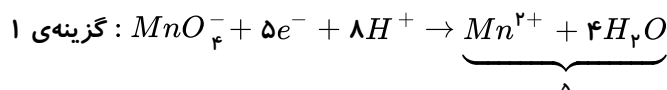
۱۰۲ ۱ ۲ ۳ ۴ در سلول گالوانی تشکیل شده: آهن اکسایش یافته است پس  $E^{\circ}$  آهن کوچک‌تر از  $X$  بوده و اتم‌های کربن آهن

کاهنده‌تر هستند. نیم‌واکنش کاهش به صورت زیر است.



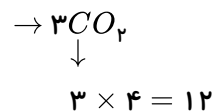
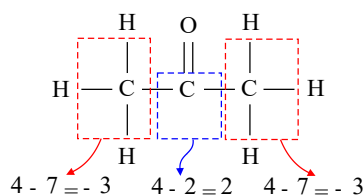
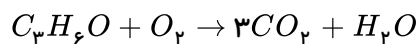
$$?LO_2 = 1mole^{-} \times \frac{1molO_2}{4mole^{-}} \times \frac{22,4LO_2}{1molO_2} = 5,6LO_2$$

۱۰۳ ۱ ۲ ۳ ۴ واکنش‌های موازنه شده به شرح زیر است:





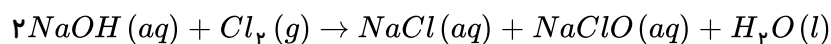
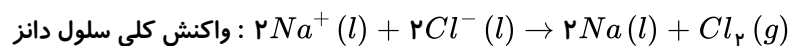
۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۴



$$\Rightarrow -3 + 2 + (-3) = -4$$

تغییر عدد اکسایش تمام کربن‌ها، ۱۶ واحد است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۵



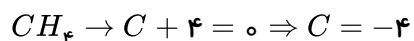
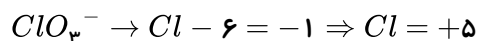
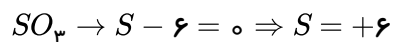
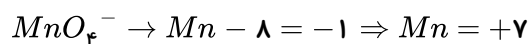
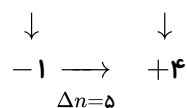
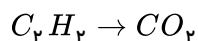
$$1150g \quad xg$$

$$2Na \sim NaClO \Rightarrow \frac{1150}{2 \times 23} = \frac{x}{74.5} \Rightarrow x = 1862.5g$$

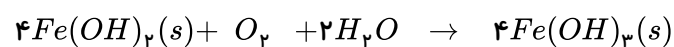
$$2 \times 23 \quad 74.5$$

$$\frac{100ml}{xml} = \frac{5g}{1862.5g} \rightarrow x = 37.25 lit$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۶



اختلاف جرم مواد جامد در ۲ طرف معادله مربوط به اختلاف ۴ تا OH است. ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۷

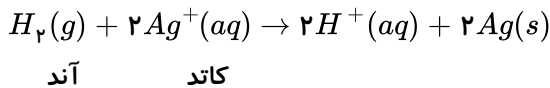


$$\frac{0.1mol}{1mol} = \frac{xg}{4(17)}$$

$$x = 6.8g$$

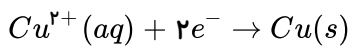


۱۰۸) ۱ ۲ ۳ ۴ در سلول‌های گالوانی،  $SHE$  چه آند باشد و چه کاتد، پلاتین (الکتروود) در واکنش شرکت نمی‌کند، پس تغییر جرم ندارد. در سلول  $(SHE - Ag)$  واکنش به صورت زیر است:

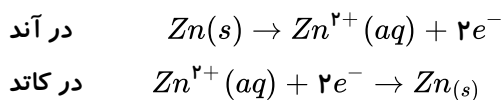


در گزینه ۱،  $Zn$  آند است و اکسید می‌شود و یون‌های  $Zn^{2+}$  وارد محلول می‌شود پس جرم محلول آندی زیاد می‌شود.

در گزینه ۴،  $Cu$  کاتد است جرم تیغه کاتدی به مرور زیاد می‌شود.



۱۰۹) ۱ ۲ ۳ ۴ این شکل مربوط به یک سلول الکترولیتی است که آبکاری فلز مس، توسط فلز روی را نشان می‌دهد. نیم‌واکنش‌های انجام یافته به صورت زیر است:



$Zn$  به آند و  $Cu$  به کاتد متصل است و الکترون‌ها در مدار بیرونی از فلز روی به فلز مس می‌روند.

۱۱۰) ۱ ۲ ۳ ۴ در این سلول روی نقش تیغه آند را دارد و تیغه آهن نقش کاتد.

با گذشت زمان در نیم‌سلول آند یون‌های  $Zn^{2+}$  تولید می‌شوند که بی‌رنگ‌اند بنابراین، بر شدت رنگ محلول الکترولیت نیم‌سلول آند افزوده نمی‌شود. با گذشت زمان از جرم تیغه روی کاسته می‌شود و بر جرم تیغه آهن افزوده می‌شود. در این سلول جهت حرکت یون‌ها درست نشان داده نشده است. چون یون‌های منفی باید به سمت آند بروند نه کاتیون  $Fe^{2+}$ .

$$E_{\text{سلول}}^{\circ} = E_{\text{کاتد}}^{\circ} - E_{\text{آند}}^{\circ} = -0.44 - (-0.76) = +0.32V$$

درست است که  $E^{\circ}$  سلول برابر  $0.32V$  است اما از آن‌جا که قطب‌های ناهمنام سلول و ولت‌سنج به هم وصل شده‌اند، ولت‌سنج باید عدد  $-0.32V$  را نشان دهد.

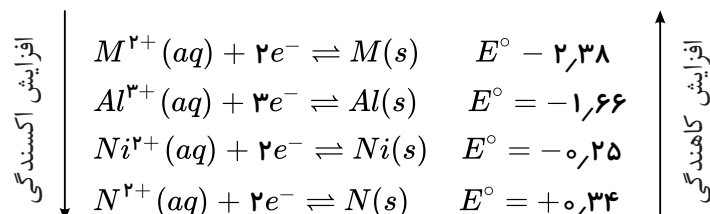
۱۱۱) ۱ ۲ ۳ ۴ در سلول‌های (I) و (II) به ترتیب  $Al^{3+}$  و  $Ni^{2+}$  نقش اکسند (کاتد) را دارند و در سلول III گونه  $Ni^{2+}$  اکسند (کاتد) است.

$$I \text{ در سلول } E^{\circ} M \text{ در سلول III} : E^{\circ} = E_c^{\circ} - E_a^{\circ} \Rightarrow 0.72 = -1.66 - x \Rightarrow x = -2.38V$$

$$II \text{ در سلول } E^{\circ} N \text{ در سلول III} : E^{\circ} = E_c^{\circ} - E_a^{\circ} \Rightarrow 0.59 = y - (-0.25) \Rightarrow y = 0.34V$$

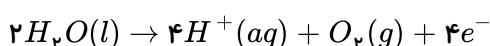
$$III \text{ در سلول } E^{\circ} = E_c^{\circ} - E_a^{\circ} \Rightarrow E^{\circ} = 0.34 - (-2.38) = 2.72V$$

اگر پتانسیل کاهش استاندارد برای عناصر  $Al$ ،  $Ni$ ،  $M$  و  $N$  را مرتب کنیم:



باتوجه به این که  $N^{2+}$  در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از  $M^{2+}$  است، بنابراین  $N^{2+}$  از  $M^{2+}$  اکسندتر است.

۱۱۲) ۱ ۲ ۳ ۴ باتوجه به  $E^{\circ}$ ‌های داده شده، آب برای اکسایش در آند نسبت به فلز طلا برنده است و در آند آب اکسید می‌شود

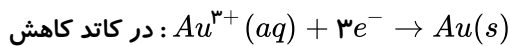


در این صورت در آند گاز اکسیژن آزاد شده و با تولید یون  $H^+$  محیط اسیدی می‌شود و  $pH$  کاهش می‌یابد. (پس)



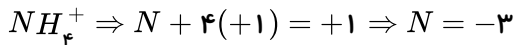
گزینه‌های «۲» و «۴» درست است.

در کاتد بین یون‌های  $Au^{3+}$  و  $H^+$  برای کاهش رقابتی پیش می‌آید که  $Au^{3+}$  به علت داشتن پتانسیل کاهش بالاتر برنده است و غلظت آن به تدریج کم می‌شود. پس گزینه «۳» درست است.

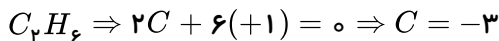


ولی تیغه طلا در آند عملاً وارد واکنش نمی‌شود و تغییر جرم ندارد و تنها نقش انتقال الکترون را بر عهده دارد.

۱۱۳) ۱ ۲ ۳ ۴ در آمونیوم سولفات، ترکیب نیتروژن دار  $NH_4^+$  است. در این یون عدد اکسایش نیتروژن (۳-) است.



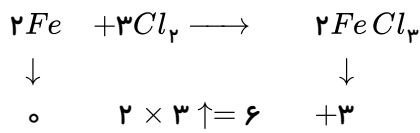
عدد اکسایش کربن در اتان  $C_2H_6$  نیز (۳-) است.



۱۱۴) ۱ ۲ ۳ ۴ برای پیدا کردن تعداد الکترون مبادله شده در یک واکنش، از الگوی زیر استفاده کنید.

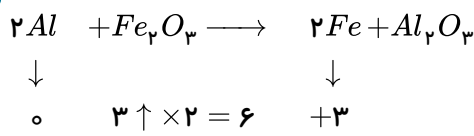
(تغییر عدد اکسایش عنصر اکسند یا کاهنده  $\times$  تعداد در فرمول  $\times$  ضریب استوکیومتری)

توجه: آهن در واکنش با کلر به آهن (III) کلرید تبدیل می‌شود.

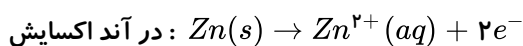
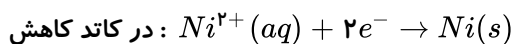


هر اتم آهن ۳ الکترون از دست داده است و با توجه به ضریب آن در مجموع ۶ الکترون مبادله شده است.

در واکنش  $Al$  با  $Fe_2O_3$  نیز ۶ الکترون مبادله می‌شود.



۱۱۵) ۱ ۲ ۳ ۴ در سلول گالوانی (نیکل - روی)، روی آند و نیکل کاتد است (در سری الکتروشیمیایی روی بالاتر از نیکل است)



به مرور غلظت یون  $Ni^{2+}$  در کاتد کم می‌شود.

در گزینه ۱: به مرور غلظت کاتیون در ظرف آندی زیاد و در ظرف کاتدی کم می‌شود.

در گزینه ۲: به مرور جرم تیغه کاتدی یعنی فلز مس زیاد می‌شود.

در گزینه ۴: به مرور جرم تیغه کاتدی زیاد می‌شود ولی  $SHE$  آند است و پلاتین در آن تغییر جرم ندارد.

۱۱۶) ۱ ۲ ۳ ۴ شکل (I) مربوط به یک سلول الکترولیتی و شکل (II) مربوط به یک سلول گالوانی است.

در سلول گالوانی قطب مثبت (کاتد) الکترودی است که در آن رسانای الکترونی (تیغه فلزی) به رسانای یونی (محلول الکترولیت) طی یک واکنش خودبه خودی الکترون می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

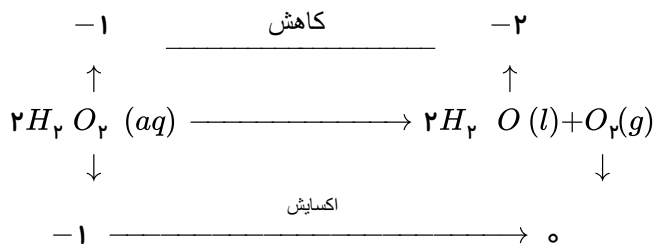
گزینه «۲»: در سلول گالوانی (شکل II) واکنش اکسایش - کاهش انجام شده با کاهش سطح انرژی همراه است و خودبه خودی است ( $\Delta G < 0$ ) اما در سلول الکترولیتی (شکل I) واکنش اکسایش - کاهش انجام شده با افزایش سطح انرژی همراه است و غیرخودبه خودی است ( $\Delta G > 0$ ).

گزینه «۳»: در سلول الکترولیتی (شکل I) در واقع به کمک یک ولتاژ بیرونی که توسط یک منبع جریان الکتریسته تأمین می‌شود یک واکنش غیر خودبه خودی انجام می‌شود.



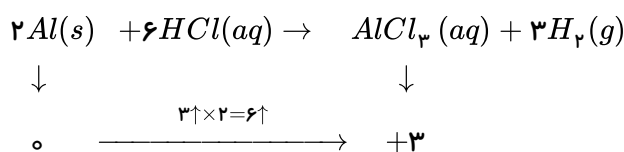
گزینه «۴»: در سلول‌های الکتروشیمیایی (گالوانی و الکترولیتی) جهت حرکت الکترون همواره از الکترودی با پتانسیل منفی‌تر (آند) به سمت الکترودی با پتانسیل مثبت‌تر (کاتد) می‌باشد.

در واکنش (II) بر خلاف دو واکنش دیگر، اکسیژن هم کاهش و هم اکسایش یافته است. (۱۱۷) ۱ ۲ ۳ ۴

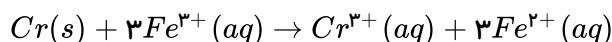


چون  $E_{Zn}^\circ$  کوچک‌تر از  $E_{Fe}^\circ$  است پس  $Zn$  نقش آند دارد اکسایش یافته و خورده می‌شود. (۱۱۸) ۱ ۲ ۳ ۴

در گزینه (۱)، پس از موازنه ۶ مول الکترون مبادله می‌شود. (۱۱۹) ۱ ۲ ۳ ۴

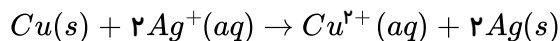


در گزینه (۲)



مجموع ضریب واکنش دهنده‌ها (۴) است.

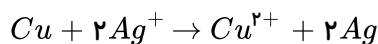
در گزینه (۳)



به ازاء مصرف ۲ مول  $Ag^+$ ، یک مول  $Cu^{2+}$  تولید می‌شود، پس تغییر غلظت  $Cu^{2+}$  نصف  $Ag^+$  است.

در گزینه (۴)، همه اتم‌ها در دو طرف معادله آرایش گاز نجیب بعد از خود را دارند و تغییری در الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها نیست.

باتوجه به اینکه  $Cu$  در سری الکتروشیمیایی بالاتر از  $Ag$  است و  $E^\circ$  کم‌تری دارد پس در سلول گالوانی  $(Cu - Ag)$ ، فلز مس آند و نقره کاتد می‌شود. واکنش کلی سلول به صورت زیر است:

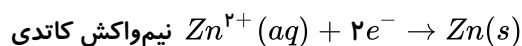
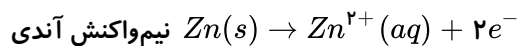


پس غلظت  $Cu^{2+}$  در نیم‌سلول مربوط زیاد می‌شود البته از دیواره متخلخل به سمت کاتد می‌رود و با مصرف  $Ag^+$ ، غلظت  $Ag^+$  در کاتد کم می‌شود.

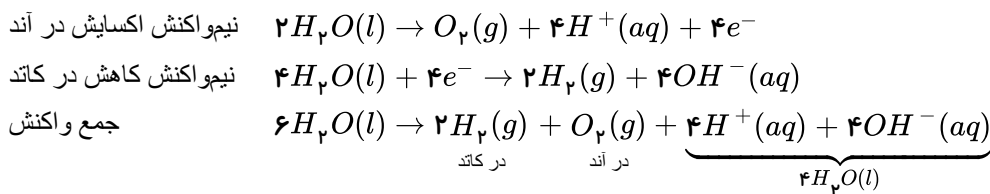
با انجام واکنش وزن تیغه آندی (مس) کم و کاتدی ( $Ag$ ) زیاد می‌شود.

$$\frac{\text{تغییر جرم مس}}{\text{تغییر جرم نقره}} = \frac{1 \times 64g}{2 \times 108g}$$

باتوجه به اینکه مدار بیرونی مولد دارد شکل مربوط به سلول الکترولیتی است که طی انجام واکنش لایه‌ای از فلز روی در سطح تیغه مس می‌نشیند (آبکاری تیغه مس بوسیله روی) پس روی در آند (قطب مثبت) و مس در کاتد (قطب منفی) بسته شده است. الکترون از آند (یعنی روی) به سمت کاتد (مس) می‌رود. (۱۲۱) ۱ ۲ ۳ ۴



در برقکافت آب: (۱۲۲) ۱ ۲ ۳ ۴



با حذف  $4H_2O$  از طرفین معادله داریم:



پس حجم گاز  $H_2$  در کاتد دو برابر حجم گاز  $O_2$  در آند است و طبق شکل کتاب ارتفاع آب در کاتد پایین تر از آند است. توجه: با قطع منبع نیرو (مولد) به نظر می آید که  $H^+$  و  $OH^-$  تولید شده با هم برابر است و محیط همچنان خنثی می ماند اما واقعیت این است که آب خالص رسانای برق نیست و در برقکافت آن باید از یک نمک یا اسید یا باز به عنوان الکترولیت استفاده کنیم که یونهای آن ها در مقابل آب بازنده باشند مثل:  $KOH$ ،  $H_2SO_4$ ،  $NaF$ ،  $KNO_3$ ... حال اگر نمک مورد نظر  $NaF$  باشد که یک نوع نمک بازی است به مرور و با مصرف آب غلظت این نمک بازی بیش تر شده و  $pH$  افزایش می یابد پس این گزینه نیز خالی از اشکال نیست.

۱۲۳ در سلول گالوانی قطب مثبت ولت سنج باید به کاتد و قطب منفی ولت سنج به آند متصل باشد. اگر علامت اختلاف پتانسیل منفی باشد، جای آند و کاتد عوض می شود.

$$\left\{ \begin{array}{l} SHE \\ Ni \end{array} \right. \Rightarrow E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 0.25 \Rightarrow 0 - E^\circ_{\text{آند}} = 0.25 \Rightarrow E^\circ_{\text{آند}} = -0.25$$

در واکنش مشاهده می شود که منیزیم، اکسایش (آند) و نیکل، کاهش (کاتد) می یابد. بنابراین:

$$E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = 2.13 \Rightarrow -0.25 - E^\circ_{\text{آند}} = 2.13$$

$$E^\circ_{\text{آند}} = -2.38V$$

۱۲۴ ۱ ۲ ۳ ۴

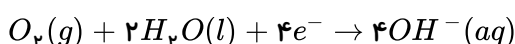


$$\frac{xg}{2 \times 27} = \frac{336mL}{3 \times 22400}$$

$$\Rightarrow x = 0.27g \text{ Al}$$

۱۲۵ ۱ ۲ ۳ ۴ با ایجاد یک خراش در سطح آهن گالوانیزه یک سلول گالوانی تشکیل می شود که آهن در آن نقش کاتد را دارد.  $(E^\circ_{Fe} > E^\circ_{Zn})$  اما آهن در واکنش کاتدی شرکت نمی کند.

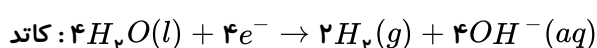
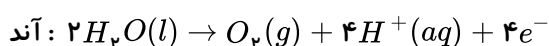
توجه: در فرایند زنگ زدن فلزات نیمواکنش کاهش همیشه به صورت زیر است و به جنس کاتد بستگی ندارد.



۱۲۶ ۱ ۲ ۳ ۴ فقط مورد ب صحیح است. بررسی سایر موارد:

آ - در نیمواکنش اکسایش آب به حالت فیزیکی مایع اکسید می شود.

ب - طبق دو واکنش زیر حجم گاز تولید شده در کاتد دو برابر آند می باشد.

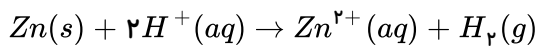


ت - براساس فرایند برقکافت آب، آب به عنصرهای سازنده اش تجزیه می شود.





۱۲۷) عدد منفی روی ولت سنج نشان می دهد که قطب های ناهمنام سلول و ولت سنج به هم متصل است یعنی روی قطب منفی (آند) و  $SHE$  قطب مثبت (کاتد) است. واکنش کلی سلول به صورت زیر است:



پس به مرور غلظت  $Zn^{2+}$  زیاد و  $H^+$  کم می شود و جهت حرکت الکترون ها در مدار بیرونی از آند ( $Zn$ ) به سمت کاتد ( $SHE$ ) است.

۱۲۸) وظیفه دیواره متخلخل حفظ خنثی بودن بار الکتریکی دو نیم سلول است نه خنثی شدن بار الکتریکی هر یون.

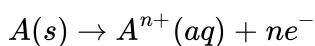
بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱) الکترو د آند، سطحی جهت انجام نیم واکنش اکسایش توسط کاهنده را فراهم می کند.

گزینه ۳) الکترو د کاتد، سطحی جهت انجام نیم واکنش کاهش توسط اکسنده را فراهم می کند.

گزینه ۴) دیواره متخلخل از مخلوط شدن مستقیم و سریع دو الکترو لیت جلوگیری می کند.

۱۲۹) در سلول گالوانی با انجام عمل اکسایش در قطب منفی الکترو د آند خورده می شود و کاتیون از تیغه وارد محلول می شود که در این صورت غلظت الکترو لیت آندی افزایش می یابد.



۱۳۰) منگنز در واکنش گزینه ۳، در  $MnO_2$  دارای عدد اکسایش +۴ است و در  $MnCl_2$  عدد اکسایش +۲ دارد، بنابراین کاهش پیدا کرده است و گونه اکسنده می باشد.

علت نادرستی سایر گزینه ها:

گزینه ۱: نقره در طرف چپ دارای عدد اکسایش مثبت است و در سمت راست، عدد اکسایش صفر دارد، بنابراین اکسنده است.

گزینه ۲: آلومینیم در این واکنش دارای بار مثبت شده، پس اکسید شده است.

گزینه ۴: نقره که بار مثبت داشته، به حالت خنثی رسیده، پس کاهش پیدا کرده است.

۱۳۱) گزینه ۱: قاشق پلاستیکی رسانای جریان برق نیست. بنابراین نمی توان آن را آّبکاری کرد.

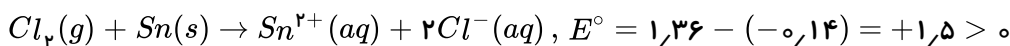
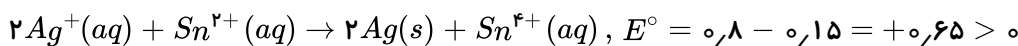
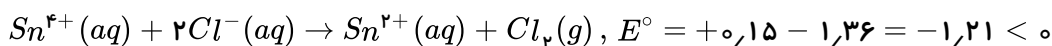
گزینه ۲: به مرور در فرایند آّبکاری لایه ای از فلز آند بر روی سطح الکترون منفی (کاتد) قرار می گیرد.

گزینه ۳: با پیشرفت واکنش به جرم الکترو د منفی (کاتد) افزوده می شود.

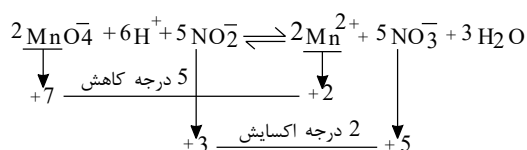
گزینه ۴: هر دو نیم واکنش انجام شده در فرایند آّبکاری مربوط به فلزی است که روکش واقع می شود، لذا اغلب گازی تولید نمی شود.

۱۳۲) واکنش موجود در گزینه ۱ «انجام نمی شود زیرا هر دو واکنش دهنده، نقش کاتد را ایفا می کنند و تمایل به گرفتن الکترون دارند.

بررسی سایر گزینه ها:



۱۳۳) ابتدا با محاسبه تغییر عدد اکسایش گونه ها، واکنش داده شده را موازنه می کنیم:



بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱: درست.



تغییر عدد اکسایش  $\times$  ضریب  $\times$  زیروند = تعداد الکترون‌های مبادله شده.

بنابراین تعداد  $e^-$  های مبادله شده برابر است با:

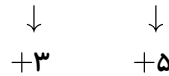
$$5 \times 2 = 10$$

گزینه «۲»: درست. در این واکنش، عدد اکسایش منگنز در یون پرمنگنات ۵ واحد کاهش یافته و در نتیجه نقش اکسندار دارد. همچنین عدد اکسایش نیتروژن در یون نیتريت ۲ واحد افزایش یافته و در نتیجه نقش کاهنده دارد.

گزینه «۳»: درست. مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها برابر ۱۳ و مجموع ضرایب فرآورده‌ها برابر ۱۰ می‌باشد.

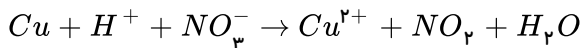
$$13 - 10 = 3$$

گزینه «۴»: نادرست. گونه کاهنده یون نیتريت ( $NO_2^- \rightleftharpoons NO_3^-$ ) که تغییر عدد اکسایش آن برابر ۲+ است.



اما به جز متانویتیک اسید در تمام کربوکسیلیک اسیدها، عدد اکسایش کربن گروه عاملی کربوکسیل برابر ۳+ است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۴



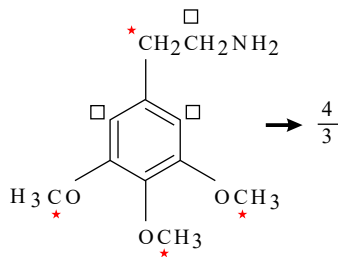
$Cu$  اکسیدشونده یا کاهنده بوده و عدد اکسایش آن افزایش یافته است. اما  $NO_3^-$  نقش اکسندار دارد چون عدد اکسایش نیتروژن آن کاهش یافته است.

نیم‌واکنش کاهش عبارت است از:  $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$  ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۵

$$48 \text{ mol}(e) \times \frac{1 \text{ mol } Cu}{2 \text{ mol}(e)} \times \frac{64 \text{ g } Cu}{1 \text{ mol } Cu} = 1536 \text{ g } Cu$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۶

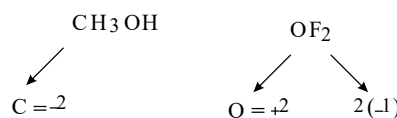
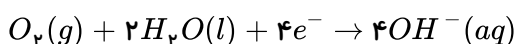
کربن‌هایی که با ستاره مشخص شده‌اند، عدد اکسایش (۲-) و کربن‌هایی که با مربع مشخص شده‌اند، عدد اکسایش (۱-) دارند.



هر نیم‌واکنش باید هم از نظر تعداد اتم (موازنه جرم) و هم از نظر بار الکتریکی موازنه باشد. یون اکسید در شبکه ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۷

بلوری منیزیم اکسید به صورت  $O^{2-}(s)$  است.

نیم‌واکنش کاهش در فرایند خوردگی آهن: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۳۸

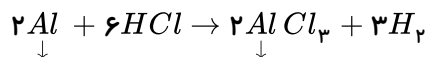


در گزینه (۱)،

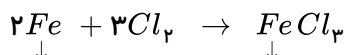
در گزینه (۲)،



عدد اکسایش منگنز در  $K_2MnO_4$  برابر ۶+ است که هم می‌تواند به ۷+ اکسایش یافته و کاهنده باشد و هم می‌تواند به ۴+، ۲+ یا صفر برسد و کاهش یافته و اکسند باشد.  
در گزینه (۳)،



$$\circ \quad 3\uparrow \times 2 = 6\uparrow + 3$$



$$\circ \quad 3\uparrow \times 2 = 6\uparrow + 3$$

در هر دو واکنش ۶ الکترون مبادله می‌شود

هر کدام از جملات داده شده بیان درستی از تبادل الکترون است که از زاویه‌های مختلف بیان شده، آن‌ها را تحلیل کرده و به خاطر بسپارید. (۱۳۹) ۱ ۲ ۳ ۴

واکنش‌های یک اسید در محیط آبی با یک باز یا اکسید فلز محلول در آب مثل سدیم یا پتاسیم که نوعی خنثی شدن اسید و باز است و فرآورده نمک و آب می‌دهد از نوع اکسایش و کاهش نمی‌باشد. (۱۴۰) ۱ ۲ ۳ ۴

$$O = -2, Na = +1$$

$$S = +6, H = +1$$

در واکنش فوق عدد اکسایش هیچ کدام از گونه‌های موجود در واکنش تغییر نکرده و در دو طرف واکنش یکسان است.

واکنش‌هایی که در یک سمت مولکول یا اتم آزاد با عدد اکسایش صفر داریم مثل  $Br_2$  در گزینه ۱ یا  $K$  در گزینه ۲ یا  $S$  در گزینه ۴ و در سمت دیگر ترکیبی از این گونه‌ها دیده می‌شود را می‌توان به سرعت تشخیص داد عدد اکسایش آن‌ها تغییر کرده است و واکنش از نوع اکسایش و کاهش است.

بررسی موارد: (۱۴۱) ۱ ۲ ۳ ۴

الف) درست است، اکسیژن از عدد اکسایش صفر به ۲- کاهش یافته است.

ب) درست است، گونه اکسند یا اکسیژن خود دچار کاهش می‌شود.

پ) درست است، گونه‌ای که دچار اکسایش می‌شود ( $Mg$ ) خود کاهنده است.

ت) درست است،  $Mg$  نقش کاهندگی اکسیژن را دارد.

هر اتم اکسیژن با گرفتن  $2e^-$  به  $O^{2-}$  تبدیل می‌شود؛ پس یک مولکول  $O_2$  با گرفتن ۴ الکترون کاهش می‌یابد و یک مول اکسیژن با گرفتن ۴ مول الکترون کاهش می‌یابد: (۱۴۲) ۱ ۲ ۳ ۴

$$4 \times 6.02 \times 10^{23} = 2.408 \times 10^{24} \text{ الکترون}$$

اگر هیدروژن نقش اکسندگی داشته باشد پس خود دچار کاهش می‌شود و به عدد اکسایش ۱- خواهد رسید. (۱۴۳) ۱ ۲ ۳ ۴

$H$  در ترکیب‌هایش با فلزهای گروه ۱ و ۲ عدد اکسایش ۱- و با تمامی نافلزهای قوی‌تر از خودش عدد اکسایش ۱+ دارد. در گزینه‌های ۱ و ۲ و ۳ هیدروژن در  $H_2$  از صفر به چنین حالتی رسیده و عدد اکسایش ۱+ پیدا کرده در حالیکه در واکنش گزینه ۴ با  $K$  از گروه ۱ عدد اکسایش ۱- دارد و دچار کاهش شده است.

هیدروژن و اکسیژن هر کدام از عدد اکسایش صفر به ترتیب به ۱+ و ۲- رسیده‌اند؛ پس هیدروژن گونه اکسایش یافته و اکسیژن گونه کاهش یافته می‌باشد و واکنش از نوع اکسایش و کاهش است. (۱۴۴) ۱ ۲ ۳ ۴

برای تعیین عدد اکسایش کربن در ترکیبات آلی اگر کربن‌ها دارای اتم‌های متصل متفاوت هستند مثل گزینه (۱۴۵) ۱ ۲ ۳ ۴

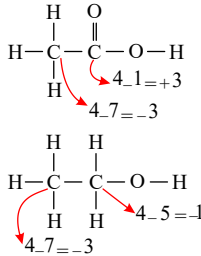


۲ و ۴ از ساختار لوویس و فرمول زیر استفاده کنید:

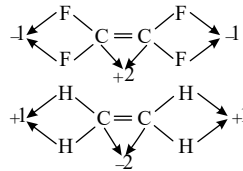
تعداد الکترون های کسب شده توسط اتم - تعداد الکترون های لایه آخر = عدد اکسایش هر اتم

تعداد الکترون های کسب شده توسط اتم الکترون های لایه آخر اتم به علاوه الکترون هایی است که به دلیل الکترون گاتیوی بیشتر اتم می گیرد:

گزینه ۲ و ۴ به کمک فرمول فوق:



گزینه ۱ و ۳ با روش سرعتی توسط اتم دیگر با عدد اکسایش معلوم:



۱۴۶ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به اینکه قدرت کاهندگی Zn از Cu بیشتر است؛ پس فلز مس نمی تواند به یون های  $\text{Zn}^{2+}$  الکترون

بدهد:

انجام نمی شود  $\text{Cu}(s) + \text{ZnSO}_4(aq) \rightarrow$

به این ترتیب می توان گفت تمام واکنش های جانشین یگانه میان یک فلز کاهنده تر و یون های محلول فلز دیگر که قدرت کاهندگی کمتری دارد، یک طرفه است و در حالت برگشت انجام نمی شود.

۱۴۷ ۱ ۲ ۳ ۴ زنگ آهن یا  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  در پایگاه کاتدی حاصل می گردد.

۱۴۸ ۱ ۲ ۳ ۴ در این سلول،  $E^\circ$  نیم واکنش آندی  $(\text{H}_2(g) \rightarrow 2\text{H}^+(aq) + 2e^-)$  برابر صفر است. با توجه به این که

$emf$  سلول برابر  $E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$  است بنابراین  $emf = E^\circ_{\text{کاتد}}$  است و نیم واکنش کاهش به صورت  $2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 4\text{H}^+(aq) + 4e^- + \text{O}_2(g)$  است

رد سایر گزینه ها:

گزینه «۱»: C و B در شکل به ترتیب نشان دهنده نفوذ گاز در آند و جریان آب یا هوای سرد است.

توجه: در این سلول سوخت ( $\text{H}_2$ ) مصرف نشده از خروجی کنار آند خارج شده و بازگردانی می شود. بنابراین سمت چپ این سلول مربوط به آند است.

گزینه «۲»: سلول های سوختی برخلاف باتری ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی کنند.

گزینه «۴»: ورودی C در این شکل مربوط به گاز  $\text{H}_2$  و ورودی D مربوط به گاز  $\text{O}_2$  است.

۱۴۹ ۱ ۲ ۳ ۴ فقط عبارت (ت) درست است.

عبارت (آ): در سلول های الکترولیتی با انجام یک واکنش غیر خود به خودی سطح انرژی افزایش و پایداری کاهش می یابد و انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.

عبارت (ب): در هر دو سلول الکترولیتی و گالوانی، جهت حرکت کاتیون ها به سمت کاتد و جهت حرکت آنیون ها به سمت آند است.

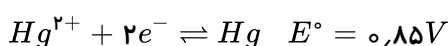
عبارت (پ): در سلول های الکترولیتی، الکترود متصل به قطب مثبت منبع جریان مستقیم، نقش آند را دارد.

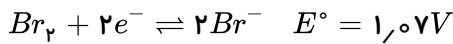
توجه: در سلول های الکترولیتی، آند قطب مثبت سلول است. (برخلاف سلول های گالوانی)

عبارت (ت): در هر دو سلول الکترولیتی و گالوانی، آند محل اکسایش و کاتد محل کاهش است.

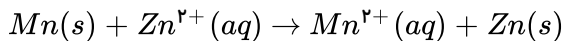
۱۵۰ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به موقعیت گونه ها در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد می توان گفت گونه سمت راست معادله ای که بالاتر

قرار می گیرد کاهنده قوی تر و گونه سمت چپ معادله که پایین تر قرار می گیرد قوی ترین اکسنده خواهد بود.





۱۵۱) واکنش کلی این سلول را با توجه به صورت سؤال که  $Zn$  را کاتد و قطب مثبت نامیده، به صورت زیر است:



در طی این واکنش فلز  $Mn$  اکسید می‌شود و یون‌های  $Zn^{2+}$  دچار کاهش می‌شوند.

۱۵۲) با توجه به مقادیر  $E^\circ$  فلز  $Al$  کاهنده‌تر از فلز  $M$  است و فلز  $M$  نمی‌تواند به یون  $Al^{3+}$  الکترون بدهد. با توجه

به جدول  $E^\circ$  فلز پایین‌تر در جدول می‌تواند به کاتیون فلز بالاتر الکترون بدهد و در این مثال فلز  $Al$  پایین‌تر از فلز  $M$  می‌باشد پس واکنش انجام نمی‌شود.

۱۵۳) در سلول روی - جیوه با توجه به مقادیر  $E^\circ$ ، روی آند و جیوه نقش کاتد را دارد:

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow E^\circ = 0,85 - (-0,76) = 1,61V$$

حال اگر از نقره استفاده کنیم مقدار  $E^\circ$  سلول:

$$E^\circ_{\text{سلول}} = 0,80 - (-0,76) = 1,56V$$

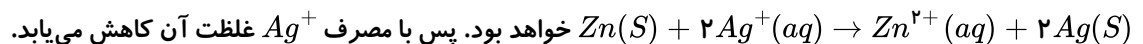
به این ترتیب ولتاژ به اندازه ۰,۰۵ ولت کاهش می‌یابد.

در هر دو حالت  $Zn$  آند است و با تبدیل به  $Zn^{2+}$  افزایش غلظت  $Zn^{2+}$  خواهیم داشت.

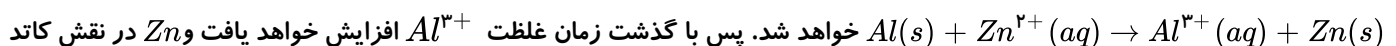
و جهت حرکت الکترون‌ها نیز همواره از آند  $Zn$  بسمت کاتد جیوه یا نقره خواهد بود.

و یا با توجه به اینکه نقش آند و کاتد تغییر می‌کند جهت حرکت یون‌ها در دیواره متخلخل نیز تغییر نمی‌کند.

۱۵۴) اگر  $x$  از جنس  $Ag$  باشد، با توجه به مقادیر  $E^\circ$ ،  $Zn$  آند و  $Ag$  کاتد خواهد شد و واکنش کلی سؤال به صورت



اگر  $x$  از جنس  $Al$  باشد با توجه به مقادیر  $E^\circ$   $Al$  آند و  $Zn$  کاتد خواهد بود و واکنش کلی سلول به صورت



افزایش جرم خواهد داشت.

۱۵۵) در یک سلول گالوانی جریان الکترون‌ها در مدار خارجی از سیم فلزی برقرار می‌شود نه در محلول از دیواره

جداکننده آند و کاتد. پس مورد اول نادرست است.

از جرم آند که قطب منفی سلول است، بدلیل اکسایش در آن کاسته می‌شود و بر جرم کاتد (قطب مثبت) به دلیل کاهش یون‌ها و رسوب فلز روی آن افزوده می‌شود.

پس مورد دوم درست است و مورد سوم نیز درست است.

واکنش انجام شده در یک سلول گالوانی یک واکنش اکسایش و کاهش خودبه‌خودی است.

پس جمله چهارم نادرست است و رخ نمی‌دهد.

۱۵۶) با توجه به مقادیر  $E^\circ$ ،  $Cd$  آند و  $Pb$  کاتد می‌باشد. حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی از قطب منفی  $Cd$  به سمت

قطب مثبت  $Pb$  و حرکت آنیون‌ها در محلول در جهت عکس، از محلول  $Pb$  به سمت محلول  $Cd$  می‌باشد. (گزینه ۳ درست است)

با توجه به آند بودن  $Cd$  از جرم آن کاسته می‌شود. (گزینه ۲ درست است)

و با توجه به کاهش یون‌های کاتد،  $Pb^{2+}$  مصرف و غلظت آن کاهش می‌یابد. (نادرست بودن گزینه ۴) و  $E^\circ$  سلول نیز از کم کردن  $E^\circ$  آند از کاتد به دست می‌آید:

$$E^\circ_{\text{سلول}} = (-0,13) - (-0,40) = 0,27V$$

۱۵۷) در یک پیل گالوانی تیغه آند دچار اکسایش می‌شود و با تمام شدن آن کار پیل متوقف می‌شود. همچنین یون‌های

مثبت محیط کاتد که دچار کاهش می‌شوند نیز به پایان می‌رسند و واکنش متوقف می‌شود.

قطع مدار خارجی به هر دلیل نیز باعث توقف واکنش‌های اکسایش و کاهش خواهد بود.



۱۵۸ (۱) مقدار ولتاژ سلول از رابطه  $E_{\text{سلول}}^{\circ} = E_{\text{کاتد}}^{\circ} - E_{\text{آند}}^{\circ}$  محاسبه می‌شود و با توجه به مقادیر  $E^{\circ}$  قدرت کاهندگی فلزها به صورت  $A > B > C$  می‌باشد و در هر مقایسه فلز کاهنده‌تر با  $E^{\circ}$  منفی بزرگ‌تر و یا در کل کوچک‌تر که در جدول  $E^{\circ}$  پایین‌تر قرار می‌گیرد آند خواهد بود.

گزینه (۱):  $B$  آند و  $C$  کاتد می‌شود:  $E_{\text{سلول}}^{\circ} = 0.80 - (-0.76) = 1.56V$

گزینه (۲):  $A$  آند و  $C$  کاتد می‌شود:  $E_{\text{سلول}}^{\circ} = 0.80 - (-1.66) = 2.46V$

گزینه (۳): هر چه فاصله دو گونه در جدول  $E^{\circ}$  کمتر باشد ولتاژ سلول حاصل از آن‌ها کوچک‌تر است.

و کمترین ولتاژ میان  $A$  و  $B$  می‌شود:  $E_{\text{سلول}}^{\circ} = (-0.76) - (-1.66) = 0.90V$

گزینه ۳ درست است و بیشترین ولتاژ میان  $A$  و  $C$  خواهد بود.

۱۵۹ (۱) در این سلول  $Al$  آند و  $Cu$  کاتد می‌باشد. مقدار  $E^{\circ}$  نظری معادل:

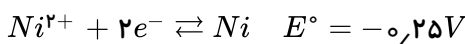
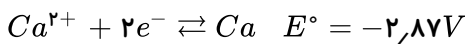
$$E_{\text{سلول}}^{\circ} = E_{\text{کاتد}}^{\circ} - E_{\text{آند}}^{\circ} \Rightarrow E_{\text{سلول}}^{\circ} = 0.34 - (-1.66) = 2V$$

$$\text{مقدار عملی} = \frac{\text{مقدار نظری}}{\text{بازده}} \times 100 \quad \text{بازده} = \frac{1.7}{2} \times 100 = 85\%$$

۱۶۰ (۱) با توجه به واکنش کلی فلز  $Cu$ ، که دهنده الکترون است، نقش آند را دارد و دچار اکسایش شده است. الکتروند نقره نیز کاتد می‌باشد و دچار کاهش شده است.

$$E_{\text{پیل}}^{\circ} = E_{\text{کاتد}}^{\circ} - E_{\text{آند}}^{\circ} \Rightarrow 0.46 = E^{\circ} \left( \frac{Ag^+}{Ag} \right) = 0.34 \Rightarrow E^{\circ} \left( \frac{Ag^+}{Ag} \right) - 0.80V$$

۱۶۱ (۱) (۲) (۳) (۴)



ابتدا گونه‌های داده شده را مرتب می‌کنیم و مطابق جدول پتانسیل‌های کاهش می‌نویسیم. در گونه‌های سمت راست معادله از بالا به پایین قدرت کاهندگی زیاد می‌شود و در گونه‌های سمت چپ معادله از پایین به بالا قدرت اکسندگی زیاد می‌شود. به این ترتیب  $Ca$  قوی‌ترین کاهنده و  $Ca^{2+}$  ضعیف‌ترین اکسنده خواهند بود.

هر چه  $E^{\circ}$  بزرگ‌تر باشد گونه سمت چپ نیمه واکنش اکسنده‌تر است؛ یعنی  $Ag^+$ . و هر چه  $E^{\circ}$  کوچک‌تر باشد گونه سمت راست نیمه واکنش کاهنده‌تر است؛ یعنی  $Ca$ .

۱۶۲ (۱) (۲) (۳) (۴) با توجه به موقعیت فلزات در سری الکتروشیمیایی، فلز پایین می‌تواند به کاتیون فلز بالاتر الکترون بدهد، چون قدرت کاهندگی بیشتری دارد. موقعیت کلی فلزات داده شده به صورت زیر است و در واکنش گزینه ۳ است که  $Mg$  می‌تواند به کاتیون  $Ag^+$  الکترون بدهد.

$Ag$   
 $Cu$   
 $H_2$   
 $Sn$   
 $Zn$   
 $Mg$

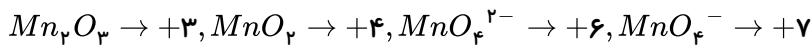


۱۶۳ فلز کادمیوم الکترون از دست داده است و دچار اکسایش شده و خود کاهنده است و یون پلاتین با گرفتن الکترون دچار کاهش شده و خود اکسنده است. ۱ ۲ ۳ ۴

۱۶۴ واکنش‌هایی که در آن‌ها عدد اکسایش هیچ کدام از اجزا تغییری نمی‌کند، از نوع اکسایش و کاهش نیستند. از جمله مهم‌ترین این نوع واکنش‌ها واکنش‌های خنثی شدن اسید و باز است که در گزینه ۴ مشاهده می‌شود. ۱ ۲ ۳ ۴

نکته: واکنش‌هایی که در آن‌ها عنصر آزاد وجود دارد و در سمت مقابل ترکیبی از آن عنصر وجود دارد حتماً از نوع اکسایش-کاهش است. مثل واکنش‌های (۱) و (۲) و (۳) که در آن‌ها  $O_p$  و  $H_p$  و  $k$  به عنوان عنصر آزاد هستند از نوع اکسایش-کاهش می‌باشد.

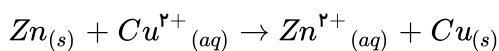
۱۶۵ اعداد اکسایش منگنز در هر ترکیب به صورت زیر است: ۱ ۲ ۳ ۴



۱۶۶ در این واکنش اکسیژن دچار کاهش می‌شود و از حالت گازی به صورت جامد (یا فاز S) تبدیل می‌شود. ۱ ۲ ۳ ۴

فلز منیزیم نیز کاهنده است و خود دچار اکسایش می‌شود.

۱۶۷  $Zn$  آند و قطب منفی پیل و  $Cu_{(s)}$  کاتد و قطب مثبت پیل خواهد بود. ۱ ۲ ۳ ۴



جهت حرکت الکترون‌ها از آند ( $Zn$ ) به سمت کاتد  $Cu$  و در مدار خارجی خواهد بود. و در طی عملکرد آن  $Zn$  به  $Zn^{2+}$  تبدیل می‌شود و بر غلظت  $Zn^{2+}$  در محیط اضافه می‌شود.

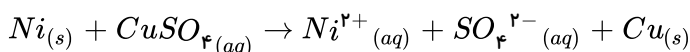
واکنش کلی یک واکنش جابه‌جایی نیست و از نوع اکسایش کاهش است.

۱۶۸ در واکنش داده شده  $2I^-$  به  $I_p$  تبدیل شده و آند پیل است و  $Cl_p$  به  $2Cl^-$  تبدیل شده و کاتد پیل است. یون  $K^+$  بدون تغییرات و یون ناظر است. ۱ ۲ ۳ ۴

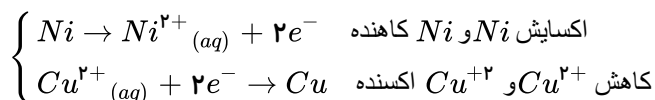
$$E^\circ_{سلول} = E^\circ_{کاتد} - E^\circ_{آند} \Rightarrow 1,36 - 0,54 = 0,82V$$

۱۶۹ هرچه  $E^\circ$  مثبت‌تر باشد، در جدول  $E^\circ$  جایگاه آن گونه بالاتر است و تمایل کمتری برای از دست دادن الکترون دارد. توجه کنید که گونه  $X$  کاهنده است و گونه  $X^{n+}$  اکسنده است. ۱ ۲ ۳ ۴

۱۷۰ واکنش انجام شده به صورت زیر است: ۱ ۲ ۳ ۴



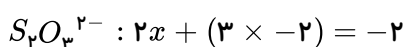
در طی این واکنش  $Ni$  که قدرت کاهندگی بیشتری دارد الکترون می‌دهد و  $Cu^{2+}$  الکترون کسب می‌کند.



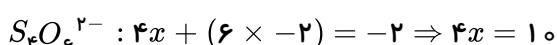
۱۷۱ گزینه ۴ نادرست است. جسم در کاتد قرار می‌گیرد تا آبکاری شود. ۱ ۲ ۳ ۴

اتصال جسم مورد نظر به کاتد یا قطب منفی پیل باعث جذب یون‌های مثبت فلز روکش و کاهش در سطح کاتد خواهد شد.

۱۷۲ عدد اکسایش S از ۲ به ۲٫۵ رسیده است. ۱ ۲ ۳ ۴



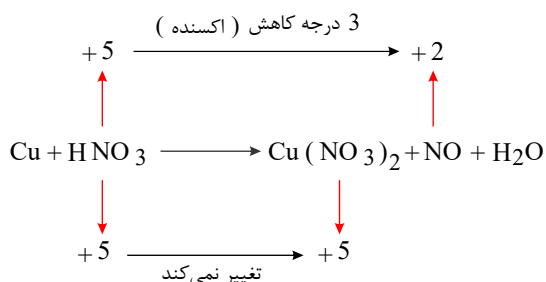
$$x = +2$$





$$x = \frac{10}{4} = 2,5$$

۱۷۳) ۱ ۲ ۳ ۴ اکسنده عاملی است که عدد اکسایش آن کاهش یابد و در این واکنش برخی اتم‌های نیتروژن کاهش یافته و برخی دیگر بدون تغییر باقی مانده‌اند.



۱۷۴) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه‌ها:

الف) الکترولیت  $\text{KOH}$  محلول است و حالت مذاب ندارد. جمله نادرست است.

ب) جمله درست است.

پ) جمله درست است.

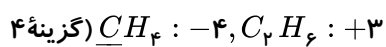
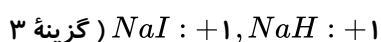
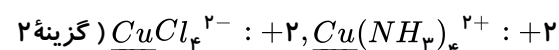
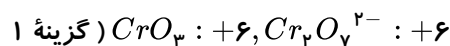
ت) جمله درست است. از مزیت‌های پیل سوختی نسبت به موتورهای درون‌سوز بازدهی بیشتر، سر و صدا و آلاینده‌گی کمتر است و مشکل انتقال گرما و خنک کردن موتور را ندارند.

۱۷۵) ۱ ۲ ۳ ۴ محلول اسید با غلظت  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  دارای  $\text{pH} = 0$  است.

۱۷۶) ۱ ۲ ۳ ۴ جنس فلز ظرف باید از عناصر بالا در جدول  $E^\circ$  باشد تا محلول نمک فلزهای پایین در آن با آن واکنش ندهند، اما

در گزینه ۳ فلز  $\text{Al}$  در جدول  $E^\circ$  پایین از نقره بوده و از آن فعال‌تر است بنابراین با آن واکنش می‌دهد و خورده می‌شود.

۱۷۷) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گونه‌ها:



۱۷۸) ۱ ۲ ۳ ۴ اکسیژن از عدد اکسایش صفر به -۲ در  $\text{H}_2\text{O}$  که فرآورده است، می‌رسد.

۱۷۹) ۱ ۲ ۳ ۴ گزینه ۱ صحیح است. فلز روی به جای آهن هنگامی که با آن در تماس است، الکترون از دست می‌دهد و خورده می‌شود. میان روی و آهن، روی قدرت کاهندگی بیشتری دارد.

۱۸۰) ۱ ۲ ۳ ۴ ناخالصی‌های موجود در آهن شامل فلزهای فعال‌تر از آهن مثل روی یا منیزیم و فلزهای ضعیف‌تر از آهن مثل مس و نقره می‌شوند. وجود فلزهای فعال‌تر از آهن که در سری الکتروشیمیایی فلزها، پایین‌تر از آهن هستند، مانع زنگ زدن آهن می‌شوند.

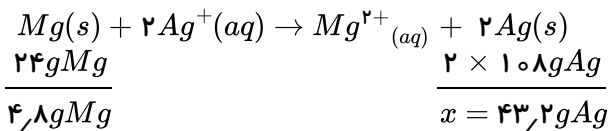
چون این فلزها آند سلول شده آهن را حفاظت کاتدی می‌کنند، اما وجود فلزهای بالاتر از آهن به عنوان ناخالصی بر سرعت زنگ زدن آهن می‌افزاید، چون آهن آند سلول شده به جای این فلزها نیز الکترون از دست می‌دهد.

۱۸۱) ۱ ۲ ۳ ۴ چون  $\text{Al}$  نسبت به  $\text{Zn}$  کاهنده‌تر است الکترون می‌دهد و روی حفاظت می‌شود. واکنش کاهش نیز منجر به تولید

آب خواهد شد و اکسیژن و  $\text{H}^+$  در آن شرکت خواهند کرد.

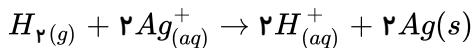
۱۸۲) ۱ ۲ ۳ ۴ معادله واکنش کلی سلول به صورت زیر است:





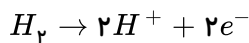
باتوجه به معادله به ازای مصرف یک مول  $Mg(24g)$  دو مول نقره ( $216g$ ) رسوب خواهد کرد؛ پس به ازای  $4.8g$   $Mg$ ، میزان رسوب نقره  $43.2g$  گرم خواهد بود.

۱۸۳) در اتصال  $SHE, Ag$  به  $SHE$  نقش آند را خواهد داشت و گاز هیدروژن که از بیرون با فشار  $latm$  وارد می شود الکترون می دهد؛ اما جرم الکتروود پلاتین سازنده  $SHE$  که فقط نقش رسانایی دارد تغییر نمی کند. با الکترون گرفتن  $Ag^+$  و رسوب آن روی تیغه کاتدی  $Ag$  جرم آن افزایش خواهد داشت.



۱۸۴) در اتصال  $Ag$  با  $SHE$ ،  $H_2$  در نقش آند یا قطب (-) الکترون می دهد.

این الکترون ها از طریق الکتروود پلاتین منتقل می شوند و الکتروود پلاتین تغییر جرم نمی دهد و نقش الکتروود آند را دارد. واکنش آندی انجام شده به صورت زیر است:



تولید  $H^+$  در آند باعث کاهش  $PH$  می شود. (درستی گزینه ۳)

در قطب مثبت یا کاتد سلول واکنش  $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$  رخ می دهد که باعث افزایش جرم الکتروود نقره می شود.

۱۸۵) مقایسه قدرت کاهندگی فلزات مشهور داده شده به صورت زیر است:

قدرت کاهندگی:  $Mg > Al > Zn > Fe > Sn > Cu$

فلز کاهنده تر از یک واکنش خودبه خودی به کاتیون فلز ضعیف تر الکترون می دهد.  $Mg$  یک فلز اصلی گروه دو جدول تناوبی است و به  $Zn^{2+}$  الکترون می دهد.

نکته: گونه سمت چپ نیم واکنش کاهشی بالاتر در جدول  $E^\circ$  با گونه سمت راست پایین تر در جدول  $E^\circ$  واکنش می دهد.

۱۸۶) قدرت اکسندگی مربوط به گونه های سمت چپ معادله کاهشی در جدول پتانسیل کاهشی است و از پایین به بالا زیاد می شود. در گونه های داده شده  $Fe^{2+}$  در بالاتر قرار می گیرد. البته در مقایسه بدون جدول هم می توان گفت  $Ag$  اکسندگی نیست و  $Zn^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  هم تمایل به گرفتن الکترون ندارند؛ پس  $Fe^{2+}$  اکسندگی قوی تر است.

در مقایسه قدرت کاهندگی مربوط به گونه های سمت راست معادله کاهشی در جدول  $E^\circ$  است که از بالا به پایین زیاد می شود و  $Fe^{2+}$  قوی ترین خواهد بود. البته در مقایسه بدون جدول هم می توان گفت  $Zn^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  کاهنده نمی باشند و  $Ag$  نیز تمایلی به از دست دادن الکترون ندارد  $Fe^{2+}$  می تواند به  $Fe^{3+}$  اکسید شود و کاهنده است.

۱۸۷) در نقره کاری قاشق آهنی؛ یک تیغه نقره به قطب مثبت منبع برق متصل می شود تا نقش آن سلول را داشته باشد و قاشق آهنی به قطب منفی متصل می شود تا نقش کاتد را داشته باشد.

۱۸۸) در محل خراشیدگی آهن سفید روی نقش آند و آهن نقش کاتد را دارد. در محل خراشیدگی حلبی، آهن، دارای نقش آند و قلع دارای نقش کاتد است.

۱۸۹) گزینه ۴ صحیح است. فلز کاهنده تر که پتانسیل کاهش کمتری دارد؛ در نقش آند با دادن الکترون از آهن حفاظت می کند.

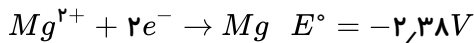
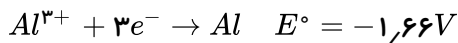
۱۹۰) گزینه ۴ نادرست است. در قطب منفی یا کاتد میان دو گونه  $Al^{3+}$  و  $Mg^{2+}$  با توجه به مقادیر  $E^\circ, Al^{3+}$

گونه پیروز خواهد بود و تمایل بیشتری به گرفتن الکترون خواهد داشت؛ پس واکنش داده شده نادرست

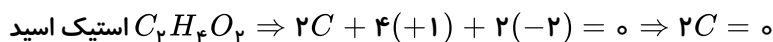
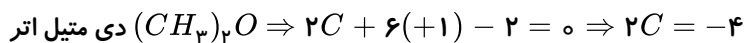
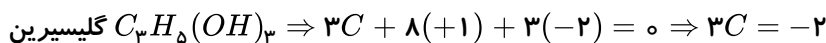
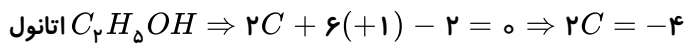


است، به عبارت دیگر یون  $Mg^{2+}$  پایدارتر است و  $Al^{3+}$  مجبور به گرفتن الکترون خواهد بود.

در قطب مثبت یا آند نیز  $Br^-$  تنها گونه موجود است و به  $Br_2$  گازی در دمای محیط اکسایش خواهد یافت که به صورت بخار قهوه‌ای رنگ متصاعد می‌شود.



۱۹۱) ۱ ۲ ۳ ۴ زیرا، داریم:



۱۹۲) ۱ ۲ ۳ ۴ در سری الکتروشیمیایی اتم فلز پایین تر می‌تواند کاتیون فلزهای بالاتر از خود را بکاهد و از ترکیب آن‌ها را آزاد

کند چون فلز  $M$  به فلز نقره الکترون داده پس کاهنده‌ی قوی‌تر از نقره است ولی به کاتیون سرب نمی‌تواند الکترون بدهد بنابراین سرب نسبت به  $M$  کاهنده‌ی قوی‌تری است.

۱۹۳) ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به سری  $E^\circ$ ، الکتروود منیزیم، آند است و در نتیجه قطب منفی به حساب می‌آید. اتم‌های  $Mg$  اکسید

می‌شوند و جرم الکتروود آن کاهش یافته، غلظت  $Mg^{2+}$  افزایش می‌یابد.

الکتروود کبالت، کاتد یا قطب مثبت است. یون‌های  $Co^{2+}$  کاهش می‌یابند بنابراین الکتروود افزایش وزن و غلظت  $Co^{2+}$  کاهش می‌یابد.

۱۹۴) ۱ ۲ ۳ ۴ برای آن‌که کاتیون یک فلز را بتوان از نمک آن جدا نمود باید آن‌را مجاور فلزی قرار داد که در سری

الکتروشیمیایی پایین تر از کاتیون مورد نظر باشد تا نقش آند را ایفا کند. در گزینه‌های داده شده همگی در سری  $E^\circ$  پایین سرب قرار دارند به جز مس.

اگر جای سرب را هم در سری الکتروشیمیایی ندانیم همین‌که مس از سایر گزینه‌ها بالاتر است مشخص است که پاسخ مس خواهد بود.

۱۹۵) ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا سری الکتروشیمیایی را تنظیم می‌کنیم: آلومینیوم در سری الکتروشیمیایی از نقره پایین تر است بنابراین می

تواند یون‌های  $Ag^+$  را کاهش دهد.

سری  $E^\circ$

$Ag^+ / Ag$

$H^+ / H_2$

$Fe^{2+} / Fe$

$Cr^{3+} / Cr$

$Al^{3+} / Al$

$Ca^{2+} / Ca$

$Ba^{2+} / Ba$

۱۹۶) ۱ ۲ ۳ ۴ واکنش انجام نمی‌شود  $Cu(s) + Al^{3+}(aq) \rightarrow$

محلول آبی آلومینیوم کلرید در ظرف مسی بدون خوردگی می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت  $E^\circ$  ظرف باید بالاتر یا مثبت تر از  $E^\circ$  عناصر موجود در محلول باشد تا با هم واکنش ندهند.

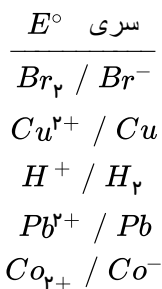
۱۹۷) ۱ ۲ ۳ ۴ نقره در سری الکتروشیمیایی از مس بالاتر است بنابراین نمی‌تواند یون‌های  $Cu^{2+}$  را کاهش دهد.



۱۹۸ ۱ ۲ ۳ ۴

ابتدا سری  $E^\circ$  را تنظیم می‌کنیم:

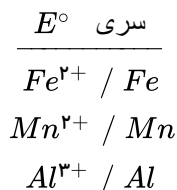
عناصر پایین سری  $E^\circ$  می‌توانند عناصر بالاتر از خود را بکاهند.



↑ افزایش قدرت اکسندگی

۱۹۹ ۱ ۲ ۳ ۴

ابتدا سری  $E^\circ$  را تنظیم می‌کنیم:

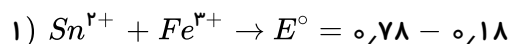


آهن در سری  $E^\circ$  بالاتر از  $Mn$  قرار دارد، پس  $Mn$  کاهنده‌تر از  $Fe$  بوده و می‌تواند یون‌های  $Fe^{2+}$  را از محلول نمک‌های آن آزاد کند. بنابراین برای نگهداری محلول نمک‌های آهن نمی‌توان از ظرف منگنزی استفاده نمود.

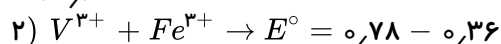
۲۰۰ ۱ ۲ ۳ ۴

واکنشی خود به خودی می‌شود که از نیم واکنش با  $E^\circ$  بزرگتر،

گونه سمت چپ و از نیم واکنش با  $E^\circ$  کوچکتر، گونه سمت راست باشد.



$$= +0.6V$$

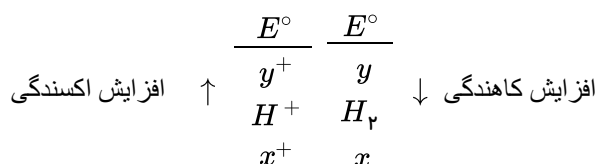


$$= +0.42V$$

۲۰۱ ۱ ۲ ۳ ۴ در جدول  $E^\circ$ ، فلزهای پایین هیدروژن دارای  $E^\circ$  منفی و فلزهای بالای هیدروژن دارای  $E^\circ$  مثبت می‌باشند.

بنابراین سری  $E^\circ$  آن‌ها به صورت زیر تنظیم می‌شود:

بنابراین  $x$  کاهنده‌تر از  $y$  است و تمایل آن برای اکسید شدن بیشتر است.



۲۰۲ ۱ ۲ ۳ ۴ هر چه قدر فلز مجاور  $Fe$ ، دارای  $E^\circ$  بزرگ‌تری باشد، زنگ زدن آهن سریع‌تر صورت می‌گیرد. فلز  $Cu$  در

سری  $E^\circ$  بالاتر بوده و باعث می‌شود که زنگ زدن آهن سریع‌تر صورت گیرد.

و اما گزینه‌های دیگر: در گزینه‌های دیگر عمل زنگ زدن صورت نمی‌گیرد زیرا فلز  $Cr$  و  $Zn$  و  $Al$  در سری  $E^\circ$  پایین‌تر از  $Fe$  بوده و مانع زنگ زدن آهن می‌شوند.

۲۰۳ ۱ ۲ ۳ ۴ در حفاظت کاتدی آهن را در مجاورت فلزی قرار می‌دهند که دارای  $E^\circ$  کوچک‌تری نسبت به آهن باشد (در

سری الکتروشیمیایی باید پایین‌تر از آهن قرار داشته باشد)

و اما گزینه‌های دیگر:

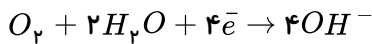
گزینه‌ی «۱»: فلز  $Cu$  در سری  $E^\circ$  بالاتر از فلز  $Fe$  قرار دارد پس فلز  $Fe$  در مجاورت فلز  $Cu$  نقش آند را داشته و فلز  $Fe$  به شدت زنگ می‌زند.

گزینه‌ی «۲»: برای اینکه لوله آهنی در نقش کاتد سالم باقی بماند باید آن را به فلزی متصل کنید که  $E^\circ$  منفی‌تری داشته باشد تا فلز محافظ در نقش آند (قطب منفی) فدا می‌شود.

گزینه‌ی «۳»: آهن در مجاورت با کاتیون‌های اکسندنده‌تر از  $Fe^{2+}$  به سرعت خورده می‌شود.



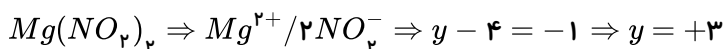
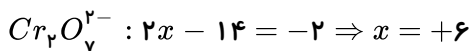
- ۲۰۴) ۱ ۲ ۳ ۴ در سری الکتروشیمیایی چون آهن پایین تر از مس است پس آهن خورده می شود و زنگ می زند.
- ۲۰۵) ۱ ۲ ۳ ۴ روی در سری الکتروشیمیایی پایین تر از آهن است بنابراین روی، آند و آهن، کاتد است. نیم واکنش کاهش خوردگی همه ی فلزها به صورت زیر است:



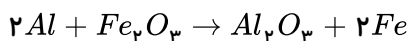
- ۲۰۶) ۱ ۲ ۳ ۴ اگر فلز آهن در مجاورت فلزی با  $E^\circ$  بزرگ تر یا در سری  $E^\circ$  بالاتر (مانند مس یا قلع) قرار گیرد آنگاه آهن نقش آند را ایفا کرده و اکسید می شود و نهایتاً آهن خورده می شود.
- ۲۰۷) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه ها:

گزینه ۱: درست. کاهنده، گونه ای است که به گونه اکسند، الکترون داده و عدد اکسایش گونه مقابل را کاهش می دهد.

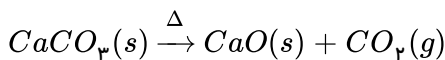
گزینه ۲: درست. عدد اکسایش کروم در یون دی کرومات برابر ۶+ است؛ عدد اکسایش نیتروژن در منیزیم نیتريت برابر ۳+ است:



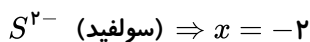
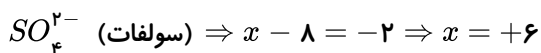
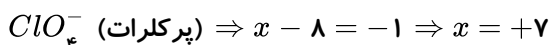
گزینه ۳: درست. در واکنش ترمیت عنصر آزاد  $Fe, Al$  وجود دارد، بنابراین از نوع اکسایش - کاهش است:



اما در واکنش تجزیه کلسیم کربنات، تغییر عدد اکسایش در هیچ گونه ای نداریم. بنابراین این واکنش از نوع اکسایش - کاهش نیست.



گزینه ۴: نادرست. در یون های پرکلرات و سولفات، اتم مرکزی بالاترین عدد اکسایش ممکن را دارد، بنابراین همیشه اکسند است. در حالی که در یون سولفید، اتم گوگرد کم ترین عدد اکسایش ممکن را دارد، بنابراین همیشه به عنوان کاهنده عمل می کند:



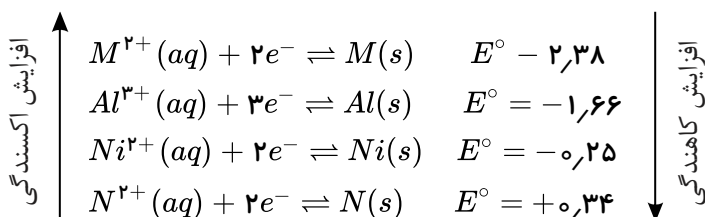
- ۲۰۸) ۱ ۲ ۳ ۴ در سلول های (I) و (II) به ترتیب  $Al^{3+}$  و  $N^{2+}$  نقش اکسند (کاتد) را دارند و در سلول III گونه  $N^{2+}$  اکسند (کاتد) است.

$$I \text{ در سلول } E^\circ_M = E^\circ_c - E^\circ_a \Rightarrow 0.72 = -1.66 - x \Rightarrow x = -2.38V \text{ (در سلول III)}$$

$$II \text{ در سلول } E^\circ_N = E^\circ_c - E^\circ_a \Rightarrow 0.59 = y - (-0.25) \Rightarrow y = 0.34V \text{ (در سلول III)}$$

$$III \text{ در سلول } E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_c - E^\circ_a \Rightarrow E^\circ_{\text{سلول}} = 0.34 - (-2.38) = 2.72V$$

اگر پتانسیل کاهش استاندارد برای عناصر  $Al, Ni, M$  و  $N$  را مرتب کنیم:

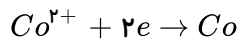
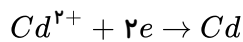
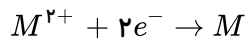
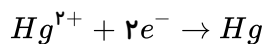


باتوجه به این که  $N^{2+}$  در سری الکتروشیمیایی بالاتر از  $M^{2+}$  است، بنابراین  $N^{2+}$  از  $M^{2+}$  اکسندتر است.

- ۲۰۹) ۱ ۲ ۳ ۴ باتوجه به  $E^\circ$  های داده شده، ابتدا جدول  $E^\circ$  را می نویسیم: ( $E^\circ$  بیشتر را بالا و  $E^\circ$  کمتر را پایین می نویسیم).
- اکسند نیم سلول بالاتر با کاهنده نیم سلول پایین تر در جهت رفت، واکنش خودبه خودی انجام می دهد. باتوجه به این توضیح تنها



واکنش الف در جهت رفت غیرخودبه خودی است. به عبارت دیگر این واکنش از راست به چپ (در جهت برگشت) خودبه خودی است.



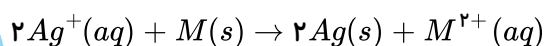
۲۱۰)  $E^{\circ}$  مثبت باشد یعنی در جدول پتانسیل‌های کاهش استاندارد، بالاتر از هیدروژن قرار دارد. بنابراین قدرت  $M^{n+}$  برای گرفتن الکترون بیش‌تر از  $H^{+}$  است. ۱ ۲ ۳ ۴

۲۱۱) در روش حفاظت کاتدی، فلزی که می‌خواهند آن را از اکسایش محافظت کنند با فلزی که  $E^{\circ}$  آن کوچک‌تر است، یعنی در سری الکتروشیمیایی جایگاه پایین‌تری دارد، مجاور می‌کنند. بنابراین مورد «آ» درست و مورد «پ» نادرست است. در این روش بین دو فلز، یک سلول گالوانی (ولتایی) ایجاد می‌شود. در نتیجه مورد «ت» درست است.

برای محافظه لوله‌های نفت (آهن) آن را با فلزات بالاتر در سری الکتروشیمیایی مانند  $(Zn, Al)$  مجاور می‌کنند نه با فلز پایین‌تر در سری الکتروشیمیایی  $(Cu)$ . بنابراین مورد «ث» نادرست است.

در اثر ایجاد خراش در آهن سفید،  $Zn$  اکسید و  $Fe$  از اکسایش محافظت می‌شود اما در حلبی  $Fe$  اکسید و  $Sn$  از اکسایش محافظت می‌گردد. لذا مورد «ب» درست است.

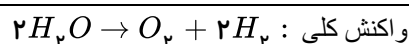
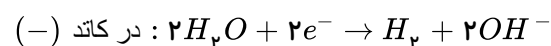
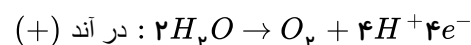
۲۱۲) ۱ ۲ ۳ ۴



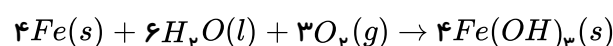
چون  $M$  نقش آند را دارد یعنی دهنده‌ی الکترون است و  $E^{\circ}$  آن کم‌تر از  $Ag$  است پس فلز  $M$  پایین‌تر از  $Ag$  می‌باشد که در این تست مس پایین‌تر از نقره قرار دارد.

$$0.01 \text{ mol } M \times \frac{2 \text{ mol } Ag}{1 \text{ mol } M} \times \frac{108 \text{ g } Ag}{1 \text{ mol } Ag} = 2.16 \text{ g } Ag \text{ آزاد می‌شود}$$

۲۱۳) در برقکافت آب حجم گاز اکسیژن تولید شده در آند با توجه به معادله نصف هیدروژن تولید شده در کاتد است و به دلیل تولید یون  $H^{+}$  در آند کاغذ  $pH$  در آن به رنگ قرمز درمی‌آید. ۱ ۲ ۳ ۴



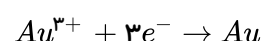
۲۱۴) معادله کلی زنگ زدن آهن به صورت زیر است: ۱ ۲ ۳ ۴



در این واکنش عدد اکسایش آهن از صفر به ۳+ می‌رسد و سه درجه تغییر می‌کند و با توجه به معادله به ازای چهار مول آهن  $4 \times 3 = 12$  مول الکترون مبادله می‌شود:

$$Xe^{-} = 280 \text{ g } Fe \times \frac{1 \text{ mol } Fe}{56 \text{ g } Fe} \times \frac{12 \text{ mol } e^{-}}{4 \text{ mol } Fe} \times \frac{6.02 \times 10^{23} e^{-}}{1 \text{ mol } e^{-}} = 9.03 \times 10^{24} e^{-}$$

۲۱۵) در کاتد که قاشق در آن قرار می‌گیرد، نیم‌واکنش کاهش زیر رخ می‌دهد: ۱ ۲ ۳ ۴



با توجه به واکنش با تولید یک مول  $Au$  سه مول الکترون مصرف می‌شود:



$$Xe^- = 59.1gAu \times \frac{1molAu}{197gAu} \times \frac{3mol e^-}{1molAu} \times \frac{6.02 \times 10^{23} e^-}{1mol e^-} = 5.41 \times 10^{23} e^-$$

۲۱۶) با توجه به اینکه از قرارداد تیغه مس در محلول مس (II) سولفات واکنشی انجام نمی‌شود؛ تغییر دمایی هم نداریم. ضمناً فلز طلا هم که قدرت کاهندگی کمتری نسبت به مس دارد، نمی‌تواند به  $Cu^{2+}$  الکترون بدهد و در این حالت هم واکنشی انجام نمی‌شود و تغییر دما نداریم.

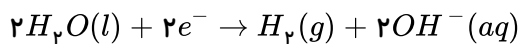
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: نادرست است. با توجه به کاهنده‌تر بودن Zn نسبت به Fe باید دمای بیشتر تولید شده مربوط به Zn باشد.

گزینه ۳: نادرست است. Au در واکنش شرکت نمی‌کند و تغییر دما نداریم. Zn هم باعث تغییر دما می‌شود؛ چون در واکنش شرکت می‌کند.

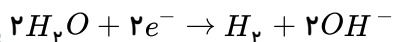
گزینه ۴: نادرست است. فلز Au در واکنش شرکت نمی‌کند و تغییر دما نداریم.

۲۱۷) معادله کاهش آب در کاتد به صورت زیر است:



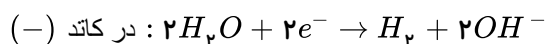
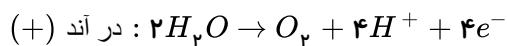
$$Xe^- = 36.0gH_2O \times \frac{1molH_2O}{18gH_2O} \times \frac{2mol e^-}{2molH_2O} \times \frac{6.02 \times 10^{23} e^-}{1mole^-} = 1.204 \times 10^{24} = 1.204 \times 10^{25} e^-$$

۲۱۸) واکنش انجام یافته در کاتد به صورت زیر است:



$$xgH_2 = \lambda mol e^- \times \frac{1molH_2}{2mol e^-} \times \frac{2gH_2}{1molH_2} = \lambda gH_2$$

۲۱۹) در برقکافت آب حجم گاز هیدروژن تولید شده در کاتد با توجه به معادله ۲ برابر اکسیژن تولید شده در آنند است و به دلیل تولید  $OH^-$  در کاتد کاغذ pH در آن قسمت به رنگ آبی در می‌آید.

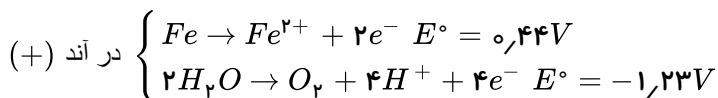


واکنش کلی:  $2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$

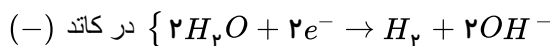
۲۲۰) جهت حرکت الکترون‌ها در هر دو سلول از آنند به کاتد و در هر دو سلول الکترودهای به کاررفته از جنس مس و نقره است. پس موارد ب و پ یکسان است.

در سلول گالوانی واکنش خودبه‌خودی و در سلول آبکاری الکترولیتی با مصرف انرژی و غیرخودبه‌خودی است. مورد (آ) یکسان نیست. جنس الکترولیت‌ها در سلول گالوانی در دو نیم‌سلول متفاوت و محلول نمک دو فلز مختلف است در حالیکه در سلول الکترولیتی از یک نوع الکترولیت استفاده می‌شود.

۲۲۱) در آنند میان Fe و آب رقابت برای اکسایش داریم:



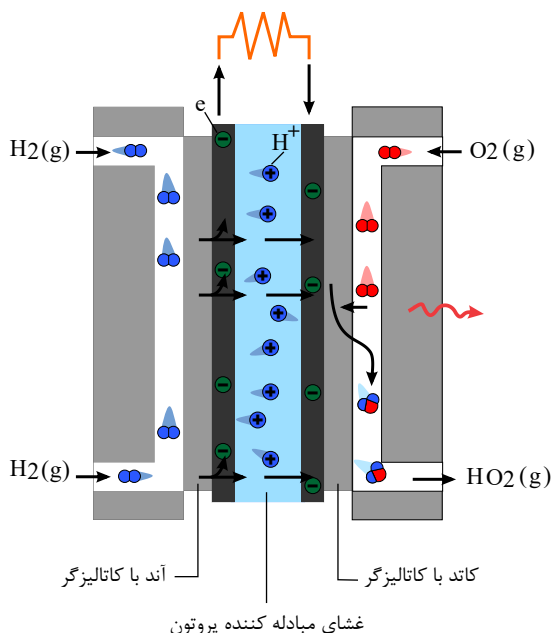
با توجه به مقادیر  $E^\circ$ ، Fe تمایل بیشتری به تبدیل به  $Fe^{2+}$  دارد و گونه پیروز خواهد بود؛ پس در آنند  $Fe^{2+}$  تولید می‌شود و چون آب پیروز نمی‌شود اکسیژن تولید نشده، گزینه ۳ نادرست است.



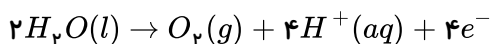
در کاتد میان  $Fe$  و آب برای گرفتن الکترون آب پیروز است و تولید  $H_2$  و  $OH^-$  باعث قلیایی شدن محیط و آبی شدن کاغذ  $pH$  می شود. (گزینه ۲ و ۴ درست است)

$Fe^{2+}$  تولید شده در آند با  $OH^-$  تولید شده در کاتد تولید  $Fe(OH)_2$  می کنند. (گزینه ۱ درست است).

در سلول سوختی  $H_2$  نقش آند و  $O_2$  نقش کاتد را دارد و در کنار آند و کاتد کاتالیزگرهایی هستند که به واکنش های اکسایش و کاهش سرعت می دهند.

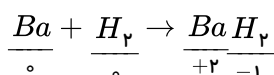


در قطب مثبت سلول یا آند نیم واکنش اکسایش آب به صورت زیر انجام می شود:



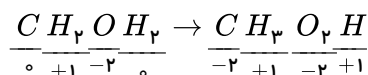
تولید  $H^+$  در آند باعث اسیدی شدن محیط خواهد بود و کاغذ  $pH$  نیز به رنگ قرمز درمی آید.

در واکنش باریم با هیدروژن باریم اکسایش یافته است و هیدروژن کاهش:



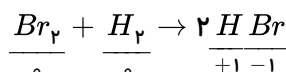
در بقیه گزینه ها عدد اکسایش هیدروژن از ۰ به +۱ اکسایش و واکنش دهنده کاهش یافته است:

بررسی سایر گزینه ها:

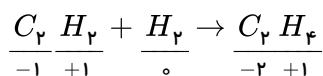


گزینه ۱:

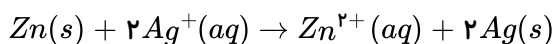
گزینه ۳:



گزینه ۴:



واکنش کلی سلول به صورت زیر است:



بررسی سایر گزینه ها:



کم کردن غلظت  $Zn^{2+}$  و افزایش غلظت  $Ag^+$ ، موجب پیشرفت بیشتر واکنش و در نتیجه افزایش ولتاژ خواهد شد.

گزینه ۱: نادرست. با اضافه کردن  $ZnCl_2$  غلظت  $Zn^{2+}$  زیاد و ولتاژ کم می شود.

گزینه ۲: نادرست. با اضافه کردن  $KCl$  یون  $Cl^-$  با یون  $Ag^+$  رسوب  $AgCl$  می دهد و غلظت  $Ag^+$  کم می شود و ولتاژ کم می شود.

گزینه ۳: نادرست. اضافه کردن آب باعث کاهش غلظت  $Ag^+$  و کاهش ولتاژ می شود.

گزینه ۴: درست. یون های  $S^{2-}$  اضافه شده با یون های  $Zn^{2+}$  رسوب  $ZnS$  داده، غلظت  $Zn^{2+}$  کاهش می یابد، پس ولتاژ سلول زیاد می شود.

۲۲۶ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی موارد:

(آ) جمله درست است. آلومینیم با توجه به مقدار پتانسیل کاهش کمی آن  $E^\circ_{Al^{3+}/Al} = -1.66V$  در هوا به سرعت اکسید می شود و در طبیعت به حالت آزاد وجود ندارد.

(ب) نادرست. آلومینیم به سرعت در هوا اکسید می شود، اما خورده نمی شود.

(پ) درست. در این فرآیند برای برقکافت نمک مذاب انرژی الکتریکی زیادی مصرف می شود.

(ت) نادرست. عمل برق کافت بر روی نمک مذاب آلومینیم اکسید صورت می گیرد و فرآورده در دمای محیط به شکل آلومینیم مذاب جداسازی می شود.

۲۲۷ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی موارد:

(آ) جمله نادرست است. عمل برقکافت در سلول الکترولیتی انجام می شود و  $MgCl_2$  نیز به حالت مذاب برقکافت می شود.

(ب) نادرست است  $Mg(OH)_2$  به شکل نامحلول رسوب می کند.

(پ) نادرست است،  $HCl$  به شکل محلول هیدروکلریک اسید به  $Mg(OH)_2$  محلول اضافه می شود.

(ت) نادرست است، قسمتی از گاز کلر تولید شده برای تولید  $HCl$  بازگردانی می شود.

۲۲۸ ۱ ۲ ۳ ۴ با افزایش  $E^\circ$  (در سری بالاتر) خصلت اکسندگی زیاد می شود پس  $Cu^{2+}$  اکسندگی از  $Mn^{2+}$  است.

$Cu^{2+}$   
 $H_2^+$   
 $Fe^{2+}$   
 $Mn^{2+}$

↑ افزایش  $E^\circ$  و اکسندگی

$Cu$   
 $H_2$   
 $Fe$   
 $Mn$

↑ کاهش  $E^\circ$  و افزایش کاهندگی

$Mn(s)$  کاهنده تر از  $Fe(s)$  خواهد بود.

امکان نگهداری محلول  $Cu^{2+}$  در ظرف آهنی وجود ندارد چون  $Fe(s)$  در برابر  $Cu^{2+}(aq)$  اکسایش یافته و خورده می شود.

از مقایسه  $E^\circ$  سلول های ولتایی گفته شده می توان فهمید که  $E^\circ$  سلول  $(Mn - Cu)$  بزرگتر از  $E^\circ$  سلول  $(Mn - Fe)$  است چون

اختلاف  $E^\circ$  میان  $Cu$  و  $Mn$  بیشتر از  $Fe$  و  $Mn$  می باشد.

۲۲۹ ۱ ۲ ۳ ۴ در سری الکترو شیمیایی  $Cu$  بالاتر از  $Zn$  است پس  $Cu$  نمی تواند کاهنده باشد و الکترون بدهد و واکنش غیر

خود به خودی است.

۲۳۰ ۱ ۲ ۳ ۴ تنها عبارت «ب» نادرست است.

اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می دهد و آن ها را به اکسید فلز تبدیل می کند، در حالی که با برخی فلزها مانند طلا و

پلاتین واکنش نمی دهد. پس فلزهایی مثل طلا و پلاتین اکسایش پیدا نمی کنند.





۲۳۱) ۱ ۲ ۳ ۴ فقط مورد سوم صحیح است:

در مورد «۱»: در باتری لیمویی انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

در مورد «۲»: در باتری انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

در مورد «۴»: باتری چراغ خورشیدی قابل شارژ است.

۲۳۲) ۱ ۲ ۳ ۴ نادرستی گزینه اول: محلول  $CuSO_4$  با  $C$  واکنش نداده است زیرا دما تغییر نکرده است و مشخص کردن

اکسنده و کاهنده صحیح نیست.

فلز  $A$  نسبت به فلز  $B$  تمایل بیش‌تری برای کاهش دادن  $Cu^{2+}$  دارد. بنابراین قدرت کاهندگی فلز  $A$  از  $B$  بیش‌تر است. فلز  $C$  نتوانسته

است با  $Cu^{2+}$  واکنش دهد. بنابراین قدرت کاهندگی کم‌تری دارد.

ترتیب کاهندگی:  $A > B > Cu > C$

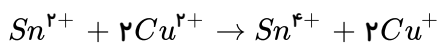
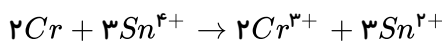
نادرستی گزینه سوم: تمایل  $A$  برای از دست دادن الکترون بیش‌تر از  $B$  است. اگر محلول یون  $B^{2+}$  در تماس با فلز  $A$  باشد، فلز  $A$

اکسایش و یون  $B^{2+}$  کاهش می‌یابد و با هم واکنش می‌دهند.

نادرستی گزینه چهارم: توانایی از دست دادن الکترون  $Cu$  از  $C$  است و در نتیجه فلز  $Cu$  می‌تواند یون  $C^{+}$  را احیا کرده و خودش اکسید

شود و بنابراین با هم واکنش می‌دهند.

۲۳۳) ۱ ۲ ۳ ۴ معادله موازنه شده واکنش‌ها:



بررسی موارد:

الف) گونه اکسنده در واکنش ۱،  $Sn^{4+}$  با ضریب استوکیومتری ۳

گونه کاهنده در واکنش ۲،  $Sn^{2+}$  با استوکیومتری ۱

ب) گونه کاهنده در واکنش ۱،  $Cr$  با ضریب استوکیومتری ۲

گونه کاهنده در واکنش ۲،  $Sn^{2+}$  با استوکیومتری ۱

ج) مجموع ضرایب استوکیومتری گونه‌ها در واکنش ۲، شش است که سه برابر ضریب استوکیومتری  $Cu^{2+}$  است.

د) با توجه به پیشرفت واکنش‌ها صحیح است.

۲۳۴) ۱ ۲ ۳ ۴ عبارت‌های (الف) و (ب) درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

با دو تیغه از جنس فلز روی و مس (نه از یک جنس) و میوه‌ای مانند لیمو می‌توان نوعی باتری ساخت و با آن یک لامپ  $LED$  را روشن کرد.

اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می‌دهد.

۲۳۵) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی عبارات نادرست:

پ)  $A'$  به آرایش الکترونی هشتایی نرسیده است و تعداد الکترون‌های  $Y$  برابر ۱۸ می‌باشد.

ت) تعداد الکترون‌های مبادله شده، برابر ۲ است.

عبارت‌های الف و ب درست می‌باشند. مقدار  $X$  در مورد الف ۲ الکترون است.

۲۳۶) ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به پتانسیل‌های کاهش استاندارد داده شده، واکنش‌های (الف) و (ب) و (ت) در جهت طبیعی انجام می‌

شوند ولی  $E^\circ$  واکنش (ت) به درستی محاسبه نشده است:

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = E^\circ_{Pb} - E^\circ_{Zn} = -0.13 - (-0.76) = +0.63 (v)$$

۲۳۷) ۱ ۲ ۳ ۴ لیتیم با عدد اتمی ۳ در میان فلزها کمترین چگالی و  $E^\circ$  را دارد که مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی



الکترون های آن برابر ۴ می باشد. نسبت شمار آنیون به کاتیون در  $FeI_2$  برابر ۲ است. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۲) دانشمندان با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم سلول با  $SHE$  توانستند پتانسیل بسیاری از نیم سلول ها را اندازه گیری کرده و در جدولی ثبت کنند.

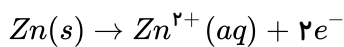
گزینه ۳) در برخی از واکنش های اکسایش - کاهش افزون بر داد و ستد الکترون، انرژی نیز آزاد می شود.

گزینه ۴) در هر تن از نمک دریاچه قم، بیش از ۲۰۰ گرم لیتیم وجود دارد.

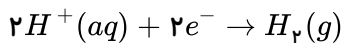
۲۳۸) ۱ ۲ ۳ ۴ در کاتد این دستگاه واکنش  $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$  انجام می شود.

در شکل، اطراف الکتروود سمت چپ، حجم گاز زیاد است، بنابراین  $H_2$  تولید شده است و این الکتروود باید کاتد باشد که قطب منفی دستگاه است.

۲۳۹) ۱ ۲ ۳ ۴ در آند، فلز روی براساس نیم واکنش زیر الکترون از دست می دهد:



در کاتد، یون های  $H^+(aq)$  با جذب الکترون و براساس نیم واکنش زیر، گاز هیدروژن تولید می کنند:

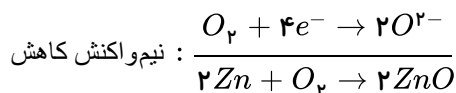
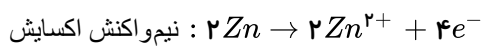


پس در این نیم واکنش ها، با داد و ستد ۲ مول الکترون مواجه هستیم:

$$?LH_p = 6,022 \times 10^{23} e^- \times \frac{1 \text{ mole}^-}{6,022 \times 10^{23} e^-} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mole}^-} \times \frac{22,4 LH_p}{1 \text{ mol } H_2} = 1,12 LH_p$$

۲۴۰) ۱ ۲ ۳ ۴ واکنش موازنه شده را به دست می آوریم.

$Zn$  اکسایش یافته پس کاهنده است.



$O_2 \rightleftharpoons$  کاهش یافته پس اکسنده است.

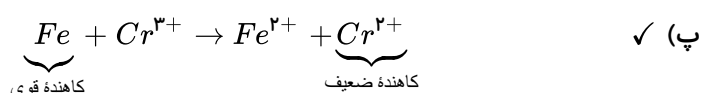
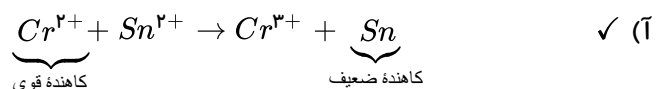
$$0,5 \text{ mol } Zn \times \frac{4 \text{ mole}^-}{2 \text{ mol } Zn} = 1 \text{ mole}^- = \text{مول الکترون مبادله شده}$$

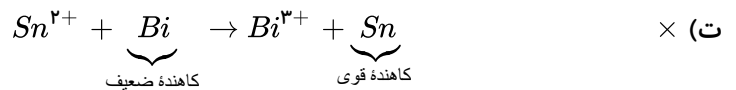
۲۴۱) ۱ ۲ ۳ ۴ برای محاسبه  $emf$  یک سلول گالوانی از رابطه زیر استفاده می شود:

$$(emf = E_{(کاتد)}^\circ - E_{(آند)}^\circ)$$

۲۴۲) ۱ ۲ ۳ ۴ برای آنکه یک واکنش خودبه خودی باشد باید کاهنده قوی تر در سمت چپ واکنش و کاهنده ضعیف تر در سمت

راست واکنش قرار داشته باشد:





۲۴۳ (۱) (۲) (۳) (۴) بررسی موارد:

(الف) نادرست. لیتیم در میان فلزها کمترین چگالی و  $E^\circ$  را دارد.

(ب) نادرست. باتری های دگمه ای از جمله باتری های لیتیومی است که در شکل ها و اندازه های گوناگون به کار می رود.

(پ) نادرست. در هر تن نمک آب دریاچه قم بیش از ۲۰۰ گرم لیتیم وجود دارد.

(ت) نادرست. ویژگی های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری های سبک تر، کوچک تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار شود.

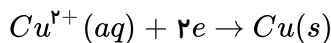
۲۴۴ (۱) (۲) (۳) (۴) در قطب کاتد کاتیونی کاهش می یابد که پتانسیل کاهشی بزرگ تری داشته باشد؛ بنابراین از میان کاتیون های

$Na^+$  و  $Ca^{2+}$  کاتیون سدیم کاهش می یابد و فلز سدیم تولید می شود.

و در قطب آند آنیونی اکسایش می یابد که پتانسیل کاهشی کمتری داشته باشد؛ بنابراین از میان آنیون های  $F^-$  و  $Cl^-$ ، آنیون  $Cl^-$  اکسایش می یابد و گاز کلر آزاد می شود.

۲۴۵ (۱) (۲) (۳) (۴) فلز آلومینیم به دلیل کاهنده تر بودن نسبت به فلز مس قطب آند است و فلز مس نقش کاتد را برعهده دارد.

یعنی نیمه واکنش کاتدی عبارت است از:



$$3,01 \times 10^{22} \times \frac{1 \text{ mol الکترون}}{6,02 \times 10^{23}} \times \frac{1 \text{ mol } Cu^{2+} \text{ مصرفی}}{2 \text{ mol الکترون}} = 0,1 \text{ mol } Cu^{2+}$$

$$II \text{ تغییر غلظت یون مس} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 \frac{\text{mol}}{L}$$

۲۴۶ (۱) (۲) (۳) (۴) فلزهای  $Au$  و  $Cu$  نمی توانند نقش اکسندگی داشته باشند و فقط کاهنده هستند. و از میان یون های فلزات

$Zn^{2+}$  و  $Al^{3+}$  به دلیل پتانسیل کاهشی بیشتر اکسندگی قوی تر است.

۲۴۷ (۱) (۲) (۳) (۴) بررسی موارد:

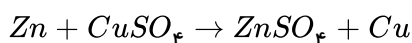
(آ) نادرست. در سلول حاصل از تماس دو فلز که در معرض هوا و رطوبت قرار می گیرند، فلزی که  $E^\circ$  بزرگ تری دارد، محافظت می شود، ولی کاهش نمی یابد.

(ب) نادرست. فلز آلومینیم اکسایش می یابد، ولی دچار خوردگی نمی شود.

(پ) نادرست. باتری های روی - نقره از جمله باتری های دگمه ای است.

(ت) درست.

۲۴۸ (۱) (۲) (۳) (۴)



$$3,2 \text{ g } Cu \times \frac{1 \text{ mol } Cu}{64 \text{ g } Cu} \times \frac{1 \text{ mol } Cu^{2+}}{1 \text{ mol } Cu} = 0,05 \text{ mol } Cu^{2+} \text{ مصرفی}$$

$$100 \text{ ml} \times \frac{2 \text{ mol } CuSO_4}{1000 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ mol } Cu^{2+}}{1 \text{ mol } CuSO_4} = 0,2 \text{ mol } Cu^{2+} \text{ اولیه}$$

$$\text{باقی مانده } 0,2 - 0,05 = 0,15 \text{ mol } Cu^{2+}$$

برای محاسبه تعداد مول تولید شده  $Zn^{2+}$  باید از تعداد مول مصرفی  $Cu^{2+}$  استفاده کنیم:

$$0,05 \text{ mol } Cu^{2+} \times \frac{1 \text{ mol } Zn^{2+}}{1 \text{ mol } Cu^{2+}} = 0,05 \text{ mol } Zn^{2+} \text{ تولید شده}$$



$$\frac{[Cu^{2+}]}{[Zn^{2+}]} = \frac{n_{Cu^{2+}}}{n_{Zn^{2+}}} = \frac{0.15}{0.05} = 3$$

۲۴۹) ۱ ۲ ۳ ۴ در سلول گالوانی مورد نظر  $SHE$  کاتد است و الکتروود پلاتینی آن در واکنش شرکت نمی‌کند و تغییر جرم ندارد. (مورد «آ» نادرست است.)

اندازه‌گیری پتانسیل یک الکتروود به طور جداگانه ممکن نیست. (مورد «ب» نادرست است.)  
پتانسیل‌های الکتروودی استاندارد همواره به صورت پتانسیل‌های کاهش استاندارد گزارش می‌شود. (مورد «پ» نادرست است.)

۲۵۰) ۱ ۲ ۳ ۴ موارد دوم و سوم نادرست هستند.

در پدیده‌هایی همچون تندر و آذرخش، بخشی از انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط پیرامون جاری شود. مبنای تولید انرژی الکتریکی، واکنش‌هایی شامل داد و ستد الکترون هستند.

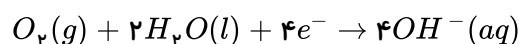
۲۵۱) ۱ ۲ ۳ ۴ در سلول گالوانی «مس - نقره»، نیم‌واکنش اکسایش در آند (الکتروود مس) انجام می‌شود و هر اتم مس دو الکترون از دست می‌دهد و به شکل یون مس ( $II$ ) ( $Cu^{2+}$ ) وارد محلول می‌شود. به دلیل تولید الکترون در این الکتروود آن را با علامت منفی نشان می‌دهند. هم‌چنین نیم‌واکنش کاهش در کاتد (الکتروود نقره) انجام می‌شود که دارای علامت مثبت است.

۲۵۲) ۱ ۲ ۳ ۴

Pt  
Cu  
Mn  
Al

ردیف «۱»:  $Cu$ ، آند و  $Pt$  کاتد ← پتانسیل پلاتین، مثبت‌تر از مس  
ردیف «۲»:  $Al$ ، آند و  $Mn$  کاتد ← پتانسیل منگنز، مثبت‌تر از آلومینیم  
ردیف «۳»:  $Al$ ، آند و  $Cu$  کاتد ← پتانسیل مس، مثبت‌تر از آلومینیم  
ردیف «۴»:  $Mn$ ، آند و  $Cu$  کاتد ← پتانسیل مس، مثبت‌تر از منگنز  
درستی (آ): چون  $Al$  قوی‌ترین کاهنده و  $Pt$  ضعیف‌ترین کاهنده است.  
درستی (ب): چون  $Mn$  کاهنده قوی‌تری از  $Cu$  است، پس  $Cu^{2+}$  اسکندۀ قوی‌تری از  $Mn^{2+}$  است.  
نادرستی (پ): فلز خاصیت اکسندگی ندارد، اما یون  $Pt^{2+}$  قوی‌ترین اکسندۀ است.

نادرستی (ت): منگنز کاهنده قوی‌تری از مس است پس در سلول (مس - منگنز) مس کاتد بوده و در سلول (پلاتین - مس)، پلاتین کاتد است.  
۲۵۳) ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به شکل، آهن اکسید شده است پس باید آهن آند باشد در این صورت  $A(s)$  کاتد است و باید  $Sn(s)$  باشد و از نوع حلی است و در کاتد، کاهش  $O_2$  اتفاق می‌افتد.

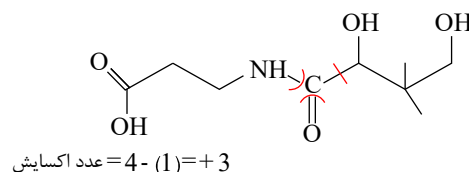


۲۵۴) ۱ ۲ ۳ ۴ جهت حرکت الکترون‌ها از آند (قطب مثبت) به کاتد (قطب منفی) است.  
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: واکنش رفت در آند و واکنش برگشت در کاتد انجام می‌شود.  
گزینه «۲»: الکتروود نقره اکسایش می‌یابد و یون نقره تولید می‌کند. با توجه به این‌که در محلول اولیه یون نقره وجود دارد و مقدار نقره اکسایش یافته و مقدار یون نقره کاهش یافته با هم برابر است، غلظت یون نقره در محلول ثابت می‌ماند.  
گزینه «۴»: طبق متن کتاب درسی صحیح است.

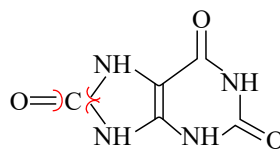
۲۵۵) ۱ ۲ ۳ ۴

گزینه «۱»



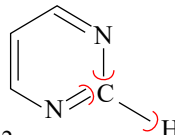


گزینه ۲»



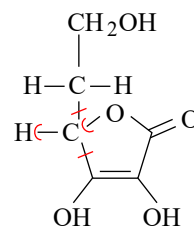
$$4 - (0) = 4 = \text{عدد اکسایش}$$

گزینه ۳»



$$4 - (2) = 2 = \text{عدد اکسایش}$$

گزینه ۴»



$$4 - (4) = 0 = \text{عدد اکسایش}$$

۲۵۶) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه ۱) آند سلول D از سایر آندها قوی‌تر است ولی کاتد این سلول قوی‌ترین اکسنده نیست، زیرا  $Ag^+$  در بین این کاتدها قوی‌ترین اکسنده است.

گزینه ۲)  $Ag^+$  اکسنده است و Ag نقش کاهنده را دارد. بنابراین این جمله از نظر مفهومی نادرست است.

گزینه ۴)  $E_C^\circ - E_A^\circ$  یک عدد منفی به دست می‌آید در حالی که نیروی الکتروموتوری سلول  $Cu - Ag$  عددی مثبت است.

۲۵۷) ۱ ۲ ۳ ۴ باتوجه به استاندارد بودن هر دو نیم‌سلول غلظت یون‌ها در هر دو نیم‌سلول برابر یک مولار است. در نتیجه تعداد مول یون‌های  $Cu^{2+}$  و  $Zn^{2+}$  در ابتدای واکنش به ترتیب برابر است با:

$$Cu^{2+} \text{ تعداد مول} \Rightarrow 0.5L \times \frac{1mol}{1L} = 0.5mol$$

$$Zn^{2+} \text{ تعداد مول} \Rightarrow 1L \times \frac{1mol}{1L} = 1mol$$

پس تعداد مول اولیه نباید با هم برابر باشد (رد گزینه‌های ۱ و ۴)

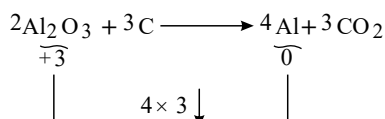
و از سوی دیگر با توجه به واکنش کلی  $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$  تعداد مول  $Cu^{2+}$  با گذشت زمان کاهش تعداد مول  $Zn^{2+}$  افزایش می‌یابد.

۲۵۸) ۱ ۲ ۳ ۴ حالت فیزیکی آلومینیم تولید شده در فرایند هال، مایع می‌باشد.

۲۵۹) ۱ ۲ ۳ ۴ در ترکیب  $NaBH_4$  عدد اکسایش اتم‌های B و Na به ترتیب +۳ و +۱ است، بنابراین عدد اکسایش هیدروژن برابر ۱- خواهد شد.

ترکیب  $OCl_2$  به دلیل خصلت نافلزی بیشتر اکسیژن، اکسیژن دارای عدد اکسایش ۲- و کلر دارای عدد اکسایش برابر ۱+ خواهد شد.

۲۶۰) ۱ ۲ ۳ ۴ (آ) نادرست. الکتروود آند از جنس گرافیت بوده و با کاهش جرم همراه است.



(ب) درست.

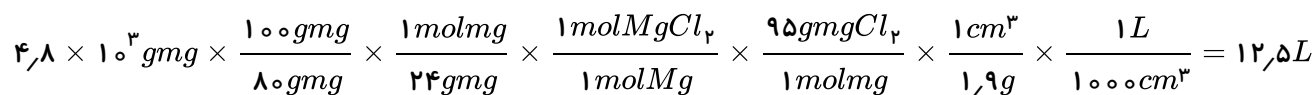
(پ) نادرست. فرایند هال به دلیل مصرف مقدار زیادی انرژی هزینه بالایی دارد.

۲۶۱ ۱ ۲ ۳ ۴

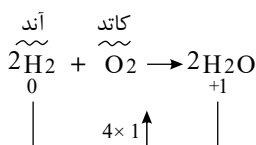
باتوجه به انجام‌پذیر بودن واکنش  $II$  و انجام‌ناپذیر بودن واکنش‌های  $I$  و  $III$  می‌توان موقعیت فلزها را در سری الکتروشیمیایی به صورت روبرو در نظر گرفت (هر فلز در سری با کاتیون بالایی خود واکنش خودبخودی می‌دهد)

(آ) نادرست. فلز  $M$  می‌تواند دارای پتانسیل کاهش مثبت یا منفی باشد.

1 2 3 4 262

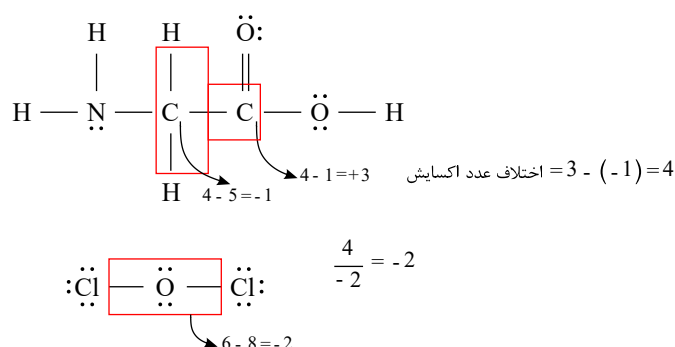


1 2 3 4 263



$$\Delta_{\text{elut}_{H_2}} \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{22,4} \times \frac{1 \text{ mol } e}{1 \text{ mol } H_2} = 0,5 \text{ mol}$$

1 2 3 4 ۲۶۴



۲۶۶ ۱ ۲ ۳ ۴ تنها عبارت (ب) درست است.

### بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) چراغ خورشیدی از باتری قابل شارژ تشکیل شده است.



پ) اکسیژن با اغلب فلزها واکنش می‌دهد.

ت) قدرت کاهندگی مس از روی کمتر بوده و نمی‌تواند به کاتیون‌های  $Zn^{2+}$  الکترون دهد.

۲۶۷) ۱ ۲ ۳ ۴ واکنش‌پذیری فلز نقره کمتر از مس است؛ پس واکنش فلز نقره با محلول مس (II) سولفات انجام نمی‌شود.

(نادرستی گزینه‌های ۱ و ۲)

فلز آلومینیم می‌تواند با اکسایش یافتن، الکترون‌های ظرفیت خود را به کاتیون مس (II) بدهد. به عبارت دیگر آلومینیم فعال‌تر از مس است و در نتیجه واکنش یاد شده گرماده است. از سوی دیگر کاتیون مس (II) با گرفتن الکترون‌های ظرفیت آلومینیم، کاهش می‌یابد و اکسند می‌باشد.

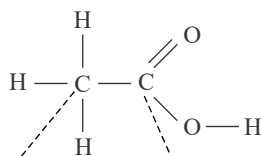
۲۶۸) ۱ ۲ ۳ ۴ فقط مورد سوم نادرست است، زیرا پیل سوختی برخلاف باتری‌های لیتیومی، توانایی ذخیره انرژی را ندارد.

۲۶۹) ۱ ۲ ۳ ۴ عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند.

واکنش  $Fe^{2+} + Au \rightarrow Fe + Au^{3+}$  به دلیل اینکه  $Fe^{2+}$  اکسند ضعیف‌تری نسبت به  $Au^{3+}$  است، در جهت طبیعی انجام نخواهد شد.

۲۷۰) ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»:

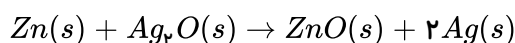


عدد اکسایش  $4 - 7 = -3$  عدد اکسایش  $4 - 1 = +3$

گزینه «۲»: لیتیوم در میان فلزها کمترین  $E^\circ$  را دارد و در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از سایر فلزها است.

گزینه «۳»: سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده شده مصرف می‌شود.

گزینه «۴»: در باتری‌های دگمه‌ای روی - نقره واکنش زیر انجام می‌شود.



در این واکنش  $Zn$  کاهنده و  $Ag^+$  اکسند است.

۲۷۱) ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به  $E^\circ$ ‌های داده شده،  $Cu$  کاتد و  $Fe$  آند است.

در یک سلول گالوانی به تدریج به جرم تیغه کاتدی افزوده می‌شود و آنیون‌ها از طریق دیواره متخلخل از سمت کاتد به سمت آند پیش می‌روند و الکترون‌ها از طریق سیم در مدار خارجی از آند به سمت کاتد پیش می‌روند.

$$emf = E_{\text{کاتد}}^\circ - E_{\text{آند}}^\circ = 0.34 - (-0.44) = 0.78V$$

۲۷۲) ۱ ۲ ۳ ۴ موارد آ و پ صحیح هستند.

در ابتدا باید بدانیم که  $A$  آند و  $B$  کاتد است.

بررسی موارد:

عبارت آ:

$$emf = E_{\text{کاتد}}^\circ - E_{\text{آند}}^\circ = 0.8 - (-1.18) = 1.98V$$

پس این عبارت صحیح است.

عبارت ب: جهت حرکت الکترون‌ها اشتباه رسم شده است.

عبارت پ: از جرم آند کاسته می‌شود و به جرم کاتد اضافه می‌شود، پس این عبارت درست است.

عبارت ت: اگر به جای  $A$  از عنصر  $Zn$  استفاده کنیم؛ نور لامپ کمتر می‌شود؛ این عبارت غلط است.



$$emf = 0.8 - (-0.76) = 1.56V$$

۲۷۳ بررسی گزینه‌ها: ۱ ۲ ۳ ۴

گزینه «۱»: عدد اکسایش نیتروژن در  $NH_3$  برابر ۳- و در  $NO$  برابر ۲+ است. بنابراین تفاوت آن‌ها برابر ۵ است:  $2 - (-3) = 5$   
گزینه «۲»: عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن از ۳- به ۲+ افزایش یافته است (افزایش عدد اکسایش یعنی اکسایش)

گزینه «۳»: عدد اکسایش اکسیژن کاهش یافته؛ بنابراین اکسیژن ضمن انجام واکنش، خودش کاهش یافته و نقش اکسنده را دارد.

گزینه «۴»: عدد اکسایش هیدروژن تغییر نکرده است، بنابراین نه اکسنده است و نه کاهنده.

۲۷۴ سه مورد «ب»، «پ» و «ث» صحیح است. چون فلز  $M$  به صورت یون  $M^{2+}$  وارد محلول الکترولیت یا قطره آب

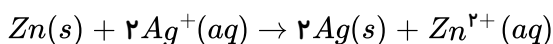
شده است، لذا فلز  $M$  از آهن کاهنده تر بوده است و اکسایش را انجام داده و آهن در نقش کاتد حفاظت شده است. بنابراین فلز  $M$  می‌تواند  $Zn$  باشد؛ ولی نمی‌تواند  $Sn$  باشد.

۲۷۵ ابتدا باید مول اولیه آن‌ها را بیابیم: ۱ ۲ ۳ ۴

$$?molZn = 65gZn \times \frac{1molZn}{65gZn} = 1molZn$$

$$?molAg = 108gAg \times \frac{1molAg}{108gAg} = 1molAg$$

از آنجا که روی آند است، به طور کامل مصرف و نقره تولید می‌شود:



$$?molAg = 1molZn \times \frac{2molAg}{1molZn} = 2molAg$$

تولید شده

پس در نهایت سه مول نقره خواهیم داشت.

۲۷۶ بررسی موارد: ۱ ۲ ۳ ۴

مورد الف) صحیح: در سلول ساخته شده از نقره و آهن، آهن آند و نقره کاتد است. جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی یک سلول گالوانی از آند به کاتد است.

مورد ب) صحیح: روی کاهنده تر از نقره است و اکسایش می‌یابد و به ازای کاهش ۶۵ گرم از جرم تیغه،  $2 \times 108 = 216$  گرم نقره بر روی آن می‌نشیند و جرم تیغه افزایش می‌یابد.

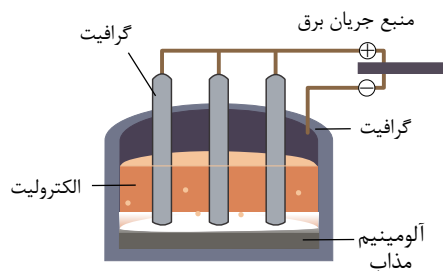
مورد پ) نادرست: کاهنده ترین گونه  $Zn$  و اکسنده ترین گونه یون  $Ag^+$  است.

مورد ت) نادرست:  $E^\circ$  الکتروود مس مثبت است و کاهش می‌یابد. بنابراین الکتروود مس، کاتد (قطب مثبت) و الکتروود  $SHE$ ، آند (قطب منفی) سلول خواهد بود.

۲۷۷ بررسی گزینه‌ها: ۱ ۲ ۳ ۴

گزینه «۱»: در این روش ابتدا آب دریا را با محلول بازی (حاوی یون‌های  $OH^-$ ) واکنش می‌دهند تا رسوب  $Mg(OH)_2(s)$  تولید شود.

گزینه «۲»: با توجه به شکل روبه‌رو، آلومینیوم مذاب در قسمت پایین دستگاه جمع شده، پس چگالی آن بیشتر است.



گزینه «۳»: در شهرهای صنعتی به دلیل وجود گازهای  $NO_x$  و  $SO_2$  در هوا، باران اسیدی تشکیل می‌شود که وجود یون  $H^+(aq)$  موجب افزایش سرعت خوردگی می‌شود.

گزینه «۴»: دومین گاز تشکیل دهنده هواکره از نظر درصد حجمی، گاز اکسیژن است که طی نیم‌واکنش  $2O^{2-}(l) \rightarrow O_2(g) + 4e^-$





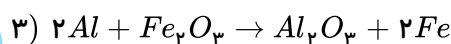
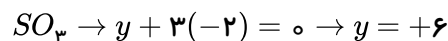
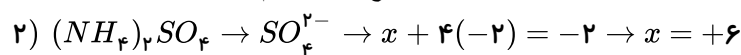
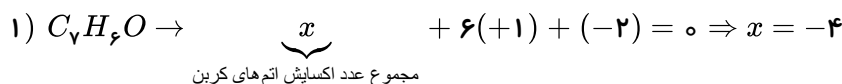
در آند (قطب مثبت) این فرآیند تولید می‌شود. اما به دلیل دمای بالا، آند گرافیتی با اکسیژن تولیدی واکنش داده و  $CO_2(g)$  تولید می‌شود پس حباب‌های تولید شده  $CO_2$  می‌باشند.

۲۷۸ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: واکنش اول در جهت طبیعی خود انجام می‌شود؛ پس قدرت کاهندگی  $Al$  بیشتر از  $Ag$  است. واکنش دوم در جهت طبیعی خود انجام نمی‌شود؛ یعنی فلز پلاتین نمی‌تواند یون‌های نقره را از محلول حاوی آن خارج کند. بنابراین قدرت کاهندگی  $Ag$  بیشتر از  $Pt$  می‌باشد. گزینه «۲»: با توجه به این که فلز روی کاهنده‌تر از فلز مس است؛ نتیجه می‌گیریم که  $Zn$  می‌تواند باعث کاهش یون‌های  $Cu^{2+}$  شود. بنابراین نمی‌توانیم محلول مس ( $II$ ) نیترات را در ظرفی از جنس فلز روی نگهداری کنیم.

گزینه «۳»: عدد اکسایش عنصرهای کلر و گوگرد در  $ClO_4^-$  و  $SO_4^{2-}$  به ترتیب برابر  $+7$  و  $+6$  است؛ پس این دو گونه با توجه به این که عنصرهای کلر و گوگرد در بالاترین عدد اکسایش خود قرار دارند، فقط می‌توانند اکسند باشند؛ ولی عدد اکسایش نیتروژن در  $NO_3^-$  برابر  $+3$  است؛ که مابین کمترین ( $-3$ ) و بیشترین ( $+5$ ) عدد اکسایش نیتروژن است. پس می‌تواند هم اکسند و هم کاهنده باشد. گزینه «۴»: این فلز لیتیم است که دارای کمترین چگالی و  $E^\circ$  در میان فلزها است.

۲۷۹ ۱ ۲ ۳ ۴

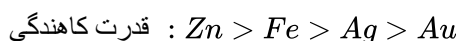


گونه کاهنده در این واکنش  $Al$  می‌باشد که عدد اکسایش آن، ۳ واحد تغییر می‌کند.

۲۸۰ ۱ ۲ ۳ ۴ چون دمای محلول دارای تیغه  $Z$  از همه بیش‌تر افزایش یافته است، از دو تیغه دیگر کاهنده‌تر است و چون دمای محلول دارای تیغه  $Y$  ثابت مانده است، یعنی با محلول  $Cu^{2+}$  واکنش نداده و از  $Cu$  قدرت کاهندگی کم‌تری دارد و می‌تواند طلا باشد که یک فلز نجیب است. فلز  $Z$  از فلز  $X$  کاهنده‌تر است و وقتی در هوای مرطوب در تماس اند، فلز  $Z$  در رقابت اکسایش برنده می‌شود.

۲۸۱ ۱ ۲ ۳ ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: درست. هر چه  $E^\circ$  کوچک‌تر و منفی‌تر باشد، راحت‌تر اکسید شده و کاهنده قوی‌تری است.



گزینه «۲»: نادرست. ظرفی از جنس نقره که  $E^\circ$  مثبت دارد، نمی‌تواند به  $H^+$  موج، در اسید الکترولیت بدهد و بین آن‌ها واکنشی انجام نمی‌شود. بنابراین محلول  $HCl$  را می‌توان در ظرفی از جنس نقره نگهداری کرد.

گزینه «۳»: درست. با توجه به  $E^\circ$ ‌های داده شده،  $Fe$  به  $Au^{3+}$  الکترولیت می‌دهد و واکنش انجام می‌شود.

گزینه «۴»: درست. پتانسیل کاهش استاندارد نیم سلول‌ها در دمای  $25^\circ C$ ، فشار  $1 atm$  و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت‌ها اندازه گیری می‌شود.

۲۸۲ ۱ ۲ ۳ ۴ عبارت‌های «ت» و «ث» درست هستند.

بررسی موارد:

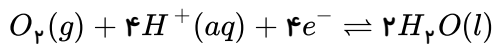
مورد آ) این سلول، ساختاری همانند سلول‌های گالوانی دارد.

مورد ب) اختلاف پتانسیل مشاهده شده، برابر  $E^\circ$  کاتدی است؛ زیرا  $E^\circ$  هیدروژن در شرایط استاندارد برابر صفر است.

$$E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - 0 = E^\circ_{\text{کاتد}}$$

مورد پ) کاربرد غشای مبادله کننده، انتقال یون‌های هیدروژن است.

مورد ت)

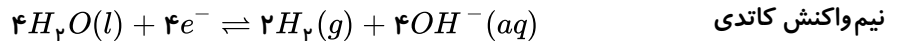
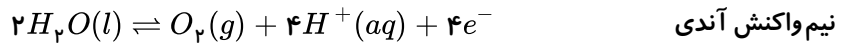


$$?mol e^- = 560 mL O_2 \times \frac{1 mol O_2}{22400 mL O_2} \times \frac{4 mol e^-}{1 mol O_2} = 0.1 mol e^-$$

مورد ث) با توجه به واکنش کلی سوختن هیدروژن ( $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ ) ضریب  $H_2$  دو برابر  $O_2$  است. بنابراین حجم گاز مصرف شده در کاتد ( $O_2$ )، نصف حجم گاز مصرف شده در آنود ( $H_2$ ) است.

۲۸۳ بررسی گزینه‌ها: ۱ ۲ ۳ ۴

گزینه ۱) درست: با توجه به نیم‌واکنش‌های انجام شده در فرایند برقکافت آب می‌توان گفت:



در کاتد گاز هیدروژن تولید می‌شود که می‌توان برای نیم‌واکنش آندی سلول سوختی استفاده کرد.

گزینه ۲) درست: گاز اکسیژن در اطراف آنود تولید می‌شود که به قطب مثبت باتری متصل شده است.

گزینه ۳) درست: به ازای تعداد الکترون مبادله شده یکسان در آنود و کاتد، تعداد مول یکسان هیدروکسید ( $OH^-$ ) و پروتون ( $H^+$ ) تولید می‌شود، بنابراین با گذشت زمان، آب خنثی باقی می‌ماند.

$$?mol e = 4g O_2 \times \frac{1 mol O_2}{32g O_2} \times \frac{4 mol e^-}{1 mol O_2} = 0.5 mol e^-$$

۲۸۴ بررسی سایر گزینه‌ها: ۱ ۲ ۳ ۴

گزینه ۱) با افزودن کلسیم کلرید به سدیم کلرید در سلول دانه، دمای ذوب نمک طعام تا حدود  $587^\circ C$  کاهش می‌یابد.

گزینه ۲) در قطب مثبت سلول، یون‌های کلرید اکسایش و در کاتد یون‌های سدیم کاهش می‌یابند.

گزینه ۳) به دلیل چگالی پایین، سدیم مذاب از قسمت بالای سلول جدا می‌شود.

۲۸۵ موارد آ، پ و ت صحیح هستند. ۱ ۲ ۳ ۴

در آبکاری نقره نمی‌توان از نمک‌های نامحلول مثل  $AgCl$  استفاده کرد.

# پاسخنامه کلیدی

۱	۱	۲	۳	۴
۲	۱	۲	۳	۴
۳	۱	۲	۳	۴
۴	۱	۲	۳	۴
۵	۱	۲	۳	۴
۶	۱	۲	۳	۴
۷	۱	۲	۳	۴
۸	۱	۲	۳	۴
۹	۱	۲	۳	۴
۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۵	۱	۲	۳	۴
۱۶	۱	۲	۳	۴
۱۷	۱	۲	۳	۴
۱۸	۱	۲	۳	۴
۱۹	۱	۲	۳	۴
۲۰	۱	۲	۳	۴
۲۱	۱	۲	۳	۴
۲۲	۱	۲	۳	۴
۲۳	۱	۲	۳	۴
۲۴	۱	۲	۳	۴
۲۵	۱	۲	۳	۴
۲۶	۱	۲	۳	۴
۲۷	۱	۲	۳	۴
۲۸	۱	۲	۳	۴
۲۹	۱	۲	۳	۴
۳۰	۱	۲	۳	۴
۳۱	۱	۲	۳	۴
۳۲	۱	۲	۳	۴
۳۳	۱	۲	۳	۴
۳۴	۱	۲	۳	۴
۳۵	۱	۲	۳	۴

۳۶	۱	۲	۳	۴
۳۷	۱	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	۳	۴
۳۹	۱	۲	۳	۴
۴۰	۱	۲	۳	۴
۴۱	۱	۲	۳	۴
۴۲	۱	۲	۳	۴
۴۳	۱	۲	۳	۴
۴۴	۱	۲	۳	۴
۴۵	۱	۲	۳	۴
۴۶	۱	۲	۳	۴
۴۷	۱	۲	۳	۴
۴۸	۱	۲	۳	۴
۴۹	۱	۲	۳	۴
۵۰	۱	۲	۳	۴
۵۱	۱	۲	۳	۴
۵۲	۱	۲	۳	۴
۵۳	۱	۲	۳	۴
۵۴	۱	۲	۳	۴
۵۵	۱	۲	۳	۴
۵۶	۱	۲	۳	۴
۵۷	۱	۲	۳	۴
۵۸	۱	۲	۳	۴
۵۹	۱	۲	۳	۴
۶۰	۱	۲	۳	۴
۶۱	۱	۲	۳	۴
۶۲	۱	۲	۳	۴
۶۳	۱	۲	۳	۴
۶۴	۱	۲	۳	۴
۶۵	۱	۲	۳	۴
۶۶	۱	۲	۳	۴
۶۷	۱	۲	۳	۴
۶۸	۱	۲	۳	۴
۶۹	۱	۲	۳	۴
۷۰	۱	۲	۳	۴

۷۱	۱	۲	۳	۴
۷۲	۱	۲	۳	۴
۷۳	۱	۲	۳	۴
۷۴	۱	۲	۳	۴
۷۵	۱	۲	۳	۴
۷۶	۱	۲	۳	۴
۷۷	۱	۲	۳	۴
۷۸	۱	۲	۳	۴
۷۹	۱	۲	۳	۴
۸۰	۱	۲	۳	۴
۸۱	۱	۲	۳	۴
۸۲	۱	۲	۳	۴
۸۳	۱	۲	۳	۴
۸۴	۱	۲	۳	۴
۸۵	۱	۲	۳	۴
۸۶	۱	۲	۳	۴
۸۷	۱	۲	۳	۴
۸۸	۱	۲	۳	۴
۸۹	۱	۲	۳	۴
۹۰	۱	۲	۳	۴
۹۱	۱	۲	۳	۴
۹۲	۱	۲	۳	۴
۹۳	۱	۲	۳	۴
۹۴	۱	۲	۳	۴
۹۵	۱	۲	۳	۴
۹۶	۱	۲	۳	۴
۹۷	۱	۲	۳	۴
۹۸	۱	۲	۳	۴
۹۹	۱	۲	۳	۴
۱۰۰	۱	۲	۳	۴
۱۰۱	۱	۲	۳	۴
۱۰۲	۱	۲	۳	۴
۱۰۳	۱	۲	۳	۴
۱۰۴	۱	۲	۳	۴
۱۰۵	۱	۲	۳	۴

۱۰۶	۱	۲	۳	۴
۱۰۷	۱	۲	۳	۴
۱۰۸	۱	۲	۳	۴
۱۰۹	۱	۲	۳	۴
۱۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۱۵	۱	۲	۳	۴
۱۱۶	۱	۲	۳	۴
۱۱۷	۱	۲	۳	۴
۱۱۸	۱	۲	۳	۴
۱۱۹	۱	۲	۳	۴
۱۲۰	۱	۲	۳	۴
۱۲۱	۱	۲	۳	۴
۱۲۲	۱	۲	۳	۴
۱۲۳	۱	۲	۳	۴
۱۲۴	۱	۲	۳	۴
۱۲۵	۱	۲	۳	۴
۱۲۶	۱	۲	۳	۴
۱۲۷	۱	۲	۳	۴
۱۲۸	۱	۲	۳	۴
۱۲۹	۱	۲	۳	۴
۱۳۰	۱	۲	۳	۴
۱۳۱	۱	۲	۳	۴
۱۳۲	۱	۲	۳	۴
۱۳۳	۱	۲	۳	۴
۱۳۴	۱	۲	۳	۴
۱۳۵	۱	۲	۳	۴
۱۳۶	۱	۲	۳	۴
۱۳۷	۱	۲	۳	۴
۱۳۸	۱	۲	۳	۴
۱۳۹	۱	۲	۳	۴
۱۴۰	۱	۲	۳	۴



۱۴۱	۱	۲	۳	۴
۱۴۲	۱	۲	۳	۴
۱۴۳	۱	۲	۳	۴
۱۴۴	۱	۲	۳	۴
۱۴۵	۱	۲	۳	۴
۱۴۶	۱	۲	۳	۴
۱۴۷	۱	۲	۳	۴
۱۴۸	۱	۲	۳	۴
۱۴۹	۱	۲	۳	۴
۱۵۰	۱	۲	۳	۴
۱۵۱	۱	۲	۳	۴
۱۵۲	۱	۲	۳	۴
۱۵۳	۱	۲	۳	۴
۱۵۴	۱	۲	۳	۴
۱۵۵	۱	۲	۳	۴
۱۵۶	۱	۲	۳	۴
۱۵۷	۱	۲	۳	۴
۱۵۸	۱	۲	۳	۴
۱۵۹	۱	۲	۳	۴
۱۶۰	۱	۲	۳	۴
۱۶۱	۱	۲	۳	۴
۱۶۲	۱	۲	۳	۴
۱۶۳	۱	۲	۳	۴
۱۶۴	۱	۲	۳	۴
۱۶۵	۱	۲	۳	۴
۱۶۶	۱	۲	۳	۴
۱۶۷	۱	۲	۳	۴
۱۶۸	۱	۲	۳	۴
۱۶۹	۱	۲	۳	۴
۱۷۰	۱	۲	۳	۴
۱۷۱	۱	۲	۳	۴
۱۷۲	۱	۲	۳	۴
۱۷۳	۱	۲	۳	۴
۱۷۴	۱	۲	۳	۴
۱۷۵	۱	۲	۳	۴

۱۷۶	۱	۲	۳	۴
۱۷۷	۱	۲	۳	۴
۱۷۸	۱	۲	۳	۴
۱۷۹	۱	۲	۳	۴
۱۸۰	۱	۲	۳	۴
۱۸۱	۱	۲	۳	۴
۱۸۲	۱	۲	۳	۴
۱۸۳	۱	۲	۳	۴
۱۸۴	۱	۲	۳	۴
۱۸۵	۱	۲	۳	۴
۱۸۶	۱	۲	۳	۴
۱۸۷	۱	۲	۳	۴
۱۸۸	۱	۲	۳	۴
۱۸۹	۱	۲	۳	۴
۱۹۰	۱	۲	۳	۴
۱۹۱	۱	۲	۳	۴
۱۹۲	۱	۲	۳	۴
۱۹۳	۱	۲	۳	۴
۱۹۴	۱	۲	۳	۴
۱۹۵	۱	۲	۳	۴
۱۹۶	۱	۲	۳	۴
۱۹۷	۱	۲	۳	۴
۱۹۸	۱	۲	۳	۴
۱۹۹	۱	۲	۳	۴
۲۰۰	۱	۲	۳	۴
۲۰۱	۱	۲	۳	۴
۲۰۲	۱	۲	۳	۴
۲۰۳	۱	۲	۳	۴
۲۰۴	۱	۲	۳	۴
۲۰۵	۱	۲	۳	۴
۲۰۶	۱	۲	۳	۴
۲۰۷	۱	۲	۳	۴
۲۰۸	۱	۲	۳	۴
۲۰۹	۱	۲	۳	۴
۲۱۰	۱	۲	۳	۴

۲۱۱	۱	۲	۳	۴
۲۱۲	۱	۲	۳	۴
۲۱۳	۱	۲	۳	۴
۲۱۴	۱	۲	۳	۴
۲۱۵	۱	۲	۳	۴
۲۱۶	۱	۲	۳	۴
۲۱۷	۱	۲	۳	۴
۲۱۸	۱	۲	۳	۴
۲۱۹	۱	۲	۳	۴
۲۲۰	۱	۲	۳	۴
۲۲۱	۱	۲	۳	۴
۲۲۲	۱	۲	۳	۴
۲۲۳	۱	۲	۳	۴
۲۲۴	۱	۲	۳	۴
۲۲۵	۱	۲	۳	۴
۲۲۶	۱	۲	۳	۴
۲۲۷	۱	۲	۳	۴
۲۲۸	۱	۲	۳	۴
۲۲۹	۱	۲	۳	۴
۲۳۰	۱	۲	۳	۴
۲۳۱	۱	۲	۳	۴
۲۳۲	۱	۲	۳	۴
۲۳۳	۱	۲	۳	۴
۲۳۴	۱	۲	۳	۴
۲۳۵	۱	۲	۳	۴
۲۳۶	۱	۲	۳	۴
۲۳۷	۱	۲	۳	۴
۲۳۸	۱	۲	۳	۴
۲۳۹	۱	۲	۳	۴
۲۴۰	۱	۲	۳	۴
۲۴۱	۱	۲	۳	۴
۲۴۲	۱	۲	۳	۴
۲۴۳	۱	۲	۳	۴
۲۴۴	۱	۲	۳	۴
۲۴۵	۱	۲	۳	۴

۲۴۶	۱	۲	۳	۴
۲۴۷	۱	۲	۳	۴
۲۴۸	۱	۲	۳	۴
۲۴۹	۱	۲	۳	۴
۲۵۰	۱	۲	۳	۴
۲۵۱	۱	۲	۳	۴
۲۵۲	۱	۲	۳	۴
۲۵۳	۱	۲	۳	۴
۲۵۴	۱	۲	۳	۴
۲۵۵	۱	۲	۳	۴
۲۵۶	۱	۲	۳	۴
۲۵۷	۱	۲	۳	۴
۲۵۸	۱	۲	۳	۴
۲۵۹	۱	۲	۳	۴
۲۶۰	۱	۲	۳	۴
۲۶۱	۱	۲	۳	۴
۲۶۲	۱	۲	۳	۴
۲۶۳	۱	۲	۳	۴
۲۶۴	۱	۲	۳	۴
۲۶۵	۱	۲	۳	۴
۲۶۶	۱	۲	۳	۴
۲۶۷	۱	۲	۳	۴
۲۶۸	۱	۲	۳	۴
۲۶۹	۱	۲	۳	۴
۲۷۰	۱	۲	۳	۴
۲۷۱	۱	۲	۳	۴
۲۷۲	۱	۲	۳	۴
۲۷۳	۱	۲	۳	۴
۲۷۴	۱	۲	۳	۴
۲۷۵	۱	۲	۳	۴
۲۷۶	۱	۲	۳	۴
۲۷۷	۱	۲	۳	۴
۲۷۸	۱	۲	۳	۴
۲۷۹	۱	۲	۳	۴
۲۸۰	۱	۲	۳	۴



۲۸۱ ۱ ۲ ۳ ۴

۲۸۲ ۱ ۲ ۳ ۴

۲۸۳ ۱ ۲ ۳ ۴

۲۸۴ ۱ ۲ ۳ ۴

۲۸۵ ۱ ۲ ۳ ۴