نام و نام خانوادگی:

نام آزمون:

تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۱۰/۰۶

مدت زمان آزمون: --

نام برگزار کننده

سراسری ۱۴۰۱ دشوار

(۱)

باتری‌های «روی - نقره» از جمله باتری‌های دکمه‌ای‌اند که در آن‌ها واکنش: $Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow Zn(s) + 2Ag(s)$، انجام می‌شود، با توجه به آن چند مورد از مطالب زیر درست است؟ ($Ag = 108\ g.mol^{-1}$)

$$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76\,V, E^\circ(Ag^+/Ag) = +0/80\,V$$

-emfآن، برابر ۱/۵۶ ولت است.

-اتم‌های روی در آن، نقش کاهنده را دارند.

-اتم‌های نقره در آن، نقش اکسنده را دارند.

-روی، آند قطب مثبت و نقره، کاتد (قطب منفی) آن‌را تشکیل می‌دهند.

-با آزاد شدن $3/01 \times 10^{20}$الکترون، ۵۴ میلی‌گرم فلز نقره در آن تشکیل می‌شود.

۱) پنج
۲) چهار
۳) سه
۴) دو

خارج از کشور ۱۴۰۱ دشوار

(۲)

با توجه به این‌که واکنش الکتروشیمیایی: $Sn(s) + Mn^{2+}(aq) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + Mn(s)$، در جهت طبیعی پیشرفت دارد، چند مورد از مطالب زیر، درباره آن درست است؟

- Sn^{2+}، گونه اکسنده و Mn، گونه کاهش یافته است.

-E°الکترود Sn^{2+}/Sn، از E°الکترود Mn^{2+}/Mn، بزرگ‌تر است.

-به‌ازای مصرف ۰/۲۵ مول منگنز، $3/01 \times 10^{23}$الکترون مبادله می‌شود.

-با انجام واکنش در سلول، به‌تدریج سطح تیغه قلع از الکترون انباشته می‌شود.

-در سلول گالواتی تشکیل شده از این دو الکترود، جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی، از تیغه منگنز به تیغه قلع است.

۱) پنج
۲) چهار
۳) سه
۴) دو

گزینه های دام دار۴ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۷ % | دشوار

(۳) در یک سلول الکترولیتی ۴۶۸ گرم سدیم کلرید برای تولید سدیم مذاب مصرف شده است. مقدار مول گاز تولیدشده در این فرایند چند برابر مقدار مول گاز تولیدشده در فرایند هال (تولید آلومینیم) می‌باشد؟ (الکترون مبادله شده در هر دو فرایند و شرایط دما و فشار را یکسان درنظر بگیرید.) ($Na = ۲۳ , Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۲
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۳}{۲}$
۴) ۱

گزینه های دام دار۳ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۸ % | دشوار

(۴) اگر در واکنش موازنه‌نشده $Fe_۲O_۳(s) + CO(g) \rightarrow Fe(s) + CO_۲(g)$، حجم گاز تولیدی تا ثانیه دوم و چهارم به ترتیب برابر۱/۲۵ و۷/۵ لیتر باشد، در بازه زمانی ۲ تا ۴ ثانیه سرعت متوسط تولید گاز $CO_۲$ چند گرم بر ثانیه و سرعت واکنش چند لیتر بر دقیقه است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) (حجم مولی گازها را ۲۵ لیتر بر مول درنظر بگیرید.)

($C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۱۸۷/۵،۵/۵
۲) ۶۲/۵،۱۱
۳) ۱۸۷/۵،۱۱
۴) ۶۲/۵،۵/۵

گزینه های دام دار۱ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۱۰ % | دشوار

(۵) چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- حجم گاز تولیدی در برقکافت آب در اطراف تیغه کاتدی دو برابر آن در اطراف تیغه آندی است.

- در برقکافت سدیم کلرید مذاب، سدیم جامد تولید می‌شود.

- در سلول‌های الکترولیتی، آند قطب مثبت سلول را تشکیل داده و در سطح آن نیم‌واکنش اکسایش انجام می‌شود.

- در برقکافت آب به ازای عبور ۰/۵ مول الکترون از مدار بیرونی، ۳/۵ گرم گاز در آند تولید می‌شود.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

گزینه های دام دار۱ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۸ % | دشوار

(۶) باتری‌های «روی – نقره» از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آن‌ها واکنش: $Zn(s) + Ag_۲O(s) \rightarrow ZnO(s) + ۲Ag(s)$ انجام می‌شود. حداقل جرم روی مورد نیاز برای آنکه در باتری۳۷۰ کولن بار جابه‌جا شود چند گرم است و اگر انرژی هر الکترون ۲×۱۰^{-۱۹} ژول فرض شود، انرژی حاصل از مبادله الکترون بین دو گونه کاهنده و اکسنده این باتری به تقریب چند ژول است؟ (به ازای هرا مول الکترون ۹۶۲۰۰ کولن بار الکتریکی مبادله می‌شود و $Zn = ۶۵ g.mol^{-۱}$)

۱) ۴۶۳ – ۰/۲۵
۲) ۴۶۳ – ۰/۱۲۵
۳) ۲۳۱/۵ – ۰/۱۲۵
۴) ۲۳۱/۵ – ۰/۲۵

دشوار | درصد پاسخگویی ۷ % | قلم‌چی ۱۴۰۰ | گزینه های دام دار۳

(۷)

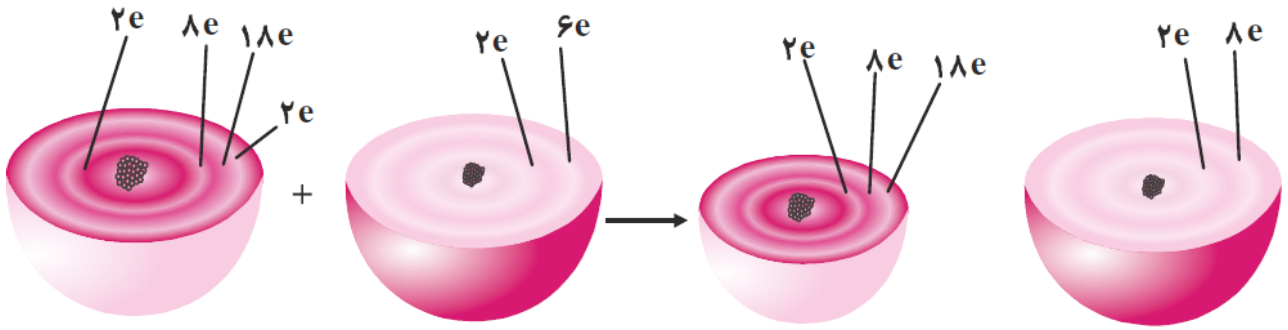
چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

در فرایند سوختن هر مول منیزیم، چهار مول الکترون بین گونهٔ اکسنده و کاهنده جابه‌جا می‌شود.

برخی فلزها مانند طلا و پلاتین با اکسیژن هوا به کندی واکنش می‌دهند.

در شکل زیر، گونه‌ای که دچار کاهش شعاع شده است، در لایه‌ی ظرفیت خود ۲ الکترون دارد.

در شکل زیر، فلز مورد نظر اکسایش و اکسیژن کاهش پیدا کرده است.



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

دشوار | درصد پاسخگویی ۶ % | قلم‌چی ۱۴۰۰ | گزینه های دام دار۳

(۸)

چند مورد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

آ) جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن موجود در ترکیبات Al_2O_3، Na_2O_2، OF_2 و O_2F_2 برابر (۴-) است.

ب) در یک واحد فرمولی آمونیوم کربنات مجموع اعداد اکسایش اتم‌های مرکزی موجود در کاتیون و آنیون برابر(۲-) است.

پ) در نیم‌واکنش $CH_4 + H_2O \rightarrow CO_2 + H^+ + e^-$، عدد اکسایش کربن از پایین‌ترین عدد به بالاترین عدد افزایش یافته و ۶ مول الکترون آزاد شده است.

ت) در فرایند آبکاری یک کلید فولادی توسط طلا، واکنش کلی به‌صورت $Au(s, \text{آند}) \rightarrow Au(s, \text{کاتد})$ نمایش داده می‌شود.

۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

گزینه های دام دار۱۱ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۱۳٪ | دشوار

(۹)

در یک کارگاه آبکاری مس از محلول حاوی یون‌های Cu^{2+} به عنوان الکترولیت استفاده می‌شود. برای آبکاری ۱۰۰۰ قطعه کروی شکل توپر با شعاع ۲ سانتی‌متر که بعد از آبکاری حجم آن ۳٪ افزوده می‌شود به تقریب چند مول الکترون باید از مدار بیرونی عبور کند و اگر همین تعداد الکترون از مدار بیرونی سلول سوختی «متان- اکسیژن» عبور کند، چند لیتر گاز اکسیژن با خلوص ۸۰٪ در کاتد کاهش می‌یابد؟ ($d_{Cu} = ۸/۹۶ g.cm^{-۳}$ و $Cu = ۶۴ g.mol^{-۱}$ و $\pi \simeq ۳$ و حجم مولی گازها در شرایط واکنش $۲۵L$ است.)

(معادله موازنه شود.) $O_۲(g) + H^+ + e^- \rightarrow H_۲O(g)$: نیم واکنش کاهش در کاتد سلول سوختی

۱) ۱۳۴/۴ _ ۲۱۰۰

۲) ۲۶۸/۸ _ ۱۶۸۰

۳) ۲۶۸/۸ _ ۲۱۰۰

۴) ۱۳۴/۴ _ ۱۶۸۰

گزینه های دام دار۱۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۳٪ | دشوار

(۱۰)

شکل‌های (آ) و (ب) سلول الکترولیتی مربوط به برقکافت آب را نشان می‌دهند. با توجه به شکل می‌توان گفت . . . . . .

($H = ۱, O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$)

(الف)

(ب)

۱) در شکل (آ)، الکترود متصل به قطب مثبت، الکترون‌های رانده شده از باتری را به الکترولیت منتقل می‌کند.

۲) در شکل (ب)، جرم گاز آزاد شده در لوله سمت چپ، ۸ برابر لوله دیگر است.

۳) در شکل (آ)، الکترود متصل به قطب منفی، نقش آند را ایفا می‌کند.

۴) در شکل (ب)، لوله سمت راست دارای گاز هیدروژن بوده و الکترود مربوط به آن، به قطب مثبت باتری متصل است.

گزینه های دام دار۱۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۷٪ | دشوار

(۱۱)

تیغه‌ای از فلز نیکل را در ۶۰۰ میلی‌لیتر محلول ۴ مولار مس (II)سولفات وارد می‌کنیم. اگر پس از گذشت ۱۴۴ ثانیه از آغاز این واکنش، بر جرم مواد جامد موجود در ظرف ۴/۸ گرم افزوده شود، غلظت محلول مس(II)سولفات تا این لحظه از واکنش به‌تقریب چند درصد کاهش پیدا کرده است و سرعت متوسط تبادل الکترون در این بازه زمانی برابر با چند الکترون بر دقیقه بوده است؟

($Ni = ۵۸ , Cu = ۶۴ : g.mol^{-۱}$, $N_A = ۶ \times ۱۰^{۲۳}$)

$Ni(s) + CuSO_۴(aq) \rightarrow NiSO_۴(aq) + Cu(s)$

۱) ۴×۱۰^{۲۳} - ٪۶۶

۲) ۲×۱۰^{۲۳} - ٪۳۳

۳) ۲×۱۰^{۲۳} - ٪۶۶

۴) ۴×۱۰^{۲۳} - ٪۳۳

گزینه های دام دار۴ | قلم‌چی ۱۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴ % | دشوار

(۱۲) تیغه‌ای آلومینیمی را در ۱۵۰ میلی‌لیتر از محلول ۲/۵ مولار مس (II) سولفات قرار می‌دهیم. پس از مدتی رنگ آبی محلول به طور کامل از بین می‌رود. اگر جرم تیغه پس از این مدت، به اندازه ۱۲/۴۵ گرم تغییر کند، چند درصد از جرم مس تولیدی در کف ظرف ته‌نشین شده است؟ ($Cu = ۶۴, Al = ۲۷ : g.mol^{-۱}$)

۱) ۸۰
۲) ۷۲
۳) ۲۰
۴) ۲۸

گزینه های دام دار۳ | قلم‌چی ۱۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۰ % | دشوار

(۱۳) شکل زیر مربوط به سلول گالوانی روی- مس می‌باشد. چند مورد از مطالب زیر در مورد آن صحیح است؟ (نیم‌سلول مس، در ابتدا حاوی ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول یک مولار $CuSO_۴$ و نیم‌سلول روی حاوی ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول یک مولار $ZnSO_۴$ است.)

$(E^\circ(Cu^{۲+}/Cu) = +۰/۳۴V, E^\circ(Zn^{۲+}/Zn) = -۰/۷۶V)$

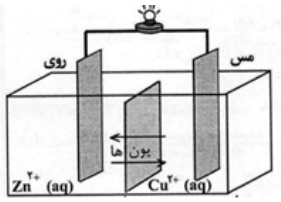
emf سلول برابر با ۱/۱ ولت می‌باشد.

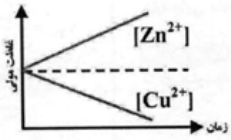
جهت حرکت کاتیون‌ها به سمت نیم سلول با قدرت کاهندگی بیشتر است.

ضریب استوکیومتری گونه کاهنده، برابر با ضریب استوکیومتری گونه اکسنده واکنش: $Sn^{۲+} + Cu^{۲+} \rightarrow Sn^{۴+} + Cu^{+}$ است. (واکنش موازنه شود.)

پس از مبادله $۱۸/۰۶ \times ۱۰^{۲۱}$ الکترون بین اکسنده و کاهنده، غلظت $Cu^{۲+}$ به ۰/۹۲۵ مولار می‌رسد.

- **نمودار تغییر غلظت یون‌ها به صورت روبه‌رو است.**



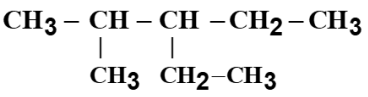


۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

(۱۴) چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- اگر ترکیب HXO_3 در واکنش‌های اکسایش – کاهش فقط بتواند نقش عامل اکسنده را داشته باشد، عنصر X متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی است.

- در ترکیب زیر، شمار کربن‌های با عدد اکسایش ۱- برابر با شمار کربن‌های با عدد اکسایش ۲- و نصف شمار کربن‌های با عدد اکسایش ۳- است.



- برای آبکاری فلز X به وسیله فلز Y، فلز Y در سری الکتروشیمیایی حتماً باید بالاتر از فلز X قرار داشته باشد.

- در فرایند خوردگی آهن، از اکسایش یک مول رسوب سبز رنگ، یک مول رسوب قهوه‌ای رنگ تولید می‌شود و قطره آب در این سلول نقش الکترولیت را دارد.

- E° سلول گالوانی $V - Ag \gg$ برابر ۲ ولت است و به ازای مصرف ۳/۰ مول وانادیم، $3/612 \times 10^{23}$ الکترون میان گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود. (یک مول وانادیم در ابتدا در سلول داریم.)

$E^\circ(V^{2+}/V) = -1/2V$, $E^\circ(Ag^+/Ag) = +0/8V$

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

(۱۵) اگر سرانه برق مصرفی هر ایرانی به طور میانگین سالانه $2/86 \times 10^3$ 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؟

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 572kJ (1KW.h = 3600kJ)$

۱) 3×10^4
۲) $4/32 \times 10^4$
۳) $7/2 \times 10^4$
۴) $1/2 \times 10^5$

قلم‌چی ۱۳۹۹ دشوار

(۱۶)

چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ) با مصرف $4/48L$ گاز O_2 در شرایط استاندارد در سلول سوختی هیدروژن- اکسیژن، ۰/۴ مول الکترون مبادله می‌شود.

ب) در جدول سری الکتروشیمیایی، هر چه فلزی بالاتر قرار داشته باشد، کاهنده قوی‌تری است.

پ) در برقکافت نمک خوراکی مذاب، تعداد مول‌های فرآورده‌ها در کاتد ۲ برابر آند است.

ت) نسبت ضریب استوکیومتری فلز آلومینیم در واکنش زیر به عدد اکسایش اکسیژن در CH_2O برابر $-\frac{1}{2}$ است.

$$Al_2O_3 + C \rightarrow Al + CO_2$$

۱) ۲
۲) ۴
۳) ۱
۴) ۳

قلم‌چی ۱۳۹۹ دشوار

(۱۷)

کدام گزینه درست است؟

۱) در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، به ازای مصرف هر مول اکسیژن، دو مول الکترون مبادله می‌شود.
۲) جنس الکترودها در سلول‌های الکترولیتی، همواره از گرافیت است.
۳) در فرایند برقکافت آب خالص، رنگ کاغذ pH در اطراف الکترود آند، قرمز می‌شود.
۴) نیم واکنش کاهش در فرایند خوردگی آهن، در حضور اسید و در عدم حضور آن یکسان است.

قلم‌چی ۱۳۹۹ دشوار

(۱۸)

کدام مطلب درباره تهیه فلز منیزیم از آب دریا به کمک الکتروشیمی، نادرست است؟

۱) در سلول الکترولیتی برقکافت منیزیم کلرید همانند سلول برقکافت سدیم کلرید، الکترولیت به حالت مذاب است.
۲) در سلول الکترولیتی برقکافت منیزیم کلرید برخلاف فرآیند هال، فلز تولید شده از بالای دستگاه خارج می‌شود.
۳) گاز تولید شده در سلول برقکافت $MgCl_2$ و $NaCl$، یکسان است.
۴) برای جداسازی یون‌های منیزیم موجود در آب دریا، در مرحله اول pH محلول را کاهش می‌دهند.

گزینه های دام دار۳ | قلم‌چی ۱۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۹ % | دشوار

(۱۹) ورقه‌های آهنی را در صنعت با پوششی از فلز روی تهیه می‌کنند. چند مورد از عبارت‌های زیر در رابطه با این نوع فلز آهن درست هستند؟

$(E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76V,\ E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44V)$

الف) این نوع آهن به حلبی معروف است.

ب) از ورقه‌های این نوع آهن در ساخت ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود.

پ) اگر در هوای مرطوب خراشی در سطح این نوع ورقه آهنی ایجاد شود، فلز آهن اکسایش می‌یابد.

ت) قدرت اکسندگی فلز آهن($Fe(s)$) از فلز روی($Zn(s)$) بیشتر است.

ث) در صورت خراشیده شدن این ورق در هوای مرطوب، نیم‌واکنش کاهش انجام شده در سطوح آن به‌صورت زیر است:

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

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۲ % | قلم‌چی ۱۱۳۹۹

(۲۰) کدام موارد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) نیم‌واکنش کاهش مربوط به فرایند هال به‌صورت $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$ است.

ب) در آبکاری نقره می‌توان 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 سلول‌هال، با گذشت زمان از جرم آند گرافیتی کاسته می‌شود.

۱) «آ» و «ب»
۲) «ب» و «ت»
۳) «آ»، «پ» و «ت»
۴) «ب»، «پ» و «ت»

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۴٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

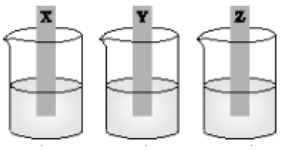
(۲۱) تیغه‌های X، Y و Z را به‌طور جداگانه در سه محلول مس (II) سولفات ۱ مولار با دمای $25^\circ C$ قرار می‌دهیم. پس از مدتی دمای محلول‌ها به‌صورت زیر شده است. چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) فلز Z از دو فلز دیگر کاهنده‌تر بوده و در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از آن‌ها قرار دارد.

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

پ) Y می‌تواند یک فلز نجیب مانند طلا یا پلاتین باشد که E° آن مثبت است.

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

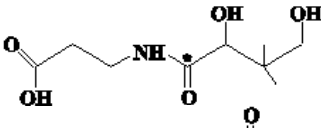


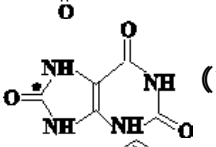
$28^\circ C$ $25^\circ C$ $30^\circ C$

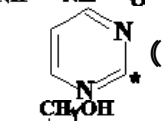
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

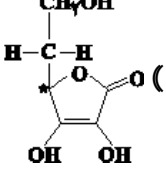
دشوار | درصد پاسخگویی ۱۱٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۲) اتم کربن ستاره‌دار در کدام مولکول، تنها می‌تواند نقش اکسنده داشته باشد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۶٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۳)

با توجه به شکل‌های روبه‌رو کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست‌اند؟

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

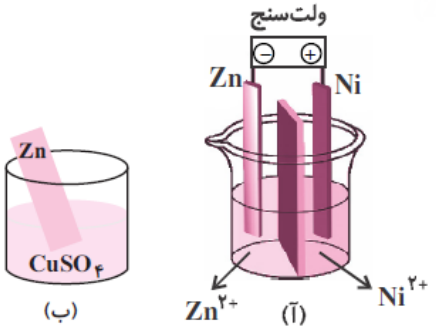
$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34V$ $(Zn = 65, Cu = 64, Ni = 58 : g.mol^{-1})$

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 $+0/51V$ را نشان می‌دهد.

پ) در شکل (آ) اگر به‌جای تیغهٔ روی و محلول روی از تیغهٔ مسی و محلول مس (II) استفاده نمائیم، emf 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- ت

۳) ب - پ - ت

۴) آ - ت

گزینه های دام دار ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۶٪ | دشوار

(۲۴)

با توجه به واکنش موازنه‌نشده زیر تمام گزینه‌ها درست هستند، به جز:

$MnO_4^- + H^+ + NO_2^- \rightarrow Mn^{2+} + NO_3^- + H_2O$

۱) این واکنش از نوع اکسایش و کاهش بوده و تعداد الکترون‌های مبادله شده در معادله موازنه شده آن برابر ۱۰ می‌باشد.

۲) در این واکنش یون MnO_4^- نقش اکسنده و یون NO_2^- نقش کاهنده را دارد.

۳) پس از موازنه، مجموع ضرایب فراورده‌ها ۳ واحد کم‌تر از مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها است.

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

دشوار | درصد پاسخگویی ۲۲٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۵)

در یک سلول سوختی «هیدروژن – اکسیژن»، ۱۰ گرم گاز هیدروژن به آند و ۱۰۰ گرم گاز اکسیژن به کاتد وارد می‌شود. اگر ۱۰ درصد گاز هیدروژن ورودی از آند خارج شود، چند درصد گاز اکسیژن ورودی به صورت واکنش نداده باقی می‌ماند؟ هم‌چنین اگر مقدار الکترون‌های حاصل از اکسایش گاز هیدروژن در این سلول سوختی، در نیم‌سلول کاتدی واکنش زیر مصرف شود، آن‌گاه چند گرم فلز تولید می‌شود؟(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید و $(H = 1, O = 16, Mg = 24, Au = 197 : g.mol^{-1}$

$Mg(s) + Au^{3+}(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + Au(s)$ (واکنش موازنه شود.)

۱) ۵۹۱ ,۲۸

۲) ۱۷۷۳ ,۲۸

۳) ۵۹۱ ,۷۲

۴) ۱۷۷۳ ,۷۲

دشوار | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۶) در صورتی که در فرایند برقکافت آب در یک سلول الکترولیتی، ۵ گرم گاز در قطب منفی آزاد شود، کدام گزینه نادرست است؟ (چگالی گاز اکسیژن را $1/25 g.L^{-1}$ در نظر بگیرید. $(H = 1, O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) مجموع جرم گازهای تولید شده در این سلول الکترولیتی ۴۵ گرم می‌باشد.
۲) ۳۲ لیتر گاز در اطراف آند آزاد می‌شود.
۳) در مجموع ۳/۲۵ مول گاز در این سلول تولید می‌شود.
۴) حجم گاز هیدروژن تولید شده برابر ۶۴ لیتر است.

دشوار | قلم‌چی ۱۳۹۹

(۲۷) در سلول گالوانی $Zn - SHE$، با عبور $3/011 \times 10^{22}$ الکترون از مدار بیرونی، pH محلول الکترولیت SHE به میزان ..... واحد ..... می‌یابد. (حجم محلول نیم‌سلول SHE، ۱۰۰ میلی‌لیتر است و $\log 5 = 0/7$)

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

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۳٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دام دار ۳

(۲۸) با توجه به جدول روبه‌رو که مربوط به قرار دادن فلزهای مختلف در محلول $CuSO_4$ در دمای $20^\circ C$ است، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف) تعداد الکترون مبادله شده در واکنش‌های روی و طلا با مس (II) سولفات با یکدیگر برابر است.

ب) رنگ آبی محلول مس (II) سولفات با قرار دادن فلز طلا تغییری نمی‌کند.

پ) ضعیف‌ترین اکسنده $Zn^{2+}(aq)$ است.

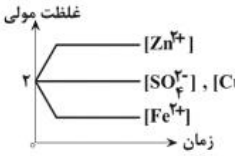
ت) رنگ آبی محلول مس (II) سولفات با قرار دادن فلز آهن همچون فلز Zn به تدریج بی‌رنگ می‌شود.

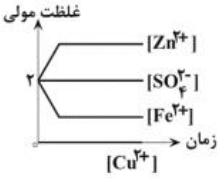
نام فلز	نشانه شیمیایی فلز	دمای مخلوط واکنش پس از مدتی $(^\circ C)$
آهن	Fe	۲۳
طلا	Au	۲۰
روی	Zn	۲۶
مس	Cu	۲۰

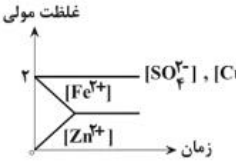
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

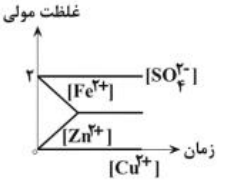
گزینه های دام دار۳ | قلم‌چی ۱۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۳٪ | دشوار

۲۹) آلیاژی از جنس $(Zn - Cu)$ را که دارای ۱ مول از هر کدام از دو فلز است درون ۱ لیتر محلول ۲ مولار آهن (II) سولفات قرار می‌دهیم، کدام نمودار تغییر غلظت یون‌های محلول را به‌درستی نمایش می‌دهد؟ (قدرت اکسندگی: $Zn^{2+} < Fe^{2+} < Cu^{2+}$ فرض کنید حجم محلول ثابت است.)

۱)


۲)


۳)


۴)


دشوار | درصد پاسخگویی ۱۰٪ | قلم‌چی ۱۱۳۹۸

۳۰) اگر در فرایند زنگ زدن یک قطعه آهنی در هوای مرطوب، ۰/۰۳ مول الکترون مبادله شود، چند گرم بر جرم این قطعه افزوده می‌شود؟ $(Fe = ۵۶ , O = ۱۶ , H = ۱ : g.mol^{-1})$

$$Fe(s) + O_2(g) + H_2O(l) \rightarrow Fe(OH)_3(s)$$

۱) ۲/۰۴
۲) ۰/۵۱
۳) ۱/۵۳
۴) ۰/۱۲

پاسخ: گزینه ۳ سراسری ۱۴۰۱ دشوار

گزینه «۳»

الف)- درست

ب)- درست

پ)- نادرست- یون های نقره اکسنده هستند.

ت)- نادرست- درسلول گالوانی آند قطبی منفی و کاتد قطب مثبت است.

ث)- درست

$$\frac{۳/۰۱\times۱۰^{۲۰}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times۲} = \frac{gAg}{۱۰۸\times۲} \Rightarrow Ag = ۵۴\times۱۰^{-۳}g = ۵۴mg$$

پاسخ: گزینه ۳ خارج از کشور ۱۴۰۱ دشوار

گزینه «۳»

آ) Mn اکسایش یافته (نادرست)

$Sn^{۲+}/Sn$
$Mn^{۲+}/Mn$

ب) درست

پ) $\frac{Mn}{۰/۲۵} = \frac{e}{x} \rightarrow x = ۰/۵mole$ (درست)

ت) نادرست ← الکترون‌ها مصرف می‌شوند و انباشته نمی‌گردند.

ث) درست

پاسخ: گزینه ۱ گزینه های دالم دار ۴ قلم‌چی ۱۴۰۰ درصد پاسخگویی ۷٪ دشوار

گزینه «۱»

معادله موازنه شده واکنش در فرایند برقکافت سدیم کلرید:

$$۲NaCl \rightarrow ۲Na + Cl_۲$$

$$?molCl_۲ = ۴۶۸gNaCl \times \frac{۱molNaCl}{۵۸/۵gNaCl} \times \frac{۱molCl_۲}{۲molNaCl} = ۴molCl_۲$$

$$?mole^- = ۴molCl_۲ \times \frac{۲mole^-}{۱molCl_۲} = ۸mole^-$$

معادله موازنه شده واکنش انجام شده در فرایند هال:

$$۲Al_۲O_۳ + ۳C \rightarrow ۴Al + ۳CO_۲$$

$$?molCO_۲ = ۸mole^- \times \frac{۳molCO_۲}{۱۲mole^-} = ۲molCO_۲$$

$$\frac{molCl_۲}{molCO_۲} = \frac{۴}{۲} = ۲$$

پاسخ: گزینه ۴ گزینه های دالم دار ۳ قلم‌چی ۱۴۰۰ درصد پاسخگویی ۸٪ دشوار

$$\Delta V(CO_۲) = V_۲ - V_۱ = ۷/۵ - ۱/۲۵ = ۶/۲۵\ L$$

$$\Delta t = t_۲ - t_۱ = ۴ - ۲ = ۲\ s = \frac{۱}{۳۰}\ min$$

$$\bar{R}_{CO_۲} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{۶/۲۵\ L}{\frac{۱}{۳۰}\ min} = ۱۸۷/۵\ L.min^{-۱}$$

برای به دست آوردن سرعت متوسط واکنش ابتدا معادله واکنش را موازنه می‌کنیم و سپس خواهیم داشت:

معادله موازنه‌شده: $Fe_۲O_۳(s) + ۳CO(g) \rightarrow ۲Fe(s) + ۳CO_۲(g)$

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\overline{R}_{CO_۲}}{۳} = \frac{۱۸۷/۵}{۳} = ۶۲/۵\ L.\ min^{-۱}$$

اکنون سرعت متوسط تولید $CO_۲$ را برحسب گرم بر ثانیه به دست می‌آوریم:

$$\overline{R}_{CO_۲} = \frac{۱۱\ g\ CO_۲}{۲\ s} = ۵/۵\ g.\ s^{-۱}$$

$$۶/۲۵\ L\ CO_۲ \times \frac{۱\ mol\ CO_۲}{۲۵\ L\ CO_۲} \times \frac{۴۴\ g\ CO_۲}{۱\ mol\ CO_۲} = ۱۱\ g\ CO_۲$$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه ۱۱ | گزینه های دام دار | ۱۱۴۰۰ قلم‌چی | درصد پاسخگویی ۱۰٪ | دشوار

گزینه «۲»

موارد دوم و چهارم نادرست‌اند. بررسی موارد نادرست:

مورد دوم: سدیم تولیدی به شکل مذاب است.

مورد چهارم: گاز تولید شده در آند سلول الکترولیتی برقکافت آب، $O_۲$ است:

$$?gO_۲ ۰/۵mole^- \times \frac{۱molO_۲}{۴mole^-} \times \frac{۳۲gO_۲}{۱molO_۲} = ۴gO_۲$$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه ۱۱ | گزینه های دام دار | ۱۱۴۰۰ قلم‌چی | درصد پاسخگویی ۸٪ | دشوار

گزینه «۲»

با توجه به واکنش کلی داریم:

$$\underset{\text{گونه کاهنده}}{\underline{Zn}} + \underset{\text{گونه اکسنده}}{\underline{۲Ag^+}} \rightarrow Zn^{۲+} + ۲Ag$$

در این واکنش به ازای مصرف ۱ مول روی، ۲مول الکترون جابه‌جا می‌شود:

$$?\ g_{Zn} = ۳۷۰\ C \times \frac{۱\ mol\ e^-}{۹۶۲۰۰\ C} \times \frac{۱\ mol\ Zn}{۲\ mole^-} \times \frac{۶۵\ g\ Zn}{۱\ mol\ Zn} = ۰/۱۲۵\ gZn$$

$$?\ J = ۰/۱۲۵ g\ Zn \times \frac{۱\ mol\ Zn}{۶۵\ g\ Zn} \times \frac{۲\ mol\ e^-}{۱\ mol\ Zn} \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ e^-}{۱\ mol\ e^-}$$

$$\times \frac{۲\times۱۰^{-۱۹}\ J}{۱\ e^-} \simeq ۴۶۳\ J$$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه ۳ | گزینه های دام دار | ۱۱۴۰۰ قلم‌چی | درصد پاسخگویی ۷٪ | دشوار

گزینه «۱»

فقط عبارت چهارم صحیح است. بررسی موارد نادرست:

بررسی موارد:

مورد اوّل: در فرایند سوختن هر مول منیزیم، دو مول الکترون بین گونهٔ اکسنده و کاهنده جابه‌جا می‌شود.

مورد دوّم: برخی فلزها مانند طلا و پلاتین با اکسیژن هوا واکنش نمی‌دهند.

مورد سوّم: در شکل داده شده، گونه‌ای که شعاع آن کاهش پیدا کرده است $_{۳۰}Zn$ است که با توجه به آرایش الکترونی آن $[_{۱۸}Ar] : ۳d^{۱۰}\ ۴s^۲$، ۱۲ الکترون ظرفیتی دارد.

پاسخ: گزینه ۴

گزینه ۳ | گزینه های دام دار | ۱۱۴۰۰ قلم‌چی | درصد پاسخگویی ۶٪ | دشوار

گزینه «۲»

تنها عبارت (پ) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (آ): عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در Al_2O_3برابر ۲-، در Na_2O_2 برابر ۱- در OF_2 برابر ۲+ و درO_2F_2 برابر ۱+ بوده که در مجموع برابر ۴- است.

عبارت (ب):

$$(NH_4)_2CO_3 \Rightarrow \left\{ \begin{matrix} NH_4^+ \Rightarrow N = -3 \\ CO_3^{2-} \Rightarrow C = +4 \end{matrix} \right\} \Rightarrow (2 \times -3) + 4 = -2$$

عبارت (پ): در نیم‌واکنش $CH_4 + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 8H^+ + 8e^-$، ۸ مول الکترون آزاد می‌شود و عدد اکسایش کربن درCH_4 برابر(۴-) یعنی کم‌ترین عدد اکسایش کربن و درCO_2 برابر(۴+) یعنی بالاترین عدد اکسایش کربن است.

عبارت (ت): در این فرایند کلید به‌عنوان کاتد و یک میله طلا به‌عنوان آند قرار می‌گیرد.

نیم‌واکنش اکسایش (آند): $Au(s) \rightarrow Au^{3+}(aq) + 3e^-$

نیم‌واکنش کاهش (کاتد): $Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(s)$

$Au(s, \text{آند}) \rightarrow Au(s, \text{کاتد})$

پاسخ: گزینه ۳ گزینه های دائم دائر۱۱ قلم‌چی ۱۴۰۰۰ درصد پاسخگویی ۳۰٪ دشوار

گزینه «۳»

حجم کره $V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times (2)^3 = 32 cm^3$s

حجم اضافه شده $V = \frac{3}{100} \times V_{\text{حجم اولیه}} = \frac{3}{100} \times 32 = 0/96\ cm^3$

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

$?mole^- = 100 \times \frac{0/96 cm^3 Cu}{1} \times \frac{8/96 gCu}{1 cm^3 Cu}$

$\times \frac{1 molCu}{64 gCu} \times \frac{2 mole^-}{1 molCu} = 268/8\ mole^-$

معادله موازنه شده نیم واکنش کاهش در کاتد سلول سوختن (متان- اکسیژن):

$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(g)$

$?LO_2(g) = 268/8 mole^- \times \frac{1 molO_2}{4 mole^-}$

$\times \frac{25 LO_2}{1 molO_2} \times \frac{100}{80} = 2100 LO_2$

پاسخ: گزینه ۲ گزینه های دائم دائر۱۱ قلم‌چی ۱۴۰۹۹ درصد پاسخگویی ۱۳٪ دشوار

کزینهٔ «۲»

در لوله سمت راست هیدروژن و در لوله سمت چپ اکسیژن تولید می‌شود:

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

با توجه به معادله کلی واکنش برقکافت آب، به ازای هر مول اکسیژن، ۲ مول هیدروژن آزاد می‌شود.

یعنی به ازای هر ۳۲ گرم اکسیژن، ۴ گرم هیدروژن داریم:

$\frac{32}{4} = 8$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه‌های ۱ و ۳: ... کاتد (الکترود متصل ... شده از باتری را به الکترولیت ...

(الکترود متصل به قطب مثبت) الکترون‌ها را از الکترولیت گرفته و به باتری می‌دهد.

گزینه «۴»: حجم گاز تولید شده در لوله سمت راست، دو برابر حجم گاز تولید شده در لوله سمت چپ است؛ پس لوله سمت راست دارای گاز هیدروژن می‌باشد، اما این گاز در اطراف کاتد آزاد شده و کاتد به قطب منفی متصل است

پاسخ: گزینه ۴ | گزینه های دام دار۱۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۷ % | دشوار

گزینه «۴»

معادله موازنه‌شده واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:

$$Ni(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow NiSO_4(aq) + Cu(s)$$

ابتدا محاسبه می‌کنیم که به ازای مصرف چند مول از $CuSO_4$، ۴/۸ گرم بر جرم مواد جامد ظرف افزوده می‌شود.

$$?\,mol\,CuSO_4 = 4/8\,g \text{ اختلاف جرم} \times \frac{1\,mol\,CuSO_4}{(64-58)\,g \text{ اختلاف جرم}}$$

$$= 0/8\,mol\,CuSO_4 .$$

$$CuSO_4 \text{ مول اولیه} = M \times V = \frac{600}{1000} \times 4 = 2/4\,mol$$

$$\Rightarrow CuSO_4 \text{ مول باقیمانده} = 2/4 - 0/8 = 1/6\,mol$$

$$\text{درصد کاهش غلظت} = \frac{\text{غلظت اولیه} - \text{غلظت ثانویه}}{\text{غلظت اولیه}} \times 100$$

$$= \frac{\frac{1/6\,mol}{0/6\,L} - 4}{4} \times 100 \simeq -$$

تعداد الکترون مصرفی برابر است با:

$$?\,e^- = 4/8\,g \text{ اختلاف جرم} \times \frac{2\,mol\,e^-}{6\,g \text{ اختلاف جرم}} \times \frac{6\times10^{23}\,e^-}{1\,mol\,e^-}$$

$$= 9/6 \times 10^{23}\,e^-$$

$$\overline{R}_{(e^- \text{تبادل})} = \frac{n(e^-)}{\Delta t} = \frac{9/6\times10^{23}\,e^-}{144s \times \frac{1\,min}{60s}} = 4 \times 10^{23}\,e^- . min^{-1}$$

پاسخ: گزینه ۳ | گزینه های دام دار۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴ % | دشوار

گزینهٔ«۳»

واکنش انجام شده به صورت مقابل است:

$$2Al(s) + 3Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Cu(s)$$

تغییر جرم تیغه به ازای مصرف ۳ مول یون Cu^{2+} به صورت مقابل محاسبه می‌شود: (دقت کنید که با توجه به شرایط سؤال جرم تیغه نمی‌تواند ۱۲/۴۵ گرم کاهش یافته باشد و قطعاً افزایش یافته است.)

$$A = 3 \times 64 \times P - 2 \times 27$$

حال با توجه به اینکه رنگ آبی محلول کاملاً از بین رفته، در می‌یابیم که یون مس (II) به طور کامل مصرف شده است. بنابراین داریم:

$$\text{تغییر جرم تیغه} A \times \frac{2/5\,mol\,Cu^{2+}}{3\,mol\,Cu^{2+}} \times \frac{\text{محلول}\,0/15\,L}{1\,L} = 12/45\,g \Rightarrow A = 99/6\,g$$

$$\rightarrow A = 99/6 \rightarrow P = 0/8$$

بنابراین ۸۰ درصد از مس تولیدی به تیغه چسبیده و ۲۰ درصد از آن در ته ظرف، ته‌نشین می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ | گزینه های دام دار۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۰ % | دشوار

گزینهٔ «۲»

مورد اول، چهارم و پنجم درست است.

- **emf سلول برابر با ۱/۱ ولت می‌باشد.**

$$emf = E - E = ۰/۳۴ - (-۰/۷۶) = ۱/۱V$$

- **جهت حرکت کاتیون‌های به سمت کاتد (تیم سلول Cu) خواهد بود که قدرت کاهندگی کمتری نسبت به Zn دارد.**
- **ضریب استوکیومتری گونه کاهنده (Zn)، نصف ضریب استوکیومتری گونه اکسنده ($Cu^{۲+}$) در واکنش: $Sn^{۲+} + ۲Cu^{۲+} \rightarrow Sn^{۴+} + ۲Cu^{+}$ می‌باشد.**
- **پس از مبادله $۱۸/۰۶ \times ۱۰^{۲۱}$ الکترون بین اکسنده و کاهنده، غلظت $Cu^{۲+}$ با توجه به محاسبات زیر برابر با ۰/۹۲۵ مولار خواهد بود:**

$$Zn + Cu^{۲+} \rightarrow Zn^{۲+} + Cu$$
$$+۲ \quad \xleftarrow{۲e} \quad ۰$$

$$\text{مول مصرفی } Cu^{۲+} = ۱۸/۰۶ \times ۱۰^{۲۱}\,e \times \frac{۱mole}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}e} \times \frac{۱molCu^{۲+}}{۲mole} = ۰/۰۱۵molCu^{۲+}$$

$$\text{مول اولیه= مول باقی‌مانده } Cu^{۲+} - \text{مول مصرفی} = ۰/۲L \times ۱\frac{mol}{L} - ۰/۰۱۵ = ۰/۱۸۵molCu^{۲+}$$

$$\Rightarrow M = \frac{۰/۱۸۵mol}{۰/۲L} = ۰/۹۲۵mol.L^{-۱}$$

- **نمودار تغییر غلظت یون‌ها، با توجه به ضرایب گونه‌ها در واکنش اکسایش- کاهش زیر، به یک نسبت خواهد بود.**

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

پاسخ: گزینه ۳ | گزینه های دالم دار۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۷۰٪ | دشوار

گزینه «۳»

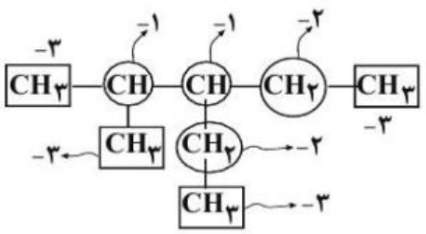
تنها عبارت سوم نادرست است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول) ابتدا عدد اکسایش عنصر X را به‌دست می‌آوریم:

$$HXO_۳ \Rightarrow ۱ + X + ۳(-۲) = ۰ \Rightarrow X = +۵$$

با توجه به اینکه $HXO_۳$ فقط می‌تواند عامل اکسنده باشد، در نتیجه ۵+ بالاترین عدد اکسایش ممکن برای X است و عنصر X متعلق به گروه ۱۵ جدول تناوبی می‌باشد.

عبارت دوم) عدد اکسایش اتم‌های کربن در این ترکیب به‌صورت زیر می‌باشد:



۴ اتم کربن با عدد اکسایش ۳-

۲ اتم کربن با عدد اکسایش ۲-

۲ اتم کربن با عدد اکسایش ۱-

عبارت سوم) E° فلز پوشاننده می‌تواند بزرگتر یا کوچک‌تر از E° فلز موردنظر برای آبکاری باشد.

عبارت چهارم) رسوب $Fe(OH)_۲$ که رنگ سبز دارد به دلیل غلظت بالای اکسیژن در بخش کاتدی، اکسایش یافته و به رسوب قهوه‌ای رنگ آهن (III) هیدروکسید تبدیل می‌شود. قطره آب در این سلول نقش الکترولیت را دارد.

$$۴Fe(OH)_۲(s) + O_۲(g) + ۲H_۲O(l) \rightarrow ۴Fe(OH)_۳(s)$$

عبارت پنجم) معادله واکنش انجام شده در این سلول به صورت زیر است:

$$\cdots^{۲+}(aq)$$

به ازای مصرف یک مول وانادیم در این واکنش، مول الکترون میان گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود. در نتیجه در صورت مصرف ۳/۰ مول از آن الکترون مبادله می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | دشوار

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:

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

$$\times \frac{۲molH_۲}{۵۷۲kJ} \times \frac{۲mole^{-}}{۱molH_۲} = ۱/۲ \times ۱۰^{۵} mole^{-}$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | دشوار

گزینه «۳»

تنها عبارت «پ» درست است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت «آ»:

نیم‌واکنش کاهش : $O_۲(g) + ۴H^{+}(aq) + ۴e^{-} \rightarrow ۲H_۲O(l)$

با توجه به نیم‌واکنش کاهش، به ازای هر مول $O_۲$، ۴ مول e^{-} در این سلول مبادله می‌شود.

$$?mole^{-} = ۴/۴۸LO_۲ \times \frac{۱molO_۲}{۲۲/۴LO_۲} \times \frac{۴mole^{-}}{۱molO_۲} = ۰/۸mole^{-}$$

عبارت «ب»: با توجه به جدول سری الکتروشیمیایی، هر چه فلزی در قسمت بالاتر جدول قرار داشته باشد، کاهنده ضعیف‌تری است.

عبارت «پ»: برقکافت نمک خوراکی مذاب در یک سلول الکترولیتی انجام می شود واکنش کلی آن به صورت زیر است:

$$۲NaCl(l) \rightarrow ۲Na(l) + Cl_۲(g)$$

گاز کلر در آند و فلز سدیم در کاتد تولید می‌شود.

عبارت «ت»: $۲Al_۲O_۳ + ۳C \rightarrow ۴Al + ۳CO_۲$

$۲- = \frac{۴}{-۲}$ = نسبت خواسته شده $\Rightarrow ۶ - ۸ = -۲$: عدد اکسایش O در $CH_۲O$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | دشوار

گزینه «۳»

نیم واکنش کاهش در فرایند برقکافت آب خالص به صورت زیر است:

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

با توجه به تولید $H^{+}(aq)$، رنگ کاغذ pH در اطراف آند، قرمز می‌شود.

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، به ازای مصرف هر مول اکسیژن، ۴ مول الکترون مبادهل می‌شود.

۲) جریان گاز [illegible]

۴) نیم‌واکنش کاهش در فرایند خوردگی آهن، در حضور اسید:

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

نیم‌واکنش کاهش در فرایند خوردگی آهن، در غیاب اسید:

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

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | دشوار

گزینه «۴»

بررسی گزینه نادرست:

برای رسوب کردن $Mg^{۲+}$ از آب دریا، ابتدا باید (OH^-) را افزایش دهند. یعنی pH محلول را افزایش دهند تا رسوب $Mg(OH)_۲$ تشکیل شود.

پاسخ: گزینه ۱ | گزینه های دام دار ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۹ % | دشوار

گزینه «۱»

فقط عبارت «ث» درست است. بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت «الف»: این نوع آهن، به آهن گالوانیزه یا آهن سفید معروف است.

عبارت «ب»: از این نوع آهن در ساخت ظروف بسته‌بندی مواد غذایی نمی‌توان استفاده کرد، زیرا فلز روی با مواد غذایی واکنش داده و باعث مسمومیت و فساد آن‌ها می‌شود.

عبارت «پ»: اگر خراشی در سطح این نوع ورقه آهنی در هوای مرطوب ایجاد شود، ابتدا فلز روی به‌دلیل قدرت کاهندگی بیشتر اکسایش می‌یابد.

عبارت «ت»: فلزهای آهن و روی در پایین‌ترین عدد اکسایش خود قرار دارند، پس نمی‌توانند در واکنش به عنوان اکسنده شرکت کنند تا قدرت اکسندگی آن‌ها مقایسه شود.

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۱۲ % | دشوار

گزینه «۳»

عبارت‌های «آ»، «پ» و «ت» صحیح هستند. بررسی عبارت «ب»:

در آبکاری نقره نمی‌توان از نمک‌های نامحلول مثل $AgCl$ استفاده کرد.

پاسخ: گزینه ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۱۴ % | دشوار

گزینه «۱»

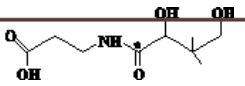
فقط عبارت «ت» نادرست است.

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 $Cu^{۲+}$ 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 تماس‌اند، فلز Z در رقابت اکسایش برنده می‌شود.

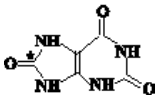
پاسخ: گزینه ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۱۱ % | دشوار

گزینه «۲»

اتمی که در حداکثر عدد اکسا[illegible] می‌تواند نقش اکسنده داشته باشد.

گزینه «۱»: 

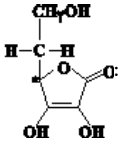
عدد اکسایش = ۴ - (۱) = +۳

گزینه «۲»: 

عدد اکسایش = ۴ - (۰) = +۴

گزینه «۳»:

عدد اکسایش = ۴ - (۲) = +۲

گزینه «۴»: 

عدد اکسایش = ۴ - (۴) = ۰

با توجه به گزینه‌ها تنها اتم کربن ستاره‌دار در گزینه «۲» در حداکثر عدد اکسایش خود قرار دارد.

پاسخ: گزینه ۴

دشوار | درصد پاسخگویی ۱۶٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹

گزینه «۴»

عبارت‌های «آ» و «ت» نادرست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

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 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»:

$emf = E^{\circ}_{\text{کاتد}} - E^{\circ}_{\text{آند}} \Rightarrow emf = (-۰/۲۵) - (-۰/۷۶) = +۰/۵۱V$

عبارت «پ»:

$emf = E^{\circ}_{\text{کاتد}} - E^{\circ}_{\text{آند}} = ۰/۳۴ - (-۰/۲۵) = ۰/۵۹V$

emf آن در مقایسه با سلول گالوانی $Zn - Ni$، ۰/۰۸ ولت افزایش می‌یابد.

عبارت «ت»: در هر دو حالت 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.

پاسخ: گزینه ۴

دشوار | درصد پاسخگویی ۶٪ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | گزینه های دام دار ۳

ابتدا با محاسبه تغییر عدد اکسایش گونه‌ها، واکنش داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$\underset{+۷}{۲MnO_۴^-} + ۶H^+ + \underset{+۳}{۵NO_۲^-} \rightarrow \underset{+۲}{۲Mn^{2+}} + \underset{+۵}{۵NO^{3-}} + ۳H_۲O$$

درجه کاهش ۵ | درجه اکسایش ۲

بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»:

تعداد الکترون‌های مبادله‌شده برابر است با:

تغییر عدد اکسایش×ضریب×زیروند=تعداد الکترون‌های مبادله شده

$= ۵ \times ۲ = ۱۰$

گزینه «۲»: در این واکنش، عدد اکسایش منگنز در یون $MnO_۴^-$ ۵ واحد کاهش یافته و در نتیجه نقش اکسنده دارد. همچنین عدد اکسایش نیتروژن در یون $NO_۲^-$ ۲ واحد افزایش یافته و در نتیجه نقش کاهنده دارد.

گزینه «۳»: مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها برابر۱۳ و مجموع ضرایب فراورده‌ها برابر۱۰می‌باشد. $۱۳ - ۱۰ = ۳$

گزینه «۴»: گونه کاهنده یون $NO_۲^-$ است که تغییر عدد اکسایش اتم نیتروژن در آن برابر ۲+ است.

اما به جز متانوئیک اسید در تمام کربوکسیلیک اسیدها، عدد اکسایش کربن گروه عاملی کربوکسیل برابر ۳+ است.

پاسخ: گزینه۱ قلم‌چی ۱۳۹۹ درصد پاسخگویی ۴۳٪ دشوار

گزینه «۱»

$? g H_۲$ خارج‌شده $= ۱۰ g \times \frac{۱۰}{۱۰۰} = ۱ g$

$H_۲$ مصرف‌شده $= ۱۰ - ۱ = ۹ g$

واکنش کلی سلول سوختی : $۲H_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲H_۲O(l)$

$?g O_۲$ مصرف‌شده $= ۹g H_۲ \times \frac{۱ mol H_۲}{۲ g H_۲} \times \frac{۱ mol O_۲}{۲ mol H_۲} \times \frac{۳۲ g O_۲}{۱ mol O_۲}$

$= ۷۲ g O_۲$

$? g O_۲$ خارج‌شده $= ۱۰۰ - ۷۲ = ۲۸ g$

درصد $O_۲$ مصرف نشده $= \frac{۲۸}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۲۸\%$

نیم‌واکنش اکسایش : $H_۲(g) \rightarrow ۲H^+(aq) + ۲e^-$

$? e^- = ۹g H_۲ \times \frac{۱ mol H_۲}{۲ g H_۲} \times \frac{۲ mole^-}{۱ mol H_۲} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} e^-}{۱ mole^-}$

$= ۵۴/۱۸ \times ۱۰^{۲۳} e^-$

نیم‌واکنش کاتدی : $Au^{۳+}(aq) + ۳e^- \rightarrow Au(s)$

$? g Au = ۵۴/۱۸ \times ۱۰^{۲۳} e^- \times \frac{۱ mole^-}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} e^-} \times \frac{۱ mol Au}{۳ mol e^-}$

$\times \frac{۱۹۷ g Au}{۱ mol Au} = ۵۹۱ g Au$

پاسخ: گزینه ۳ قلم‌چی ۱۳۹۹ دشوار

گزینه «۳»

معادله واکنش برفکافت آب به شکل زیر است:

$۲H_۲O(l) \rightarrow ۲H_۲(g) + O_۲(g)$

گاز هیدروژن در کاتد (قطب منفی) و گاز اکسیژن در آند (قطب مثبت) تولید می‌شود.

بررسی همه گزینه‌ها:

گزینه «۱»: درست.

$$?gO_2 = 5gH_2 \times \frac{1molH_2}{2\ gH_2} \times \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ H_2} \times \frac{32g\ O_2}{1\ mol\ O_2}$$

$$= 40g\ O_2$$

به ازای تولید ۵ گرم گاز هیدروژن، ۴۰ گرم گاز اکسیژن تولید می‌شود. (جرم کل گاز = ۴۵ گرم)

گزینه «۲»: درست.

$$?LO_2 = 40gO_2 \times \frac{1\ L\ O_2}{32g\ O_2} = 32LO_2$$

گزینه «۳» نادرست.

$$?molH_2 = 5gH_2 \times \frac{1mol\ H_2}{2g\ H_2}$$

$$= 2/5\ mol\ H_2$$

مول O_2 تولید شده نصف مول H_2 می‌باشد:

$$\frac{2/5}{2} = 1/25\ mol\ O_2$$

گاز $2/5 + 1/25 = 3/75mol$

گزینه «۴» درست.

با توجه به اینکه مول و حجم گاز H_2 تولید شده در کاتد دو برابر مول و حجم O_2 تولید شده در آند است، در این سلول ۶۴ لیتر گاز هیدروژن تولید می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ — قلم‌چی ۱۳۹۹ — دشوار

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:

$$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$$

به ازای هر مول الکترون مبادله شده،۱ مول H^+ مصرف می‌شود. در نتیجه با عبور $3/011 \times 10^{22}$ الکترون، ۰/۰۵ مول H^+ مصرف می‌شود.

$$\text{الکترون } mol = \frac{3/011\times10^{22}}{6/022\times10^{23}} = 0/05$$

از آنجا که غلظت اولیه H^+، $1mol.L^{-1}$ 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.

$$molH^+ = 0/1 - 0/05 = 0/05$$

$$[H^+] = \frac{\text{مول نهایی}}{\text{حجم محلول}} = \frac{0/05}{0/1} = 0/5mol.L^{-1}$$

$$pH = -\log[H^+] = \log 0/5 = 0/3$$

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

پاسخ: گزینه ۴ — گزینه های دام دار۳ — قلم‌چی ۱۳۹۹ — درصد پاسخگویی ۱۳٪ — دشوار

گزینه «۲»

عبارت‌های «الف» و «ت» نادرست و عبارت‌های «ب» و «پ» درست هستند.

بین فلز طلا و محلول $CuSO_4(aq)$ واکنش نمی‌دهد، بنابراین الکترونی هم رد و بدل نمی‌شود. در واکنش $Zn(s)$ با $CuSO_4(aq)$، ۲ مول الکترون مبادله

قوی‌ترین کاهنده، ضعیف‌ترین اکسنده را به جا خواهد گذاشت:

پس $Zn^{2+}(aq)$ ضعیف ترین اکسنده است.

Zn : قوی‌ترین کاهنده در جدول صورت سؤال

در واکنش $Zn(s)$ با $Cu^{2+}(aq)$ محلول بی‌رنگ خواهد شد ولی در واکنش $Fe(s)$ با $Cu^{2+}(aq)$، رنگ آبی محلول با رنگ سبز جایگزین خواهد شد و بی‌رنگ نمی‌شود:

$$Zn(s) + \underset{\text{آبی}}{Cu^{2+}(aq)} \rightarrow Cu(s) + \underset{\text{بی رنگ}}{Zn^{2+}(aq)}$$

$$Fe(s) + \underset{\text{آبی}}{Cu^{2+}(aq)} \rightarrow Cu(s) + \underset{\text{سبز}}{Fe^{2+}(aq)}$$

پاسخ: گزینه ۴ | گزینه های دام دار۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۳٪ | دشوار

گزینه «۴»

از ترتیب قدرت اکسندگی یون‌ها به ترتیب قدرت کاهندگی فلزها می‌رسیم:

قدرت اکسندگی: $Zn^{2+} < Fe^{2+} < Cu^{2+}$

قدرت کاهندگی: $Zn > Fe > Cu$

با مقایسه قدرت کاهندگی درمی‌یابیم که فقط Zn می‌تواند با Fe^{2+} واکنش دهد، با مصرف‌شدن ۱ مول روی، ۱ مول کاتیون روی تولید می‌شود و ۱ مول کاتیون آهن مصرف می‌شود. ($Zn + Fe^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Fe$) ولی فلز مس در واکنش شرکت نمی‌کند و تولید نمی‌شود و $[Cu^{2+}]$ همواره صفر است. (رد گزینه‌های «۱» و «۳».) ثانیاً ابتدا کاتیون‌های روی در محلول حضور ندارند. (رد گزینه «۱».)

غلظت هر یون:

$[SO_4^{2-}]$ =این یون در واکنش شرکت نمی‌کند، همواره ۲ مولار باقی می‌ماند.

$[Cu^{2+}]$ =این یون اصلاً به‌وجود نمی‌آید، همواره غلظت آن صفر است.

$[Zn^{2+}]$ =از ۱ مول روی ۱ مول از آن به‌وجود می‌آید. $[Zn^{2+}] = 1 mol.L^{-1}$

$[Fe^{2+}]$ =از ۲ مول آن ۱ مول مصرف می‌شود و ۱ مول باقی می‌ماند.

$$[Fe^{2+}] = \frac{\text{۱mol مانده}}{1L} = 1 mol.L^{-1}$$

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۱۰٪ | دشوار

ابتدا واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$4Fe(s) + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$

به‌ازای مصرف هر ۴ مول آهن، ۴ مول آهن (III) هیدروکسید تولید و ۱۲ مول الکترون مبادله می‌شود. بنابراین، افزایش جرم تیغه به‌ازای مبادله ۱۲ الکترون برابر است با:

$$12\ mol\ e^- \sim [4Fe(OH)_3 - 4Fe] \sim \underbrace{[4(107) - 4(56)]}_{\text{افزایش جرم}\ 204g}$$

$$\text{گرم افزایش جرم تیغه} = ?\ = 0/03\ mol\ e^- \times \frac{204\ g}{12\ mol\ e^-} = 0/51\ g$$