مدت زمان آزمون: --

نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: **شیمی ۱۲ - فصل ۲ - تا ابتدای الکترولیتی - آزمون ۳**

مرکز مشاوره تحصیلی
راه روشن

۱) همه گزینه‌های زیر صحیح می‌باشند به جز ..... .

۱) الکتروشیمی افزون بر تهیه مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی، می‌تواند در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.
۲) الکتروشیمی شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد.
۳) اطمینان از کیفیت فراورده در قلمرو تولید مواد دانش الکتروشیمی قرار دارد.
۴) ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های محتوی موادغذایی و لوازم آشپزی مقاوم در برابر خوردگی، چهره‌ای از افزایش سطح رفاه و آسایش هستند.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

اطمینان از کیفیت فراورده در قلمرو اندازه‌گیری و کنترل کیفی دانش الکتروشیمی قرار دارد.

(۲) شکل زیر الگویی از فرایند بین اتم‌ها در واکنش فلز روی و گاز اکسیژن را نشان می‌دهد. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

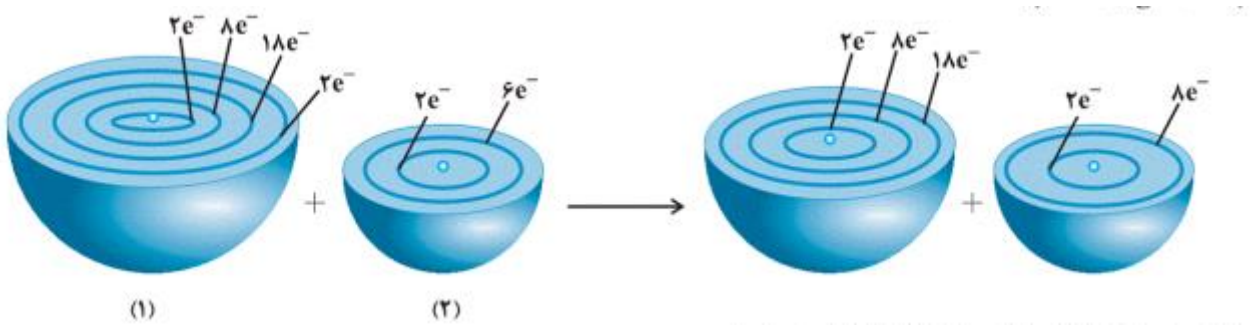
$(Zn = ۶۵g.mol^{-۱})$

آ) اتم شماره (۱) اکسیژن و اتم شماره (۲) روی است.

ب) در این واکنش، فلز روی اکسنده و گاز اکسیژن کاهنده است.

پ) نیم‌واکنش کاهش در واکنش کلی به صورت مقابل است: $(O_۲(g) + ۴e^- \rightarrow ۲O^{۲-}(s))$

ت) بر اثر مصرف ۱۳ گرم روی، $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ الکترون بین گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش مبادله می‌شود.



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

عبارت‌های (آ)، (ب) و (ت) نادرست هستند. بررسی عبارت‌ها:

آ) اتم شماره «۱» الکترون از دست داده و اتم شماره «۲» الکترون دریافت کرده است. درنتیجه با توجه به این‌که اکسیژن نافلزی فعال است و الکترون دریافت می‌کند، اتم شماره «۱» اتم روی و اتم شماره «۲» اتم اکسیژن است.

ب) ماده‌ای که با گرفتن الکترون سبب اکسایش گونه دیگر می‌شود، اکسنده و ماده‌ای که با دادن الکترون سبب کاهش گونه دیگر می‌شود، کاهنده نام دارد. درنتیجه گاز اکسیژن با دریافت الکترون کاهش یافته و اکسنده است و فلز روی با ازدست دادن الکترون، اکسایش یافته و کاهنده است.

پ) درست. نیم‌واکنش کاهش به‌صورت $O_۲(g) + ۴e^- \rightarrow ۲O^{۲-}(s)$ است.

ت) نادرست.

$۲Zn(s) + O_۲(g) \rightarrow ۲ZnO(s)$

$\text{تعداد الکترون‌ها} = ۱۳gZn \times \frac{۱molZn}{۶۵gZn} \times \frac{۲mole^-}{۱molZn}$

$\times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}e^-}{۱mole^-} = ۲/۴۰۸ \times ۱۰^{۲۳}e^-$

③ با وارد کردن یک تیغه روی در محلول آبی حاوی یون‌های Cu^{2+} در یک بازه زمانی مشخص، ۱۳ گرم از آن اکسایش یافته است. اگر فرض کنیم تمام مس تولید شده بر روی این تیغه فلزی رسوب کند، تغییر جرم تیغه در این مدت چند گرم خواهد بود؟ $(Zn = ۶۵, Cu = ۶۴ : g.mol^{-1})$

۱) ۱۲/۸ ۲) ۰/۲ ۳) ۶/۴ ۴) ۰/۱

پاسخ: گزینه ۲

واکنش انجام شده عبارت است از:

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

با توجه به جرم Zn اکسایش یافته خواهیم داشت:

$$?\,g\,Cu = ۱۳g\,Zn \times \frac{۱mol\ Zn}{۶۵\,g\,Zn} \times \frac{۱\,mol\,Cu}{۱\,mol\,Zn} \times \frac{۶۴g\,Cu}{۱\,mol\,Cu} = ۱۲/۸\,g\,Cu$$

Zn اکسید شده (۱۳ گرم) وارد محلول شده و ۸/۱۲ گرم Cu تولید شده بر روی این تیغه می‌نشیند. بدین‌ترتیب خواهیم داشت:

کاهش جرم ۰/۲g = ۱۲/۸ − ۱۳

۴) چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) در گذشته برای عکاسی از سوختن فلزی استفاده می‌شد که در آرایش الکترونی خود ۶ الکترون با $l = 0$ دارد.

ب) تعداد الکترون‌های مبادله شده براثر تشکیل ۰/۴ مول مس (II) سولفید، $\frac{۴}{۳}$ برابر تعداد الکترون‌های مبادله شده بر اثر تشکیل ۰/۱ مول آلومینیم اکسید از عنصرهای سازنده است.

پ) اگر فلز M بتواند یون $Cu^{۲+}$ را کاهش دهد اما بر محلولی از یون‌های روی بی‌اثر باشد، فلز M می‌تواند آهن باشد.

ت) اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

همه عبارت‌ها صحیح هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت «الف»: در گذشته برای عکاسی از سوختن فلز منیزیم استفاده می‌شد. در آرایش الکترونی این فلز، ۶ الکترون با $l = 0$ وجود دارد:

$_{۱۲}Mg : ۱s^۲/۲s^۲۲p^۶/۳s^۲$

عبارت «ب»: تعداد الکترون‌های مبادله‌شده برای تشکیل این دو ترکیب برابر است با:

۰/۴مول مس (II) سولفید : $۰/۴ \times ۲ \times ۱ = ۰/۸ mol\ e^-$

۰/۱مول آلومینیم اک : $۰/۱ \times ۳ \times ۲ = ۰/۶ mol\ e^-$

$\Rightarrow$نسبت خواسته شده $= \frac{۰/۸}{۰/۶} = \frac{۴}{۳}$

عبارت «پ»: مقایسه قدرت کاهندگی سه‌فلز Cu، Fe و Zn به‌صورت $(Zn > Fe > Cu)$ است؛ درنتیجه فلز Fe می‌تواند یون‌های $Cu^{۲+}$ را کاهش دهد اما اثری بر یون‌های $Zn^{۲+}$ ندارد.

$$Fe(s) + Cu^{۲+}(aq) \rightarrow Fe^{۲+}(aq) + Cu(s)$$

$$Fe(s) + Zn^{۲+}(aq) \rightarrow \text{انجام‌پذیر نیست}$$

عبارت «ت»: در واکنش اغلب فلزها با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می‌شود: $M(s) + nHX(aq) \rightarrow MX_n(aq) + \frac{n}{۲}H_۲(g)$

⑤ تیغه‌ای از جنس فلز آلومینیم را درون محلول منگنز (II) سولفات قرار می‌دهیم. اگر بدانیم قدرت اکسندگی یون Mn^{2+} بیش‌تر از یون Al^{3+} است، کدام گزینه به مطلبی درست اشاره دارد؟ ($Al = 27 : g.mol^{-1}$)

۱) مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیبات در معادله موازنه‌شده این واکنش برابر با ۸ است.

۲) در این واکنش به‌تدریج غلظت یون‌های Al^{3+} کاهش می‌یابد.

۳) در این واکنش به‌ازای مصرف ۲۷ گرم آلومینیم، $1/806 \times 10^{24}$ الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود.

۴) در این واکنش، آلومینیم نقش اکسنده و یون Mn^{2+} نقش کاهنده دارد.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

معادله موازنه‌شده واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$2Al(s) + 3MnSO_4(aq) \rightarrow 3Mn(s) + Al_2(SO_4)_3(aq)$$

$$?e^- = 27gAl \times \frac{1molAl}{27gAl} \times \frac{6mole^-}{2molAl} \times \frac{6/02 \times 10^{23} e^-}{1mole^-}$$

$$= 1/806 \times 10^{24} e^-$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: مجموع ضرایب استوکیومتری ترکیبات ($MnSO_4$ و $Al_2(SO_4)_3$) در معادله موازنه‌شده این واکنش برابر با ۴ است.

گزینه «۲»: در این واکنش به‌تدریج از غلظت یون‌های $Mn^{2+}(aq)$ کاسته شده و بر غلظت یون‌های $Al^{3+}(aq)$ افزوده می‌شود.

گزینه «۴»: در این واکنش، $Al(s)$ اکسید شده و نقش کاهنده داشته و یون $Mn^{2+}(aq)$ کاهش یافته و نقش اکسنده دارد.

⑥ با توجه به واکنش $2C^{2+}(aq) + B^{2+}(aq) \rightarrow B(s) + 2C^{3+}(aq)$ که به طور طبیعی انجام می‌شود و هم‌چنین با دانستن اینکه قدرت اکسندگی A^+ از B^{2+} بیشتر بوده و قدرت کاهندگی D نیز از C^{2+} بیشتر است، کدام‌یک از واکنش‌های زیر می‌توانند به‌طور طبیعی انجام شوند؟

آ) $C^{3+}(aq) + A(s) \rightarrow C^{2+}(aq) + A^+(aq)$

ب) $2D(s) + 3B^{2+}(aq) \rightarrow 2D^{3+}(aq) + 3B(s)$

پ) $3C^{2+}(aq) + D^{3+}(aq) \rightarrow 3C^{3+}(aq) + D(s)$

۱) (آ)
۲) (آ) و (پ)
۳) (ب) و (پ)
۴) (ب)

پاسخ: گزینه ۴

مطابق معادله واکنش، قدرت الکترون‌دهی (کاهندگی) C^{2+} بیشتر از B است از طرفی B نیز الکترون‌دهنده‌تر از A می‌باشد و هم‌چنین D از C^{2+} الکترون‌دهنده‌تر است. بنابراین با توجه به جایگاه عنصرها در جدول مقابل که براساس اطلاعات داده شده رسم شده است، واکنش‌های (آ) و (پ) نمی‌توانند انجام شوند و فقط واکنش (ب) انجام‌پذیر است.

	$A^+_{(aq)}$	$+e \rightarrow$	$A_{(s)}$
کسنده تر ↑	B^{+2}	$+2e \rightarrow$	$B_{(s)}$
	$C^{+3}_{(aq)}$	$+e \rightarrow$	$C^{+2}_{(aq)}$
	$D^{+3}_{(aq)}$	$+3e \rightarrow$	$D_{(s)}$

↓ کاهنده تر

⑦ در سلول گالوانی $(Al - Cu)$ اگر $۷۲/۲۴ \times ۱۰^{۲۲}$ عدد الکترون مبادله شود، تغییر جرم تیغه کاتد تقریباً چند برابر تغییر جرم تیغه آند خواهد بود؟ $(Cu = ۶۴ \ , \ Al = ۲۷ : g.mol^{-۱})$

$(E^{\circ}_{Al^{۳+}/Al} = -۱/۶۶V \ , E^{\circ}_{Cu^{۲+}/Cu} = +۰/۳۴V)$

۱) ۲/۴ **۲)** ۰/۸۵

۳) ۳/۵۶ **۴)** ۰/۴۲

پاسخ: گزینه ۳

الکترود مس نقش کاتد و الکترود آلومینیم نقش آند را دارد:

$$۳Cu^{۲+}(aq) + ۲Al(s) \rightarrow ۳Cu(s) + ۲Al^{۳+}(aq)$$

$$\frac{\text{تغییر جرم کاتد}}{\text{تغییر جرم آند}} = \frac{۳molCu \times \frac{۶۴gCu}{۱molCu}}{۲molAl \times \frac{۲۷gAl}{۱molAl}} \simeq ۳/۵۶$$

⑧ کدام موارد از مطالب زیر در مورد سلول گالوانی (نقره ـ روی) درست است؟ $(Ag = ۱۰۸, Zn = ۶۵ : g.mol^{-۱})$

$E^{\circ}(Zn^{۲+}/Zn) = -۰/۷۶V$

$E^{\circ}(Ag^{+}/Ag) = +۰/۸V$

الف) جهت حرکت کاتیون‌ها در مدار درونی و الکترون در مدار بیرونی از نیم‌سلول روی به نیم‌سلول نقره است.

ب) غلظت کاتیون‌ها برخلاف آنیون‌ها در هر نیم‌سلول تغییر می‌کند.

ج) اگر پایانه منفی ولت‌سنج به تیغه نقره متصل باشد؛ ولت‌سنج عدد $-۱/۵۶V$ را نشان می‌دهد.

د) به‌ازای ۰/۶۵ مصرف گرم آند، ۲/۱۶ گرم بر جرم تیغه کاتد افزوده می‌شود.

۱) ب، ج **۲)** الف، ج، د **۳)** ج، د **۴)** الف، ج

پاسخ: گزینه ۲

بررسی موارد:

الف) جهت حرکت کاتیون‌ها از آند (روی) به کاتد (نقره) در مدار درونی و جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از روی به نقره است.

ب) در سلول گالوانی غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در هر نیم‌سلول تغییر می‌کند.

ج) با اتصال معکوس پایانه‌های ولت‌سنج به آند و کاتد؛ ولت‌سنج ولتاژ را منفی نشان می‌دهد.

$$E_{\text{سلول}} = E_{\text{کاتد}} - E_{\text{آند}} = +۰/۸ - (-۰/۷۶) = ۱/۵۶V$$

از آنجا که نقره قطب (+) است؛ پس پایانه ولت‌سنج معکوس متصل شده است.

د) واکنش انجام شده در سلول گالوانی به‌صورت زیر است:

$$Zn(s) + ۲Ag^{+}(aq) \rightarrow Zn^{۲+}(aq) + ۲Ag(s)$$

با داشتن مقدار مصرفی آند، جرم افزوده شده به کاتد را محاسبه می‌کنیم.

$$۰/۶۵g\ Zn \times \frac{۱mol\ Zn}{۶۵g\ Zn} \times \frac{۲mol\ Ag}{۱mol\ Zn} \times \frac{۱۰۸g\ Ag}{۱mol\ Ag} = ۲/۱۶gAg$$

⑨ با اتصال هر یک از دو نیم سلول A و B به قطب مثبت و اتصال نیم سلول SHE به قطب منفی، ولت‌سنج به ترتیب اعداد ۱/۲+ و ۰/۴۴- ولت را نشان می‌دهد. با توجه به آن عبارت کدام گزینه صحیح است؟

۱) قدرت اکسندگی گونه A^{n+} از یون هیدروژن کمتر است.
۲) در سلول (B – A)، نیم واکنش‌های انجام شده به صورت $A^{n+} + ne^- \rightleftharpoons A$ و $B \rightleftharpoons B^{m+} + me^-$ می‌باشد.
۳) در سلول گالوانی (A – SHE)، جهت حرکت الکترون از نیم سلول A به نیم سلول SHE است.
۴) اختلاف پتانسیل سلول گالوانی (B – A) برابر ۰/۷۶ ولت است.

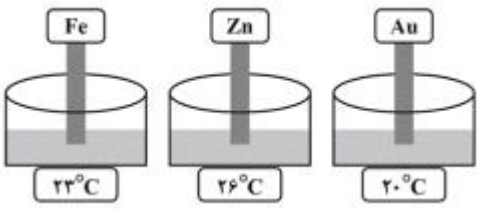
پاسخ: گزینه ۲

نیم‌سلول SHE به قطب منفی ولت‌سنج متصل شده است و پتانسیل سلول (A – SHE) مثبت است؛ یعنی در سری الکتروشیمیایی، گونه A در پایین H قرار گرفته است، بنابراین قدرت اکسندگی گونه A^{n+} از یون هیدروژن بیشتر است پس در سلول گالوانی (A – SHE) الکترون از آند (الکترود SHE) به کاتد (الکترود A) منتقل می‌شود.

پتانسیل سلول (B – SHE) منفی است، یعنی در سری الکتروشیمیایی، گونه B در بالای H قرار می‌گیرد، چون پتانسیل کاهشی گونه A از B بیشتر است، بنابراین در سلول گالوانی (B – A) در کاتد گونه A به صورت خود به خودی احیاء $(A^{n+} + ne^- \rightleftharpoons A)$ و در آند گونه B به صورت خود به خودی اکسید $(B \rightleftharpoons B^{m+} + me^-)$ می‌شود پتانسیل سلول نیز برابر $1/64\ V = (-0/44) - 1/2$ می‌باشد.

---

⑩ مطابق شکل، درون همه ظرف‌ها محلول مس(II)سولفات آبی رنگ وجود دارد که درون آن‌ها تیغه‌هایی از فلزات مختلف در دمای ۲۰°C قرار داده‌ایم و پس از مدتی دمای جدید محلول را یادداشت نموده‌ایم. با توجه به این آزمایش کدام نتیجه‌گیری نادرست می‌باشد؟ ($Cu = 64, Zn = 65, Fe = 56, Au = 197 : g.mol^{-1}$) (فرض کنید در صورت تشکیل رسوب، اتم‌های آن بر روی تیغه قرار می‌گیرند.)



۱) ترتیب کاهندگی به‌صورت $Zn > Fe > Cu > Au$ می‌باشد.
۲) چنان‌چه در همین دما تیغه مسی را درون محلول $Au(NO_3)_3$ قرار دهیم دما از ۲۰°C بالاتر خواهد رفت.
۳) بین تیغه مس و محلول مس(II)سولفات هیچ واکنشی انجام نخواهد شد.
۴) از جرم تیغه‌های روی و آهن کاسته می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

بررسی گزینه‌ها:

گزینه‌های «۱» و «۲»: از آن‌جایی که محلول مس(II) سولفات با طلا واکنش نمی‌دهد می‌توان دریافت که طلا کاهنده ضعیف‌تری است و قدرت اکسندگی بیشتری دارد.

گزینه «۳»: هیچ فلزی با نمکی از جنس خودش واکنش نمی‌دهد.

گزینه «۴»: با توجه به جرم مولی مس، آهن و روی معلوم می‌شود که به جرم تیغه آهن افزوده می‌شود.

⑪ چه تعداد از موارد زیر، عبارت «در یک سلول گالوانی .....» را به‌درستی تکمیل می‌کنند؟

الف) کاتیون‌ها به‌سمت نیم‌سلولی می‌روند که نیم‌واکنش کاهش در آن رخ می‌دهد.

ب) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی مشابه جهت حرکت آنیون‌ها است.

پ) قطب منفی الکترودی است که الکترون‌ها از آن خارج می‌شوند.

ت) واکنش کاهش در قطب مثبت سلول انجام می‌گیرد.

۱) ۴ **۲)** ۳ **۳)** ۲ **۴)** ۱

پاسخ: گزینه ۲

گزینه‌ی «۲»

عبارات «الف»، «پ» و «ت» درست‌اند.

بررسی عبارت نادرست:

عبارت «ب»: الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به سمت کاتد می‌روند؛ اما آنیون‌ها به‌سمت آند حرکت می‌کنند

⑫ کدام گزینه درست است؟

$$(E^\circ(B^{2+}/B) = -1/18V, E^\circ(C^{2+}/C) = -0/76V, E^\circ(A^{2+}/A) = -0/44V, E^\circ(Ag^{+}/Ag) = +0/8V$$

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

۱) با قرار دادن تیغه روی درون محلول مس (II) سولفات واکنشی رخ نمی‌دهد.
۲) در سلول گالوانی حاصل از اتصال دو نیم سلول نقره و مس، الکترود نقره دارای بار مثبت است.
۳) قدرت کاهندگی C از B بیشتر است.
۴) قدرت اکسندگی A^{2+} بیشتر از H^{+} است.

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: با قرار دادن تغیه روی درون محلول مس (II) سولفات، واکنش زیر رخ می‌دهد:

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$$

گزینه «۲»: نقره در سری الکتروشیمیایی بالاتر از مس جای دارد. بنابراین، نقش کاتد را ایفا کرده و علامت الکترود آن مثبت است.

گزینه «۳»: با توجه به پتانسیل کاهشی استاندارد، قدرت کاهندگی B از C بیشتر است.

گزینه «۴»: با توجه به پتانسیل کاهشی استاندارد، قدرت اکسندگی H^{+} بیشتر از A^{2+} است.

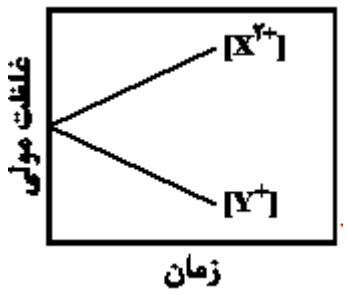
(۱۳) با توجه به اعداد درج شده برای پتانسیل کاهشی استاندارد سه فلز فرضی X، Y و Z می‌توان گفت .....

$$(E^\circ(Z^{3+}/Z) = -۱/۶۶V \ , \ E^\circ(Y^{+}/Y) = ۰/۸V \ , \ E^\circ(X^{2+}/X) = -۰/۱۴V)$$

۱) در سلول گالوانی حاصل از دو عنصر کاهنده‌تر، مقدار نیروی الکتروموتوری سلول (emf) برابر ۲/۴۶ ولت است.

۲) برای نگه‌داری محلول حاوی یون Z^{3+} می‌توان از ظرف‌هایی از جنس دو فلز دیگر استفاده کرد.

۳) در سلول گالوانی شامل X و Y نمودار تغییر غلظت یون‌ها طی انجام واکنش به‌صورت روبه‌رو است:



۴) در سلول گالوانی متشکل از فلز Z و نیم سلول استاندارد هیدروژن، Z قطب مثبت و الکترود آن، محل انجام نیم‌واکنش کاهش است.

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: هرچهٔ E° یک فلز منفی‌تر باشد، فلز کاهنده‌تر است. مقدار نیروی الکتروموتوری یک سلول از کم کردن E° آند از E° کاتد به‌دست می‌آید. بنابراین جواب برابر است با:

$$emf = -۰/۱۴ - (-۱/۶۶) = ۱/۵۲V$$

گزینهٔ «۲»: واکنش یون Z^{3+} با هر دو فلز X و Y انجام ناشدنی است بنابراین می‌توان از ظرف‌هایی با جنس این دو فلز استفاده کرد.

گزینهٔ «۳»: فلز X کاهنده‌تر است و اکسایش می‌یابد. در نتیجه غلظت یون‌های X^{2+} افزایش می‌یابد. در طرف دیگر یون Y^{+} اکسنده‌تر است و غلظت آن کم می‌شود. اما توجه کنید شیب تغییرات غلظت این دو یون متناسب با ضرایب استوکیومتری آنها در واکنش است.

گزینهٔ «۴»: با توجه به منفی بودن E° فلز Z، در سلول گالوانی مذکور، آند خواهد بود. در سلول گالوانی آند قطب منفی و محل انجام نیم‌واکنش اکسایش است.

(۱۴) در سلول گالوانی Zn – SHE، با عبور $۳/۰۱۱ \times ۱۰^{۲۲}$ الکترون از مدار بیرونی، pH محلول الکترولیت SHEبه میزان ..... واحد ..... می‌یابد. (حجم محلول نیم‌سلول SHE، ۱۰۰ میلی‌لیتر است و $\log ۵ = ۰/۷$)

۱) ۰/۲، افزایش **۲)** ۰/۲، کاهش **۳)** ۰/۳، افزایش **۴)** ۰/۳، کاهش

پاسخ: گزینه ۳

گزینه‌ی «۳»

در سلول گالوانی حاصل از روی و SHE، فلز روی، نقش آند و SHE کاتد است. در نتیجه معادله واکنش به‌صورت زیر است:

$$Zn + ۲H^{+} \rightarrow Zn^{۲+} + H_{۲}$$

به ازای هر مول الکترون مبادله شده،۱ مول H^{+} مصرف می‌شود. در نتیجه با عبور $۳/۰۱۱ \times ۱۰^{۲۲}$ الکترون، ۰/۰۵ مول H^{+} مصرف می‌شود.

$$\text{الکترون} \quad \frac{۳/۰۱۱ \times ۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}} = ۰/۰۵mol$$

از آنجا که غلظت اولیه H^{+}، $۱mol.L^{-۱}$ است، پس در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول، ۰/۱ مول H^{+} موجود بوده که با مصرف ۰/۰۵ مول از آن، مول نهایی برابر ۰/۰۵ خواهد شد.

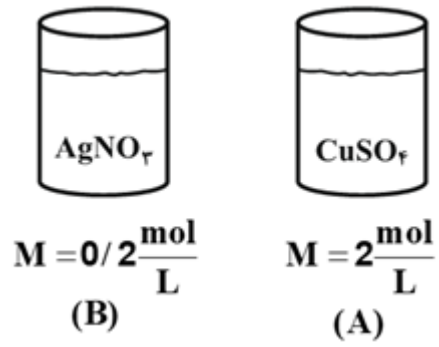
$$molH^{+} = ۰/۱ - ۰/۰۵ = ۰/۰۵$$

$$[H^{+}] = \frac{\text{مول نهایی}}{\text{حجم محلول}} = \frac{۰/۰۵}{۰/۱} = ۰/۵mol.L^{-۱}$$

$$pH = -\log[H^{+}] = \log ۰/۵ = ۰/۳$$

از آنجا که pH اولیه SHE، صفر است پس pH، ۰/۳ افزایش پیدا کرده است.

⑮ اگر تیغه‌ای از جنس فلز منیزیم به جرم ۵۰ گرم را ابتدا وارد ظرف A و سپس بعد از گذشت زمانی نسبتاً طولانی وارد ظرف B کنیم، چه اتفاقی خواهد افتاد؟ (حجم محلول‌های هر ظرف را یک لیتر در نظر بگیرید و فرض کنید رسوب‌های ایجاد شده طی واکنش‌های اکسایش – کاهش، روی تیغه نمی‌نشینند.) ($Mg = ۲۴, Cu = ۶۴, Ag = ۱۰۸ : g.mol^{-۱}$)



۱) پس از وارد کردن تیغه در ظرف A، همه آن مصرف می‌شود.

۲) در انتها، جرم تیغه به ۱/۶ درصد جرم اولیه خود می‌رسد.

۳) بعد از بیرون آوردن تیغه منیزیمی از ظرف A، تنها ۴۸ گرم از آن باقی می‌ماند.

۴) غلظت $Cu^{۲+}$ در ظرف A به صفر می‌رسد و در نهایت همه تیغه منیزیمی مصرف می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا باید ببینیم با وارد کردن تیغه منیزیمی به محلول ظرف A چند گرم از آن مصرف خواهد شد. (ممکن است همه آن مصرف شود!). واکنش انجام شده در ظرف A به‌صورت زیر است:

$$Mg(s) + Cu^{۲+}(aq) \rightarrow Mg^{۲+}(aq) + Cu(s)$$

بنابراین داریم:

$$\text{مصرف شده } ?gMg = \text{محلول } ۱L \times \frac{۲mol\ CuSO_۴}{\text{محلول } ۱L} \times \frac{۱molMg}{۱mol\ CuSO_۴}$$

$$\text{مصرف شده } ۴۸gMg = \times \frac{۲۴gMg}{۱molMg}$$

پس وقتی تیغه را پس از زمانی تقریباً طولانی (برای کامل شدن واکنش) از ظرف A بیرون می‌آوریم تنها ۲ گرم از آن باقی مانده است و تمامی کاتیون‌های مس مصرف می‌شوند و غلظت آن به صفر می‌رسد.

حال باید ببینیم با وارد کردن باقی‌مانده تیغه به ظرف B چه اتفاقی می‌افتد:

طبق واکنش $Mg(s) + ۲Ag^{+}(aq) \rightarrow Mg^{۲+}(aq) + ۲Ag(s)$ مقدار منیزیم مصرف شده را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{مصرف شده } ?gMg = \text{محلول } ۱L \times \frac{۰/۲mol\ Ag^{+}}{\text{محلول } ۱L} \times \frac{۱mol\ Mg}{۲mol\ Ag^{+}} \times \frac{۲۴gMg}{۱mol\ Mg} = \text{مصرف شده } ۲/۴\ gMg$$

این مقدار منیزیم بیشتر از جرم تیغه است، پس کل تیغه مصرف می‌شود و مقداری کاتیون نقره در محلول ظرف B باقی خواهد ماند. بنابراین گزینه «۴» صحیح می‌باشد.

(۱۶) در سلول گالوانی «Cu – Ag» اگر حجم محلول موجود در هر کدام از نیم‌سلول‌های استاندارد، برابر ۵۰۰ میلی‌لیتر باشد، در لحظه‌ای که غلظت محلول مس (II) در نیم‌سلول مس به ۱/۴ مولار می‌رسد، جرم تیغهٔ نقره چه تغییری کرده است؟ (فرض کنید که یون‌های Cu^{2+} تولید شده در نیم‌سلول مس باقی مانده‌اند.)

$(Cu = ۶۴ , Ag = ۱۰۸ : g.mol^{-1})$

۱) ۴۳/۲ گرم افزایش
۲) ۴۳/۲ گرم کاهش
۳) ۱۵۱/۲ گرم افزایش
۴) ۱۵۱/۲ گرم کاهش

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

چون نیم‌سلول‌ها استاندارد بوده‌اند، غلظت $[Cu^{2+}]$ در ابتدا برابر با یک مولار بوده و با کارکرد سلول به ۱/۴مولار رسیده است.

پس $۰/۴mol.L^{-1}$ مس (II) تولید شده و می‌توانیم با استفاده از آن جرم افزوده شده به تیغهٔ کاتدی یعنی نقره را محاسبه کنیم:

واکنش کلی سلول: $Cu(s) + ۲Ag^{+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + ۲Ag(s)$

$$?gAg = ۰/۵L\,محلول \times \frac{۰/۴molCu^{2+}}{۱L\,محلول} \times \frac{۲molAg}{۱molCu^{2+}} \times \frac{۱۰۸gAg}{۱molAg} = ۴۳/۲gAg$$

۴۳/۲g به جرم تیغهٔ نقره افزوده شده است.

(۱۷) با توجه به شکل زیر که به سلول الکتروشیمیایی استاندارد «آهن - مس» مربوط است، چند مورد از موارد زیر درست است؟

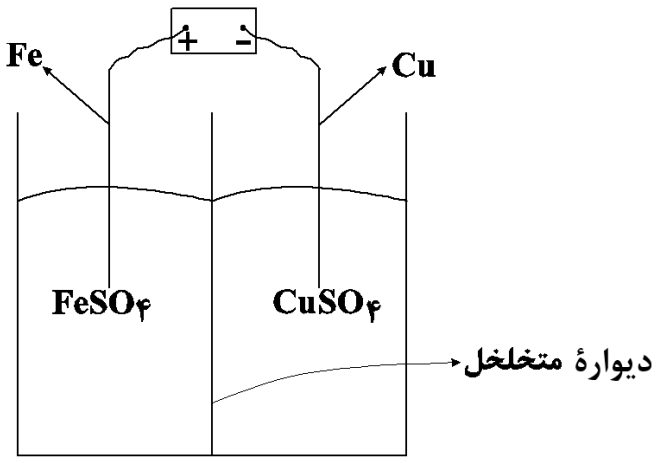
$E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44V \quad , \quad E^\circ = (Cu^{2+}/Cu) = +0/34V$

آ) E°ای که ولت‌سنج نشان می‌دهد، برابر ۰/۷۸ ولت است.

ب) با افزایش غلظت محلول $CuSO_4$، مقدار بیشتری از آهن دچار کاهش می‌شود.

پ) غلظت Fe^{2+} افزایش یافته و کاتیون‌ها از دیواره متخلخل به سوی قطب منفی سلول حرکت می‌کنند.

ت) این شکل طرح ساده‌ای از یک سلول گالوانی است که تیغه مس الکترون را از مدار بیرونی از تیغه آهن دریافت می‌کند.



۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳

بررسی موارد:

آ) قطب‌های ناهمنام سلول الکتروشیمیایی و ولت‌سنج به هم متصل می‌باشند، پس مقداری که ولت‌سنج نشان می‌دهد منفی است. (نادرست)

ب) با افزایش غلظت محلول $CuSO_4$ آهن بیشتری دچار اکسایش می‌شود. (نادرست)

پ) کاتیون‌ها به سمت قطب مثبت (مس) حرکت می‌کنند. (نادرست)

ت) تیغه مس کاتد و تیغه آهن آند است. جریان الکترون در مدار بیرونی از تیغه آهنی به سمت تیغه مسی است. (درست)

(۱۸) با توجه به پتانسیل‌های کاهشی استاندارد (E°) داده شده کدام گزینه نادرست است؟

$E^\circ(Pb^{2+}/Pb) = -۰/۱۳V$

$E^\circ(Al^{3+}/Al) = -۱/۶۶V$

$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -۰/۷۶V$

$E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -۰/۲۶V$

$E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -۲/۳۸V$

۱) واکنش $۳Pb^{2+}(aq) + ۲Al(s) \rightarrow ۳Pb(s) + ۲Al^{3+}(aq)$ در جهت برگشت غیرخودبه‌خودی است

۲) در سلول گالوانی «روی – نیکل» اگر غلظت یون Ni^{2+} را افزایش دهیم، ولتاژ سلول کاهش می‌یابد.

۳) محلول منیزیم‌نیترات را برخلاف محلول هیدروکلریک‌اسید می‌توان در ظرفی از جنس روی نگه داشت.

۴) مجموع E° سلول‌های گالوانی $(Al-Mg)$ و $(Al-Zn)$ برابر E° سلول گالوانی $(Zn-Mg)$ است.

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

گزینه «۱»: درست است. نکته: $E^\circ_{سلول} = E^\circ_{کاتد} - E^\circ_{آند}$

$$\begin{cases} E^\circ_{سلول} > ۰ \Rightarrow \text{واکنش از چپ به راست خودبه‌خودی} \quad \underline{\text{در جهت رفت}} \\ E^\circ_{سلول} < ۰ \Rightarrow \text{واکنش از راست به چپ خودبه‌خودی} \quad \underline{\text{در جهت برگشت}} \end{cases}$$

در واکنش $۳Pb^{2+}(aq) + ۲Al(s) \rightarrow ۳Pb(s) + ۲Al^{3+}(aq)$، داریم:

$$E^\circ_{سلول} = -۰/۱۳ - (-۱/۶۶) = +۱/۵۳$$

بنابراین این واکنش از چپ به راست خودبه‌خودی و در جهت راست به چپ (برگشت) غیرخودبه‌خودی است. گزینه «۲»: نادرست است.

نکته: ولتاژ سلول با غلظت محلول نیم سلول آندی رابطه عکس و با غلظت نیم سلول کاتدی رابطه مستقیم دارد، یعنی: ↑ ولتاژ سلول ⇒ ↑غلظت محلول کاتدی

در سلول «روی – نیکل» $(E^\circ_{Ni} > E^\circ_{Zn})$ نیکل نقش کاتد را دارد، بنابراین افزایش $[Ni^{2+}] \Leftarrow$ ↑ولتاژ سلول . گزینه «۳»: درست است.نکته: برای نگه‌داری یک محلول شیمیایی در یک ظرف فلزی باید:

$$E^\circ_{کاتیون موود در محلول} > E^\circ_{ظرف}$$

$E^\circ_{Mg^{2+}/Mg} < E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} < E^\circ_{هیدروژن}$، پس گزینه «۳» صحیح است.

گزینه «۴»: درست است.

$$\left.\begin{aligned} E^\circ_{سلول}(Al-Mg) &= -۱/۶۶ - (-۲/۳۸) = ۰/۷۲\ V \\ E^\circ_{سلول}(Al-Zn) &= -۰/۷۶ - (-۱/۶۶) = ۰/۹\ V \end{aligned}\right\} \Rightarrow ۰/۷۲ + ۰/۹ = ۱/۶۲\ V$$

$$E^\circ_{سلول}(Zn-Mg) = -۰/۷۶ - (-۲/۳۸) = ۱/۶۲\ V$$

(۱۹) دو سلول الکتروشیمیایی در اختیار داریم. سلول اول شامل نیم سلول‌های $Fe(s)/Fe^{2+}(aq)$ و $X(s)/X^{+}(aq)$ بوده و نیروی الکتروموتوری استاندارد آن برابر ۰/۷۸ ولت است. سلول دوم شامل نیم سلول‌های $Y(s)/Y^{2+}(aq)$ و $Fe(s)/Fe^{2+}(aq)$ بوده و نیروی الکتروموتوری استاندارد آن برابر ۰/۳۲ ولت است و آهن در این دو سلول به ترتیب قطب منفی و قطب مثبت محسوب می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟($E^{\circ}(Fe^{2+}/Fe) = -0/44V$ و جرم مولی X و Y را به ترتیب ۶۴ و ۶۵ گرم بر مول در نظر بگیرید.)

۱) تمایل فلز X برای اکسید شدن بیش‌تر از فلز Y است.

۲) با فرض مبادله الکترون‌های برابر در دو سلول، نسبت اندازه تغییر جرم الکترود X در سلول (۱) به تغییر جرم الکترود Y در سلول (۲)، تقریباً برابر ۱ است.

۳) در سلول الکتروشیمیایی متشکل از دو فلز X و Y، emf سلول برابر ۱/۱۰V است.

۴) می‌توان برای نگه‌داری محلول آهن(II)سولفات از ظرف‌هایی از جنس X و Y استفاده کرد.

پاسخ: گزینه ۳

در سلول (۱) آهن قطب منفی یعنی آند است و اکسایش می‌یابد و X کاتد است و یون‌های آن کاهش می‌یابند:

$$\begin{cases} Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \\ 2X^{+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow 2X(s) \end{cases}$$

$$\rightarrow Fe(s) + 2X^{+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2X(s)$$

$$emf = E^{\circ}_{\text{کاتد}} - E^{\circ}_{\text{آند}} \rightarrow 0/78 = E^{\circ}(X^{+}/X) - (-0/44)$$

$$\rightarrow E^{\circ}(X^{+}/X) = 0/34V$$

در سلول (۲) آهن قطب مثبت یعنی کاتد است و یون‌های آن کاهش می‌یابد و Y آند است و اکسید می‌شود:

$$\begin{cases} Y(s) \rightarrow Y^{2+}(aq) + 2e^{-} \\ Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Fe(s) \end{cases}$$

$$\rightarrow Y(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe(s) + Y^{2+}(aq)$$

$$emf = E^{\circ}_{\text{کاتد}} - E^{\circ}_{\text{آند}} \rightarrow 0/32 = (-0/44) - E^{\circ}(Y^{2+}/Y)$$

$$\rightarrow E^{\circ}(Y^{2+}/Y) = -0/76V$$

$$\xrightarrow{\text{در سلول گالوانی جدید}} emf = E^{\circ}(X^{+}/X) - E^{\circ}(Y^{2+}/Y)$$

$$= 0/34 - (-0/76) = 1/10V$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: با توجه به این که E° فلز Y از X کم‌تر است، کاهنده‌تر بوده و تمایل آن به اکسید شدن بیش‌تر است.

گزینه «۲»:

$$\frac{\text{تغییر جرم X}}{\text{تغییر جرم Y}} = \frac{n\text{mole}^{-} \times \frac{1\text{mol X}}{1\text{mole}^{-}} \times 64\text{gr X} 1\text{mol X}}{n\text{mole}^{-} \times \frac{1\text{mol Y}}{2\text{mole}^{-}} \times \frac{65\text{gr Y}}{1\text{mol Y}}} \simeq 2$$

گزینه «۴»: از آن‌جایی که واکنش $Fe^{2+}(aq)$ و فلز Y انجام شدنی است، انتخاب ظرف از جنس Y مناسب نیست.

(۲۰) با اتصال هر یک از دو نیم سلول A و B به قطب مثبت و اتصال نیم سلول SHE به قطب منفی، ولت‌سنج به ترتیب اعداد ۱/۲+ و ۰/۴۴- ولت را نشان می‌دهد. با توجه به آن عبارت کدام گزینه صحیح است؟

۱) قدرت اکسندگی گونه A^{n+} از یون هیدروژن کمتر است.

۲) در سلول (B – A)، نیم واکنش‌های انجام شده به صورت $A^{n+} + ne^- \rightleftharpoons A$ و $B \rightleftharpoons B^{m+} + me^-$ می‌باشد.

۳) در سلول گالوانی (A – SHE)، جهت حرکت الکترون از نیم سلول A به نیم سلول SHE است.

۴) اختلاف پتانسیل سلول گالوانی (B – A) برابر ۰/۷۶ ولت است.

پاسخ: گزینه ۲

نیم‌سلول SHE به قطب منفی ولت‌سنج متصل شده است و پتانسیل سلول (A – SHE) مثبت است؛ یعنی در سری الکتروشیمیایی، گونه A در پایین H قرار گرفته است، بنابراین قدرت اکسندگی گونه A^{n+} از یون هیدروژن بیشتر است پس در سلول گالوانی (A – SHE) الکترون از آند (الکترود SHE) به کاتد (الکترود A) منتقل می‌شود.

پتانسیل سلول (B – SHE) منفی است، یعنی در سری الکتروشیمیایی، گونه B در بالای H قرار می‌گیرد، چون پتانسیل کاهشی گونه A از B بیشتر است، بنابراین در سلول گالوانی (B – A) در کاتد گونه A به صورت خود به خودی احیاء $(A^{n+} + ne^- \rightleftharpoons A)$ و در آند گونه B به صورت خود به خودی اکسید $(B \rightleftharpoons B^{m+} + me^-)$ می‌شود پتانسیل سلول نیز برابر $1/64\ V = (-0/44) - 1/2$ می‌باشد.

---

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

۱) $Cr + Sn^{4+} \rightarrow Cr^{3+} + Sn^{2+}$ ۲) $Sn^{2+} + Cu^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + Cu^{+}$

الف) ضریب استوکیومتری گونه اکسنده 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 اکسنده در همان واکنش است.

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳

معادله موازنه شده واکنش‌ها:

$2Cr + 3Sn^{4+} \rightarrow 2Cr^{3+} + 3Sn^{2+}$

$Sn^{2+} + 2Cu^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2Cu^{+}$

بررسی موارد:

الف) گونه اکسنده در واکنش ۱، Sn^{4+} با ضریب استوکیومتری ۳

گونه کاهنده در واکنش ۲، Sn^{2+} با ضریب استوکیومتری ۱

ب) گونه کاهنده در واکنش ۱،Cr با ضریب استوکیومتری ۲

گونه کاهنده در واکنش ۲، Sn^{2+} با ضریب استوکیومتری ۱

ج) مجموع ضرایب استوکیومتری گونه‌ها در واکنش ۲، شش است که سه برابر ضریب استوکیومتری Cu^{2+} است.

د) با توجه به واکنش‌ها صحیح است.

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

ردیف ۱	الکترود مس، قطب منفی سلول گالوانی Cu – Pt است.	
ردیف ۲	پس از انجام واکنش در سلول گالوانی Al – Mn، جرم الکترود آلومینیم کم‌تر می‌شود.	
ردیف ۳	جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی در سلول گالوانی Al – Cu، از الکترود آلومینیم به‌سمت الکترود مس است.	
ردیف ۴	الکترود منگنز، قطب منفی سلول گالوانی Mn – Cu است.	
ردیف ۵	$Cu^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	$Al^{3+}(aq)+3e^- \rightleftharpoons Al(s)$
	$Mn^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Mn(s)$	$Pt^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Pt(s)$

آ) سلول گالوانی (Al – Pt) نیروی الکتروموتوری بیش‌تری نسبت به سلول‌های نام‌برده در ردیف‌های (۱)، (۲) و (۳) دارد.

ب) یون Cu^{2+} نسبت به یون Mn^{2+}، اکسنده قوی‌تری است.

پ) در بین فلزات داده شده، فلز پلاتین قوی‌ترین 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

پاسخ: گزینه ۳

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

Pt ▲
Cu
Mn
Al

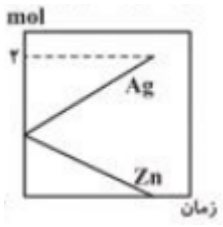
درستی (آ): چون Al قوی‌ترین کاهنده و Pt ضعیف‌ترین کاهنده است.

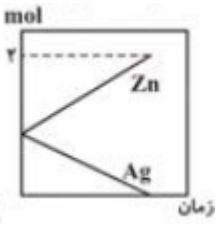
درستی (ب): چون Mn کاهنده قوی‌تری از Cu است، پس Cu^{2+} اکسنده قوی‌تری از Mn^{2+} است.

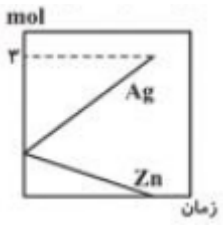
نادرستی (پ): فلز خاصیت اکسندگی ندارد.

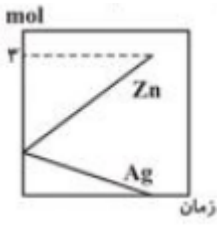
نادرستی (ت): منگنز کاهنده قوی‌تری از مس است پس در سلول (مس-منگنز) مس کاتد بوده و در سلول (پلاتین – مس)، پلاتین کاتد است.

(۲۳) 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 به‌طور کامل مصرف می‌شود.) ($Ag = ۱۰۸ , Zn = ۶۵ : g.mol^{-۱}$)

۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینه ۳

ابتدا باید مول اولیه آن‌ها را بیابیم:

$$? \, mol \, Zn = ۶۵ \, g \, Zn \times \frac{۱ \, mol \, Zn}{۶۵ \, g \, Zn} = ۱ \, mol \, Zn$$

$$? \, mol \, Ag = ۱۰۸ \, g \, Ag \times \frac{۱ \, mol \, Ag}{۱۰۸ \, g \, Ag} = ۱ \, mol \, Ag$$

از آنجا که روی آند است، به‌طور کامل مصرف می‌شود و نقره تولید می‌شود:

$$Zn\,(s) + ۲Ag^{+}\,(aq) \rightarrow ۲Ag\,(s) + Zn^{۲+}\,(aq)$$

$$? \underset{\text{تولید شده}}{mol \, Ag} = ۱ \, mol \, Zn \times \frac{۲ \, mol \, Ag}{۱ \, mol \, Zn} = ۲ \, mol \, Ag$$

پس در نهایت ۳ مول نقره خواهیم داشت.

(۲۴) با توجه به شکل‌های روبه‌رو کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76V \ , \ E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -0/25V$

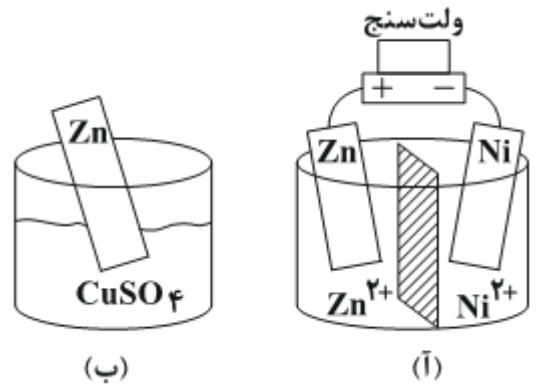
$(Zn = 65 \ , \ Cu = 64, \ Ni = 58 : g.mol^{-1})$ و $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34V$

آ) در هر دو شکل (آ) و (ب) مبادلهٔ الکترون انجام می‌شود که از انرژی این الکترون‌ها می‌توان به‌طور مستقیم به عنوان منبعی برای تولید الکتریسیته استفاده کرد.

ب) در شکل (آ) ولت‌سنج عدد $+0/517V$ را نشان می‌دهد.

پ) در شکل (آ) اگر به‌جای تیغهٔ روی و محلول روی از تیغهٔ مسی و محلول مس (II) استفاده نمائیم، پتانسیل الکترودی استاندارد واقعی سلول، می‌تواند به‌اندازهٔ ۰/۰۸ ولت افزایش یابد.

ت) در شکل (آ) با گذشت زمان از جرم تیغهٔ روی کاسته می‌شود، در حالی‌که در شکل (ب) جرم تیغهٔ روی افزایش می‌یابد.



۱) آ – ب **۲)** آ – پ **۳)** ب – پ – ت **۴)** آ – ب – ت

پاسخ: گزینه ۴

عبارت‌های آ، ب و ت نادرست‌اند. بیان درست این عبارت‌ها به صورت زیر است:

عبارت (آ): در هر دو شکل مبادلهٔ الکترون انجام می‌شود اما در شکل (ب) الکترون‌های آزادشده به‌طور مستقیم وارد محلول شده و از انرژی این الکترون‌ها برای تولید الکتریسیته نمی‌توان استفاده کرد. درواقع واکنش انجام شده در شکل (ب) در شرایط کنترل‌شده‌ای نمی‌باشد.

توجه: در حالی‌که در شکل (آ) مبادلهٔ الکترون از طریق سیم انجام می‌شود یعنی در شرایط کاملاً کنترل شده که می‌توان از این الکترون‌ها برای تولید الکتریسیته استفاده کرد.

عبارت (ب):

$E^\circ_{سلول} = E^\circ_{کاتد} - E^\circ_{آند} \Rightarrow E^\circ_{سلول} = (-0/25) - (-0/76) = +0/517V$

توجه: $E^\circ_{سلول}$ برابر $+0/517$ است اما از آن‌جایی که قطب‌های ناهم‌نام سلول و ولت‌سنج به هم متصل شده‌اند، عددی که ولت‌سنج نمایش می‌دهد $-0/517$ خواهد بود.

عبارت (ت): در هر دو شکل با گذشت زمان از جرم تیغهٔ روی کاسته می‌شود. در شکل (آ) تیغهٔ روی نقش آند را دارد که دچار خوردگی شده و لاغر می‌شود. در شکل (ب) هم واکنش $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$ انجام می‌شود و کاهش جرم Zn کاملاً مشهود است.

(۲۵) دو سلول گالوانی در اختیار داریم. سلول اول شامل نیم سلول‌های $Fe(s)/Fe^{2+}(aq)$ و $X(s)/X^{+}(aq)$ بوده و نیروی الکتروموتوری آن برابر ۰/۷۸ ولت است. سلول دوم شامل نیم سلول‌های $Y(s)/Y^{2+}(aq)$ و $Fe(s)/Fe^{2+}(aq)$ بوده و نیروی الکتروموتوری آن برابر ۰/۳۲ ولت است و آهن در این دو سلول به ترتیب قطب منفی و قطب مثبت محسوب می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟($E^{\circ}(Fe^{2+}/Fe) = -0/44V$ و جرم مولی X و Y را به ترتیب ۶۴ و ۶۵ گرم بر مول در نظر بگیرید.)

۱) تمایل فلز X برای اکسید شدن بیش‌تر از فلز Y است.

۲) با فرض مبادله الکترون‌های برابر در دو سلول، نسبت اندازه تغییر جرم X در سلول (۱) به تغییر جرم Y در سلول (۲) تقریباً برابر ۱ است.

۳) در سلول گالوانی متشکل از دو فلز X و Y ، emf سلول برابر ۱/۱۰V است.

۴) می‌توان برای نگه‌داری محلول آهن (II) سولفات از ظرف‌هایی از جنس X و Y استفاده کرد.

پاسخ: گزینه ۳

در سلول (۱) آهن قطب منفی یعنی آند است و اکسایش می‌یابد و X کاتد است و یون‌های آن کاهش می‌یابند:

$$\begin{cases} Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \\ 2X^{+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow 2X(s) \end{cases}$$
$$\rightarrow Fe(s) + 2X^{+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2X(s)$$

$$emf = E^{\circ}_{(کاتد)} - E^{\circ}_{(آند)} \rightarrow 0/78 = E^{\circ}(X^{+}/X) - (-0/44)$$

$$\rightarrow E^{\circ}(X^{+}/X) = 0/34V$$

در سلول (۲) آهن قطب مثبت یعنی کاتد است و یون‌های آن کاهش می‌یابد و Y آند است و اکسید می‌شود:

$$\begin{cases} Y(s) \rightarrow Y^{2+}(aq) + 2e^{-} \\ Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Fe(s) \end{cases}$$
$$\rightarrow Y(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe(s) + Y^{2+}(aq)$$

$$emf = E^{\circ}_{(کاتد)} - E^{\circ}_{(آند)} \rightarrow 0/32 = (-0/44) - E^{\circ}(Y^{2+}/Y)$$

$$\rightarrow E^{\circ}(Y^{2+}/Y) = -0/76V$$

$$\xrightarrow{\text{سلول گالوانی جدید}} emf = E^{\circ}(X^{+}/X) - E^{\circ}(Y^{2+}/Y)$$

$$= 0/34 - (-0/76) = 1/10V$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: با توجه به این که E° فلز Y از X کم‌تر است، کاهنده‌تر بوده و تمایل آن به اکسید شدن بیش‌تر است.

گزینه «۲»:

$$\frac{\text{تغییر جرم X}}{\text{تغییر جرم Y}} \simeq \frac{n mole^{-} \times \frac{1 mol X}{1 mole^{-}} \times \frac{64 g X}{1 mol X}}{n mole^{-} \times \frac{1 mol Y}{2 mole^{-}} \times \frac{65 g Y}{1 mol Y}} \simeq 2$$

گزینه «۴»: از آن‌جایی که واکنش $Fe^{2+}(aq)$ و فلز Y انجام شدنی است، انتخاب ظرف از جنس Y مناسب نیست.

(۲۶) اگر سرانه برق مصرفی هر ایرانی به طور میانگین سالانه $۲/۸۶ \times ۱۰^{۳}$ کیلووات ساعت باشد، با توجه به اینکه سوزاندن گاز هیدروژن در سلول سوختی ۶۰ درصد بازده انرژی دارد، چند مول الکترون باید در سلول سوختی هیدروژن- اکسیژن مبادله شود تا برق مصرفی هر ایرانی به طور میانگین در سال تأمین شود؟

$$۲H_۲ + O_۲ \rightarrow ۲H_۲O + ۵۷۲kJ \quad (۱KW.h = ۳۶۰۰kJ)$$

۱) ۳×۱۰^{۴} ۲) $۴/۳۲ \times ۱۰^{۴}$ ۳) $۷/۲ \times ۱۰^{۴}$ ۴) $۱/۲ \times ۱۰^{۵}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

ابتدا مقدار انرژی موردنیاز را محاسبه می‌کنیم:

$$?kJ = ۲/۸۶ \times ۱۰^{۳} kWh \times \frac{۳۶۰۰kJ}{۱kWh} = ۲۸۶ \times ۳۶ \times ۱۰^{۳} kJ$$

با توجه به نیم‌واکنش اکسایش به ازای مصرف هر مول هیدروژن دو مول الکترون تولید می‌شود: $H_۲ \rightarrow ۲H^{+} + ۲\bar{e}$: نیم‌واکنش اکسایش

ابتدا مقدار هیدروژن موردنیاز را می‌یابیم و سپس مقدار مول الکترون مشخص می‌شود:

$$?mole^{-} = ۲۸۶ \times ۳۶ \times ۱۰^{۳} kJ \times \frac{\text{عملی } ۶۰kJ}{\text{نظری } ۱۰۰kJ} \times \frac{۱molH_۲}{۲۸۶kJ} \times \frac{۲mole^{-}}{۱molH_۲} = ۱/۲ \times ۱۰^{۵} mole^{-}$$

(۲۷) سلول نور – الکتروشیمیایی برای تهیه هیدروژن کاربرد دارد. چند مورد از مطالب زیر، درباره این سلول درست است؟

$$SiO_۲(s) + ۴H^{+}(aq) + ۴e^{-} \rightarrow Si(s) + ۲H_۲O(l) \quad E^{\circ} = -۰/۸۴ V$$
$$۲H_۲O(l) + ۲e^{-} \rightarrow H_۲(g) + ۲OH^{-}(aq) \quad . \quad E^{\circ} = -۰/۸۳ V$$

- محلول پیرامون کاتد، رنگ کاغذ pH را قرمز می‌کند.
- $SiO_۲(s)$ آند سلول را تشکیل می‌دهد و اکسایش می‌یابد.
- با انجام واکنش در سلول، pH محلول پیرامون آند، کاهش می‌یابد.
- واکنش کاتدی این سلول مانند واکنش کاتدی سلول برقکافت آب است.
- معادله واکنش سلول، به‌صورت: $SiO_۲(s) + ۲H_۲(g) \rightarrow Si(s) + ۲H_۲O(l)$، است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

گزینه ۲

موارد سوم و چهارم صحیح هستند.

مورد اول: محلول پیرامون کاتد، بازی است و کاغذ pH را آبی می‌کند.

مورد دوم: Si آند سلول است و اکسایش می‌یابد.

مورد پنجم: واکنش به‌صورت زیر است:

$$Si(s) + ۲H_۲O(l) \rightarrow SiO_۲(s) + ۲H_۲(g)$$

(۲۸) با توجه به این‌که در هر سه واکنش تعادلی I، II و III تعادل در سمت راست است، چه تعداد از جملات زیر درست است؟

I) $Sn^{+۴} + H_۲(g) \rightleftharpoons Sn^{۲+} + ۲H^+$

II) $۲H^+ + Sn(s) \rightleftharpoons H_۲(g) + Sn^{۲+}$

III) $FeCl_۳ + SnF_۲ \rightleftharpoons FeCl_۲ + SnF_۴$

- در واکنش I، $Sn^{۴+}$ اکسنده‌ی قوی‌تری از H^+ است.
- در واکنش II، $Sn^{۲+}$ اکسنده‌ی قوی‌تری از H^+ است.
- در واکنش III، مجموع ضرایب فراورده‌ها پس از موازنه ۳ است.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** صفر

پاسخ: گزینه ۲

بررسی عبارت اول: در واکنش I در جهت رفت $Sn^{۴+}$ و در جهت برگشت H^+ نقش الکترون‌گیرنده را دارند ولی چون تعادل در سمت راست است (یعنی در جهت رفت) بنابراین $Sn^{۴+}$ اکسنده‌ی قوی‌تری از H^+ است.

بررسی عبارت دوم: در واکنش II در جهت رفت H^+ و در جهت برگشت $Sn^{۲+}$ نقش گیرنده‌ی الکترون یا اکسنده را دارند که چون تعادل در سمت راست است بنابراین H^+ اکسنده‌ی قوی‌تری از $Sn^{۲+}$ است.

بررسی عبارت سوم: در واکنش III، عدد اکسایش Cl و F در دو طرف واکنش تغییر نکرده است، پس می‌توان آن‌ها را حذف کرد و موازنه را انجام داد:

$$۲Fe^{۳+} + Sn^{۲+} \rightleftharpoons ۲Fe^{۲+} + Sn^{۴+}$$

نکته: برای موازنه ابتدا نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را می‌نویسیم و چون الکترون‌های مبادله‌شده در واکنش کلی باید برابر باشد، بنابراین دو طرف نیم‌واکنش کاهش را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم.

$$\begin{cases} (Fe^{۳+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{۲+}) \times ۲ \\ Sn^{۲+} \rightleftharpoons Sn^{۴+} + ۲e^- \end{cases}$$

(۲۹) برای تأمین سوخت در یک سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن، از واکنش ۳۰ کیلوگرم متان با مقدار کافی بخار آب استفاده می‌شود. اگر بازدهٔ این واکنش ۶۴ درصد باشد، پس از واردشدن سوخت تولیدشده به آند سلول، . . . . کیلوگرم اکسیژن در کاتد جذب شده و . . . . مول پروتون از غشای مبادله کننده پروتون عبور می‌کند. ($H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$) (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

$$CH_۴(g) + H_۲O(g) \rightarrow CO(g) + ۳H_۲(g)$$

۱) ۳۶۰۰ – ۵۷/۶ **۲)** ۷۲۰۰ – ۲۸/۸

۳) ۳۶۰۰ – ۲۸/۸ **۴)** ۷۲۰۰ – ۵۷/۶

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

ابتدا واکنش متان با بخار آب:

$$CH_۴(g) + H_۲O(g) \rightarrow CO(g) + ۳H_۲(g)$$

مول $H_۲$ را می‌توانیم با استفاده از مول $CH_۴$ به‌دست آوریم:

$$?molH_۲ = \frac{۳۰۰۰۰}{۱۶}molCH_۴ \times \frac{۳molH_۲}{۱molCH_۴} \times \frac{۶۴}{۱۰۰} = ۳۶۰۰molH_۲$$

با بررسی نیم‌واکنش آندی (اکسایش) یعنی: $H_۲(g) \rightarrow ۲H^+(aq) + ۲e^-$ می‌توان نوشت:

تعداد مول پروتون مبادله‌شده از غشای مبادله‌کنندهٔ پروتون=دو برابر مول گاز هیدروژن

تعداد مول پروتون = ۲ × ۳۶۰۰ = ۷۲۰۰molH$^+$

برای به‌دست آوردن جرم اکسیژن، باید از نیم‌واکنش کاتدی استفاده کنیم:

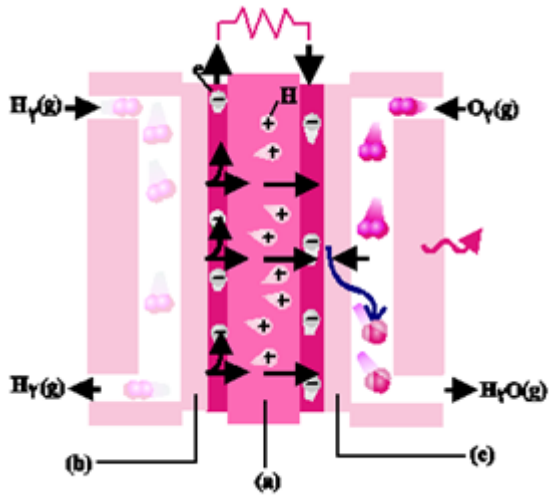
$$O_۲(g) + ۴H^+(aq) + ۴e^- \rightarrow ۲H_۲O(l)$$

$$?gO_۲ = ۷۲۰۰molH^+ \times \frac{۱molO_۲}{۴molH^+} \times \frac{۳۲gO_۲}{۱molO_۲}$$

$$= ۵۷۶۰۰g = ۵۷/۶kgO_۲$$

(۳۰) با توجه به شکل زیر که مربوط به سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن است، چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

- b و c به ترتیب مربوط به آند و کاتد می‌باشد که شامل کاتالیزگر هستند تا به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت ببخشد.
- روند نیم‌واکنش‌های انجام شده در آن، در معادله واکنش دیده نمی‌شود، زیرا همه‌ی گونه‌های شرکت‌کننده در آن خنثی هستند.
- در آن a نقش تبادل‌کننده پروتون را بر عهده دارد که بدون آن انجام واکنش امکان‌پذیر نیست.
- در واکنش انجام شده در آن، H_2 نقش کاهنده و O_2 نقش اکسنده را دارد.



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴

همه‌ی موارد صحیح است. b آند با کاتالیزگر، c کاتد با کاتالیزگر و a غشای تبادل‌کننده‌ی پروتون می‌باشد. واکنش کلی آن به‌صورت زیر است.

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$

(۳۱) کدام موارد از مطالب زیر، درباره آمونیوم نیترات، درست است؟

آ) در ساختار لوویس کاتیون آن، ۸ الکترون پیوندی وجود دارد.

ب) شمار اتم‌های کناری اتم نیتروژن در کاتیون و آنیون آن، متفاوت است.

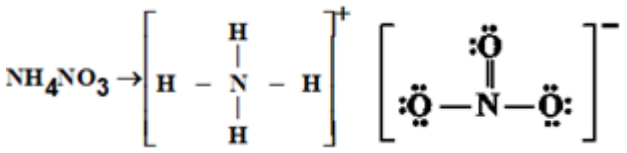
پ) مجموع عددهای اکسایش اتم‌های نیتروژن در فرمول شیمیایی آن، برابر ۲+ است.

ت) در ساختار لوویس کاتیون و آنیون آن، در مجموع، ۹ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۱) ب، ت ۲) پ، ت ۳) آ، ب، پ ۴) آ، ب، ت

پاسخ: گزینه ۳

گزینه۳

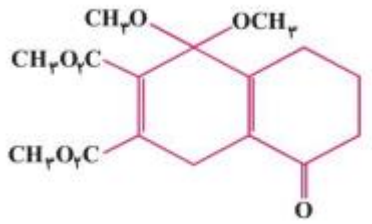


عدد اکسایش N = ۵+ عدد اکسایش N = ۳-

فقط مورد (ت) نادرست است.

NO_3^-، ۸ جفت الکترون ناپیوندی دارد و NH_4^+ جفت الکترون ناپیوندی ندارد. بنابراین در مجموع، ۸ جفت الکترون ناپیوندی داریم.

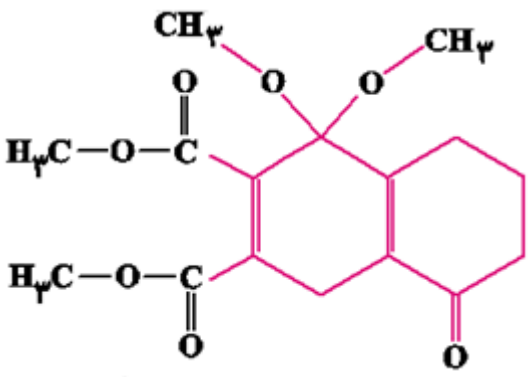
۳۲) درباره ترکیبی با ساختار مولکولی روبه‌رو، کدام مطلب درست است؟



۱) در محلول گرم و با pH = ۱۴، پایدار است.
۲) بالاترین عدد اکسایش اتم کربن در آن، ۲+ است.
۳) هشت پیوند یگانه C – O در ساختار آن شرکت دارد.
۴) دوازده جفت الکترون ناپیوندی در ساختار آن وجود دارد.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه۳



ترکیب مورد نظر دارای گروه عامل استری است. بنابراین در محیط بازی و گرما آبکافت می‌شود.

در کربن کربونیل، عدد اکسایش کربن برابر ۳+ می‌باشد.

در مجموع ۱۴ جفت الکترون ناپیوندی مشاهده می‌شود.

۳۳) کدام‌یک از مطالب زیر صحیح نیست؟

۱) مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن در بنزآلدهید برابر (۴-) است.
۲) تفاوت عدد اکسایش گوگرد در آمونیوم سولفات و گوگردتری‌اکسید 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.

پاسخ: گزینه ۳

۱) $C_7H_6O \rightarrow \underset{\downarrow}{x} + 6(+1) + (-2) = 0 \Rightarrow x = -4$

مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن

۲) $(NH_4)_2SO_4 \rightarrow SO_4^{2-} \rightarrow x + 4(-2) = -2 \rightarrow x = +6$

$SO_3 \rightarrow y + 3(-2) = 0 \rightarrow y = +6$

۳) $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

گونه کاهنده در این واکنش Al می‌باشد که عدد اکسایش آن، ۳ واحد تغییر می‌کند.

۳۴) کدام موارد از مطالب زیر درست است؟

آ) دامنه تغییرات عدد اکسایش اکسیژن در ترکیب‌ها نصف دامنه تغییرات عدد اکسایش فسفر است.

ب) تغییر عدد اکسایش اتم کربن در سوختن کامل اتن بیش‌تر از همین تغییر در سوختن کامل فورمیک‌اسید است.

پ) کاتیون‌های Fe^{2+} و Zn^{2+} فقط نقش اکسنده را می توانند داشته باشند.

ت) عدد اکسایش کلر در دو گونه OCl_2 و Cl^- با هم یکسان است.

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

پاسخ: گزینه ۱

بررسی مطالب:

آ) دامنه تغییرات عدد اکسایش اکسیژن، ۴ درجه (۲ ← ۲-) و برای فسفر، ۸ درجه (۵ ← ۳-) است. (درست)

ب) عدد اکسایش کربن در اتن و فورمیک اسید به‌ترتیب ۲- و ۲+ است. با سوختن کامل هر کدام از آن‌ها CO_2 به‌وجود می‌آید که کربن در آن دارای عدد اکسایش ۴+ است. بنابراین تغییرات عدد اکسایش اتم کربن در سوختن کامل اتن بیش‌تر از فورمیک اسید است. (درست)

پ) بیش‌ترین عدد اکسایش Zn، ۲+ است. پس کاتیون Zn^{2+} فقط می‌تواند گیرنده الکترون باشد و در نتیجه همواره اکسنده است. اما Fe^{2+} هم می‌تواند به عنوان اکسنده و هم به عنوان کاهنده عمل کند. (نادرست)

ت) خصلت نافلزی اکسیژن از کلر بیش‌تر است در نتیجه عدد اکسایش کلر در OCl_2 برابر ۱+ است. ضمن این‌که عدد اکسایش کلر در Cl^- برابر ۱- است. (نادرست)

۳۵) در کدام واکنش تغییر عدد اکسایش نیتروژن هم‌جهت با سه‌واکنش دیگر نیست؟

۱) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

۲) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

۳) $10HNO_3(aq) + 4Mg(s) \rightarrow 4Mg(NO_3)_2(aq) + NH_4NO_3(g) + 3H_2O(l)$

۴) $2KNO_3(s) \rightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

واکنش ۱ با بقیه متفاوت است چون در آن اتم نیتروژن اکسایش انجام داده و عدد اکسایش آن افزایش یافته است. در سایر گزینه‌ها اتم نیتروژن کاهش عدد اکسایش دارد.

۱) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

$0 \xrightarrow{\text{اکسایش}} +2$

۲) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

$0 \xrightarrow{\text{کاهش}} -3$

۳) $10HNO_3(aq) + 4Mg(s) \rightarrow 4Mg(NO_3)_2(aq) + NH_4NO_3(g) + 3H_2O(l)$

$+5 \xrightarrow{\text{کاهش}} -3$

۴) $2KNO_3(s) \rightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$

$+5 \xrightarrow{\text{کاهش}} +3$