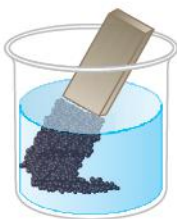


صدای معلم به به بخش خیلی مهم خوش اومدی 😊 این جا قراره با یکی از ابعاد بسیار مهم الکتروشیمی یعنی تولید انرژی الکتریکی آشنا بشی که حداقل ۲/۵ نمره امتحانت از همین جاست، پس با دقت بخون!

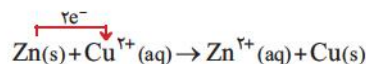
سلول های گالوانی

۱ به مجموعه ای که شامل یک تیغه فلزی (رسانای الکترونی یا الکتروود) به همراه محلول آبی دارای کاتیون های خودش (رسانای یونی یا الکترولیت) باشد، نیم سلول گفته می شود.

نیم سلول = تیغه فلزی یا الکتروود + محلول آبی دارای کاتیون های خودش



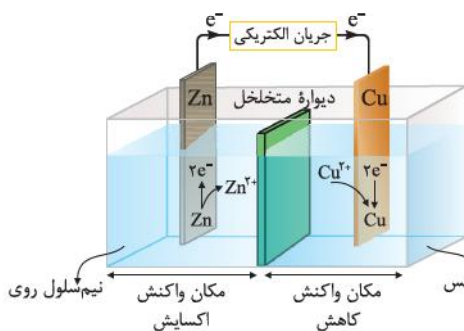
۲ چنانچه یک تیغه روی را در محلول حاوی مس (II) وارد کنیم، اتم های Zn به یون های Zn^{2+} اکسایش و یون های Cu^{2+} به اتم های Cu کاهش می یابند و واکنش زیر به طور طبیعی انجام می شود:



در این واکنش، دو الکترون از Zn(s) به یون $Cu^{2+}(aq)$ منتقل شده است. دو روش برای انتقال این الکترون ها وجود دارد:

روش اول ماده کاهنده (Zn) و اکسنده (Cu^{2+}) مانند شکل، در تماس مستقیم با یکدیگر باشند. در این حالت، کنترل واکنش در دست ما نیست.

روش دوم اگر به جای دادوستد مستقیم الکترون ها بین گونه اکسنده و کاهنده در یک واکنش، بتوان به طریقی الکترون ها را از یک مدار بیرونی هدایت و جابه جا کرد، آن گاه می توان بخشی از انرژی آزاد شده در واکنش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود. سلول گالوانی دستگاهی است که می تواند براساس قدرت کاهندگی فلزها بخشی از انرژی شیمیایی واکنش ها را به انرژی الکتریکی تبدیل کند.



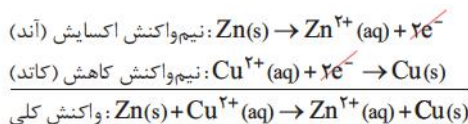
۳ شکل مقابل طرح ساده ای از یک سلول گالوانی روی مس را نشان می دهد. در این سلول، تیغه ای از فلز روی درون محلول روی سولفات (نیم سلول روی) و تیغه ای از فلز مس درون محلول مس (II) سولفات (نیم سلول مس) قرار گرفته است. هرگاه نیم سلول ها با یک رسانای الکترونی (مانند سیم)، به یکدیگر وصل شوند، الکترون ها در مدار بیرونی جابه جا شده و باعث ایجاد جریان الکتریکی می شود.

۴ به الکتروودی که در آن نیم واکنش اکسایش رخ می دهد، آند و به الکتروودی که در آن نیم واکنش کاهش رخ می دهد، کاتد می گویند. (شهریور ۱۴۰۰ + ۴ تکرار)

صدای معلم برای اینکه توی ذهنت همیشه نمونه چی کجا اتفاق میفته، به کاکائو فکر کن!

کاکائو ← کاهش در کاتد

نیم واکنش های اکسایش و کاهش در سلول گالوانی روی - مس به صورت زیر است:

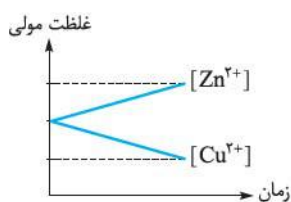


۵ مطابق نیم واکنش های اخیر، از جرم تیغه آند (روی) کم می شود، زیرا اتم های روی در حال تبدیل شدن به یون های روی می باشند. الکترون های تولید شده در آند، با استفاده از مدار بیرونی، به سمت کاتد می روند. از طرفی جرم تیغه کاتد (مس) افزایش می یابد، زیرا یون های مس در حال تبدیل به اتم های مس هستند.

نکته امتحانی

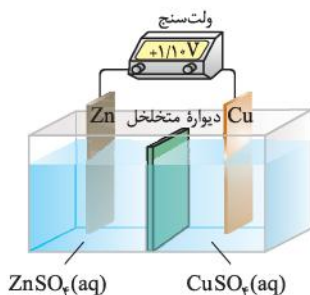
در سلول های گالوانی، آند و کاتد به ترتیب قطب منفی و مثبت در نظر گرفته می شوند. (خرداد ۹۸ + ۲ تکرار)

۶ در نمودارهای «غلظت - زمان» تغییرات غلظت مولی گونه‌ها باید متناسب با ضرایب استوکیومتری مواد باشد. (خرداد خراج ۱۴۰۰)



مثال در سلول گالوانی روی - مس، Zn به عنوان آند و Cu به عنوان کاتد شناخته می‌شود. به این ترتیب با گذشت زمان، الکتروود روی خورده شده و یون Zn^{2+} تولید می‌شود. در عوض با گذشت زمان، الکتروود مس چاق تر شده و یون‌های Cu^{2+} مصرف می‌شوند. در نتیجه در این سلول غلظت یون Zn^{2+} افزایش و غلظت یون Cu^{2+} کاهش می‌یابد. اگر فرض کنیم غلظت اولیه یون‌ها در هر دو نیم سلول یکسان باشد، با توجه به اینکه ضرایب استوکیومتری Zn^{2+} و Cu^{2+} در واکنش یکسان است، میزان تغییر غلظت مولی این دو یون در بازه زمانی یکسان، باید برابر باشد:

۷ با توجه به صحبت‌های بالا، متوجه شدیم که با کارکرد سلول، در نیم سلول آند (روی)، غلظت کاتیون‌ها از آنیون‌ها و در نیم سلول کاتد (مس)، غلظت آنیون‌ها از کاتیون‌ها بیشتر می‌شود. برای خنثی ماندن هر دو نیم سلول از نظر بار الکتریکی، از دیواره متخلخل در بین دو نیم سلول استفاده می‌شود. این دیواره با عبور دادن کاتیون‌ها از آند به کاتد و عبور دادن آنیون‌ها از کاتد به آند، باعث خنثی باقی ماندن نیم سلول‌ها می‌شود.



۸ به دلیل انجام پدیده اکسایش در آند، الکتروود آندی به تدریج خورده و لاغر می‌شود. از طرفی به دلیل انجام پدیده کاهش در کاتد، الکتروود کاتدی به تدریج چاق شده و جرم آن افزایش می‌یابد.

۹ اگر در مدار بیرونی یک سلول گالوانی، ولت سنج قرار بگیرد، ولتاژی که ولت سنج نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است که به نیروی الکتروموتوری (emf) معروف بوده و به آن E° نیز می‌گویند.

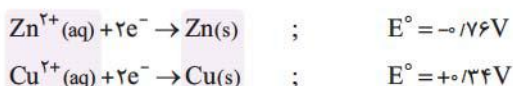
۱۰ اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم سلول به طور جداگانه ممکن نیست و این کمیت باید به طور نسبی اندازه‌گیری شود. شیمیدان‌ها برای دستیابی به این هدف، نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر گرفتند. در گام بعدی، با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم سلول با SHE توانستند پتانسیل بسیاری از نیم سلول‌ها را اندازه‌گیری کرده و در جدولی مانند جدول مقابل ثبت کنند.

تذکر اندازه‌گیری در جدول مورد نظر، در دمای $25^\circ C$ ، فشار 1 atm و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت‌ها انجام شده است. در این شرایط پتانسیل اندازه‌گیری شده را پتانسیل استاندارد نیم سلول می‌نامند و با E° نشان می‌دهند. (خرداد ۱۴۰۱ و ۲ تکرار)

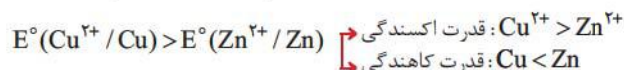
۱۱ در جدول مورد نظر که به سری الکتروشیمیایی معروف است، نیم واکنش‌ها به شکل کاهش نوشته شده‌اند. بنابراین در هر نیم واکنش، گونه کاهنده در سمت راست و گونه اکسنده در سمت چپ نوشته می‌شود. هر چه E° یک نیم واکنش، بزرگتر (مثبت‌تر) باشد، گونه موجود در ستون اکسنده‌ها تمایل بیشتری برای گرفتن

الکترون دارد و اکسنده قوی‌تری است. در عوض هر چه E° یک نیم واکنش، کوچکتر (منفی‌تر) باشد، گونه موجود در ستون کاهنده‌ها تمایل بیشتری برای دادن الکترون دارد و کاهنده قوی‌تری است.

مثال به مقایسه قدرت اکسندگی و کاهندگی گونه‌ها در نیم واکنش‌های زیر توجه کنید.



ستون کاهنده‌ها ستون اکسنده‌ها



تذکر همان طور که خواندیم برای مقایسه قدرت اکسندگی گونه‌ها به گونه سمت چپ نیم واکنش‌ها و برای مقایسه قدرت کاهندگی گونه‌ها، به گونه سمت راست نیم واکنش‌ها توجه می‌کنیم.

نکته امتحانی

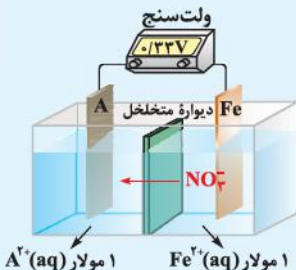
پلاتین رami توان در بخش های مختلف بدن هنگام جراحی به کار برد، زیرا این فلز E° بالایی داشته و واکنش پذیری آن بسیار کم است. (شهریور ۱۴۰۰ + ۲ تکرار)

۱۲ برای محاسبه emf یا E° یک سلول گالوانی، ابتدا آند و کاتد را مشخص کرده و سپس از رابطه زیر استفاده می کنیم: (خرداد ۱۴۰۱ + ۱۲ تکرار)

$$E^\circ \text{ (کوچک تر)} - E^\circ \text{ (بزرگ تر)} = E^\circ \text{ (آند)} - E^\circ \text{ (کاتد)} = emf \text{ یا } E^\circ \text{ سلول}$$

سین جیم

سؤال ۱ شکل مقابل ساختار یک سلول گالوانی است:



۱ کدام فلز نقش کاتد را دارد؟ چرا؟

۲ اگر $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0.44V$ باشد، با توجه به ولتاژ سلول، $E^\circ(Al^{3+}/Al)$ را محاسبه کنید.

۳ با توجه به شکل سلول مقابل، به پرسش های زیر پاسخ دهید:

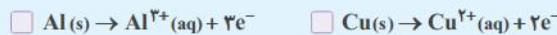
۱ قطب منفی سلول را مشخص کنید.

$$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0.34V \quad ; \quad E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1.66V$$

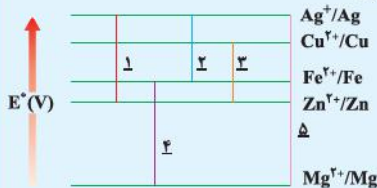
۲ جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی را مشخص نمایید.

۳ نیروی الکتروموتوری سلول را محاسبه کنید.

۴ نیم واکنش آندی کدام یک از نیم واکنش های زیر است؟



۵ در نمودار زیر هر خط رنگی نشان دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز را نشان می دهد:



۱ emf هر سلول را به دست آورید (E° فلزهای Ag و Cu ، Fe ، Zn ، Mg به ترتیب برابر 0.80 ، 0.34 ، -0.44 ، -0.76 و -1.66 ولت است).

۲ اگر چند نیم سلول در اختیار داشته باشید و بخواهید از آنها یک سلول گالوانی با بیشترین ولتاژ بسازید، از کدام نیم سلول ها استفاده می کنید؟ چرا؟

جواب ۱ آهن (Fe)، آنیون (NO_3^-) از سمت نیم سلول آهن به سمت نیم سلول Al رفته است. از آن جا که در سلول گالوانی، آنیون ها از کاتد به آند می روند، می توان نتیجه گرفت که آهن، کاتد این سلول است.

$$emf \text{ یا } E^\circ \text{ (سلول)} = E^\circ \text{ (کاتد)} - E^\circ \text{ (آند)} \Rightarrow 0.33 = -0.44 - E^\circ \text{ (آند)} \Rightarrow E^\circ \text{ (آند)} = -0.77V$$

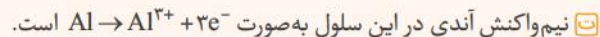
۲ از آن جا که E° فلز آلومینیم از فلز مس کوچکتر است، بنابراین فلز آلومینیم نقش آند (قطب منفی) را در این سلول گالوانی دارد.

تذکره در یک سلول گالوانی، فلزی که E° کوچکتر (منفی تر) دارد، تیغه آندی و فلزی که E° بزرگتر (مثبت تر) دارد، تیغه کاتدی محسوب می شود.

در سلول های گالوانی، جهت حرکت الکترون از آند به کاتد است. بنابراین در سلول بالا، جهت حرکت الکترون از تیغه آلومینیم به تیغه مس می باشد.

$$emf = E^\circ \text{ (کاتد)} - E^\circ \text{ (آند)} = 0.34 - (-1.66) = 2V$$

برای محاسبه emf می توان نوشت:



۳ با استفاده از E° های داده شده می توان نوشت:

$$(1) \quad emf = E^\circ \text{ (کاتد)} - E^\circ \text{ (آند)} = 0.80 - (-0.76) = 1.56V \quad \text{سلول گالوانی روی - نقره}$$

$$(2) \quad emf = E^\circ \text{ (کاتد)} - E^\circ \text{ (آند)} = 0.80 - (-0.44) = 1.24V \quad \text{سلول گالوانی آهن - نقره}$$

$$(3) \quad emf = E^\circ \text{ (کاتد)} - E^\circ \text{ (آند)} = 0.34 - (-0.76) = 1.10V \quad \text{سلول گالوانی روی - مس}$$

$$(4) \quad emf = E^\circ \text{ (کاتد)} - E^\circ \text{ (آند)} = -0.44 - (-0.76) = 0.32V \quad \text{سلول گالوانی منیزیم - آهن}$$

$$(5) \quad emf = E^\circ \text{ (کاتد)} - E^\circ \text{ (آند)} = 0.80 - (-1.66) = 2.46V \quad \text{سلول گالوانی منیزیم - نقره}$$

هر چه اختلاف E° دو فلز در سلول گالوانی بیشتر باشد، پتانسیل سلول مورد نظر بیشتر خواهد بود. بنابراین سلول منیزیم - نقره (۵)، بیشترین ولتاژ ممکن را در میان موارد دیگر دارد.

پیش‌بینی انجام‌پذیری واکنش‌ها (مبحث ترکیبی)

صدای معلم این مبحث به‌طور مستقیم در کتاب درسی مطرح نشده است، ولی با توجه به تمرین‌های دوره‌ای کتاب درسی و سوالات امتحان نهایی چند سال اخیر، حتماً به سؤالی از این قسمت مطرح میشه، پس به‌طور کامل روش مسلط شو!

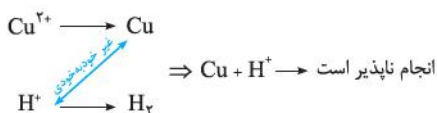
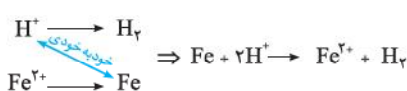
1 با توجه به قدرت کاهندگی فلزها و قدرت اکسندگی کاتیون‌ها، می‌توانیم خودبه‌خودی بودن واکنش میان آن‌ها را پیش‌بینی کنیم. در تمام واکنش‌های اکسایش - کاهش خودبه‌خودی قاعده زیر برقرار است:



بنابراین با داشتن سری الکتروشیمیایی که E° فلزها از پایین به بالا در حال بزرگ شدن است، می‌توان گفت که واکنش میان گونه راست و پایین‌تر با گونه چپ و بالاتر، به‌طور طبیعی انجام شده و خودبه‌خودی است.

سوال با توجه به جدول زیر، توضیح دهید کدام ظرف (مسی یا آهنی) برای نگهداری محلول هیدروکلریک اسید مناسب است؟

نیم‌واکنش کاهش	$E^\circ (V)$
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+۰/۳۴
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	۰
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-۰/۴۴

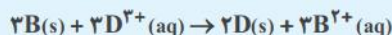


پاسخ با توجه به جدول، فلز راست و پایین (آهن) می‌تواند به کاتیون چپ بالاتر از خود (یعنی H^+)، الکترون دهی کند، در واقع واکنش زیر به‌طور طبیعی انجام می‌شود:

بنابراین ظرف آهنی، ظرف مناسبی برای نگهداری محلول‌های اسیدی نیست، زیرا اسید به راحتی می‌تواند با آن واکنش بدهد. از طرفی فلز مس، جایگاه بالاتری نسبت به H^+ در سری الکتروشیمیایی دارد، بنابراین اتم‌های مس نمی‌توانند به یون‌های $\text{H}^+(\text{aq})$ الکترون دهی کنند: در نتیجه ظرف مسی برای نگهداری محلول HCl مناسب است.

سین جیم

نیم‌واکنش کاهش	$E^\circ (V)$
$\text{A}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{A}(\text{s})$	+۱/۳۳
$\text{B}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{B}(\text{s})$	+۰/۸۷
$\text{C}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{C}^{2+}(\text{aq})$	-۰/۱۲
$\text{D}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{D}(\text{s})$	-۱/۵۹



سؤال با توجه به جدول مقابل به پرسش‌ها پاسخ دهید.

- کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین اکسنده است؟
- کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین کاهنده است؟
- کدام گونه (ها) می‌توانند C^{2+} را اکسید کنند؟
- آیا واکنش زیر به‌طور طبیعی انجام می‌شود؟ توضیح دهید.

جواب در سری الکتروشیمیایی که E° از پایین به بالا در حال بزرگ شدن است می‌توان گفت که گونه سمت راست و پایین، قوی‌ترین کاهنده و گونه سمت چپ و بالا، قوی‌ترین اکسنده محسوب می‌شود.

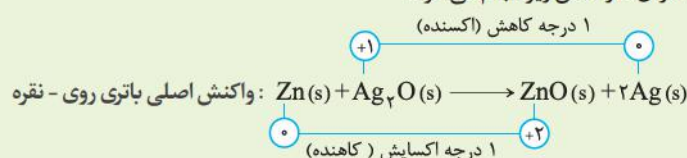
- قوی‌ترین اکسنده و $\text{D}^{2+}(\text{aq})$ ضعیف‌ترین اکسنده به‌شمار می‌رود.
- قوی‌ترین کاهنده و $\text{A}^+(\text{aq})$ ضعیف‌ترین کاهنده است.
- واکنش میان کاتیون راست و پایین‌تر جدول (مثل C^{2+}) با گونه‌های بالاتر و چپ (مانند A^+ و B^{2+}) خودبه‌خودی است. بنابراین A^+ و B^{2+} می‌توانند $\text{C}^{2+}(\text{aq})$ را اکسید کنند.
- خیر، زیرا قدرت کاهندگی B کم‌تر از D است، بنابراین اتم B نمی‌تواند به یون‌های D^{2+} ، الکترون دهی کند.

لیتیم، فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی

- ۱ روزانه از وسایل مختلفی مانند تلفن همراه استفاده می‌کنیم که انرژی الکتریکی آن‌ها با استفاده از باتری تأمین می‌شود. باتری‌هایی که در شکل، اندازه و کارایی با یکدیگر تفاوت آشکاری دارند، اما در همه آن‌ها با انجام شدن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.
- ۲ در فناوری ساخت باتری‌های جدید، فلز لیتیم (${}^6\text{Li}$) نقش بسیار پررنگی دارد، زیرا:
 - لیتیم در میان فلزها، کم‌ترین چگالی را دارد، به همین دلیل باتری‌های لیتیومی نسبت به باتری‌های دیگر سبک‌تر و کوچک‌تر هستند. (دی ۹۸)
 - لیتیم در میان فلزها، کم‌ترین E° (منفی‌ترین) را دارد، در واقع لیتیم قوی‌ترین کاهنده در جدول E° عناصر است، به همین دلیل توانایی ذخیره انرژی باتری‌های لیتیومی نسبت به باتری‌های دیگر، بیشتر است.
- ۳ از لیتیم در ساخت باتری‌های دگمه‌ای استفاده می‌شود. از باتری‌های دگمه‌ای در ساعت مچی استفاده می‌شود و قابل شارژ نیستند. برخی دیگر از باتری‌های لیتیومی در تلفن و رایانه همراه به کار می‌روند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد.

نکته امتحانی

باتری‌های روی - نقره از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آن‌ها واکنش زیر انجام می‌شود:



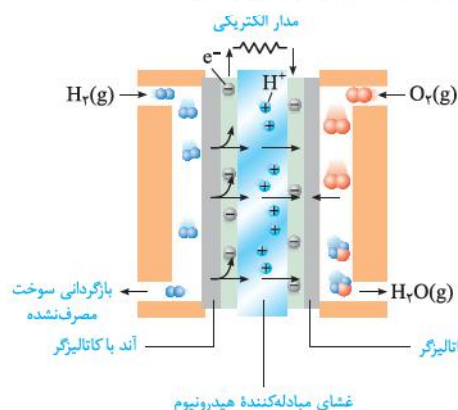
عدد اکسایش روی از صفر به +۲ رسیده و اکسایش یافته است، بنابراین کاهنده بوده و به گونه دیگر الکترون می‌دهد. از طرفی عدد اکسایش یون نقره از +۱ به صفر رسیده و کاهش یافته است، بنابراین اکسنده بوده و از گونه دیگر الکترون می‌گیرد.

- ۴ سالانه میلیاردها تن باتری لیتیومی درون دستگاه‌های الکترونیک در سرتاسر جهان استفاده می‌شود و سرانجام این دستگاه‌ها به همراه باتری‌های درون خود به شکل پسماند دورریخته می‌شوند. به ۲ دلیل زیر، این پسماندها باید بازیافت شوند:
 - این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند، زیرا محیط زیست را آلوده می‌کنند.
 - برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

سلول‌های سوختی

- ۱ سوخت‌های فسیلی رایج‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند. از این رو استخراج و مصرف بی‌رویه این سوخت‌ها سبب شده تا از ذخایر آن‌ها به سرعت کاسته شود.
- ۲ گسترش روزافزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، جهان را با چالشی نگران‌کننده روبه‌رو کرده است. با این توصیف، یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی به‌ویژه در خودروها ضروری است.
- ۳ سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است (دی ۹۹) که شیمی‌دان‌ها برای گذر از این تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد می‌دهند. این سلول‌ها افزون بر کارایی بیشتر می‌توانند ردپای کربن دی‌اکسید را کاهش دهند به طوری که دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می‌روند.
- ۴ به دو علت زیر، استفاده از سلول سوختی بسیار بهتر از سوخت‌های فسیلی است:
 - در تولید برق با استفاده از سوزاندن سوخت‌های فسیلی، اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است.
 - کارایی سلول سوختی بالاتر است، زیرا تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی به‌طور مستقیم انجام شده و مراحل کم‌تری دارد.

- ۵ سلول سوختی، ساختاری همانند سلول‌های گالوانی دارد. در رایج‌ترین سلول سوختی، گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.
- ۶ در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن به جای انجام سریع واکنش سوختن، گاز هیدروژن (سوخت سلول) به آرامی اکسید می‌شود و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.
- ۷ هر سلول سوختی، سه جزء اصلی دارد که شامل یک غشا، الکتروآند و الکتروکاتد است. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزورهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.



۸ در سمت آند، گاز هیدروژن ورودی، یونیده می شود و تولید یون هیدرونیوم و الکترون می کند: $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$ نیم واکنش اکسایش یا آندی گاز هیدروژن مصرف نشده نیز از خروجی کنار الکتروآندی خارج شده و مجدداً بازگردانی می شود.

۹ غشای مبادله کننده یون هیدرونیوم همان طور که از اسمش پیداست، تنها اجازه عبور و انتقال بار مثبت (H^+) را از خود می دهد و در نتیجه الکترون ها باید از مدار الکتریکی سلول عبور نمایند. بنابراین یون های هیدرونیوم (H^+) از طریق غشا و الکترون ها از مسیر مدار الکتریکی (مدار بیرونی یا سیم رابط) از آند به سمت کاتد حرکت می کنند.

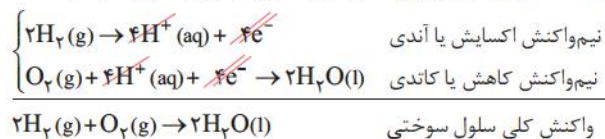
۱۰ مانند سایر سلول های گالوانی، جهت حرکت الکترون ها از آند به سمت کاتد و از طریق رسانای الکترونی (مدار بیرونی) انجام می گیرد.

۱۱ مانند سایر سلول های گالوانی، کاتیون ها (H^+) از طریق رسانای یونی (غشا) یا مدار درونی به سمت کاتد می روند.

۱۲ در سمت کاتد، گاز اکسیژن با الکترون هایی که از سمت آند آمده و یون های H^+ که از طریق الکترولیت آمده، واکنش داده و H_2O تولید می شود.

نیم واکنش کاهش یا کاتدی: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$

۱۳ با جمع کردن نیم واکنش های آندی و کاتدی، واکنش کلی سلول به صورت زیر به دست می آید. بنابراین واکنش کلی سلول، تبدیل H_2 و O_2 به آب است.



تذکره سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد، در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی، بازده آن را تا ۳ برابر (یعنی حدود ۶۰ درصد) افزایش می دهد. (شهریور ۹۸ + ۱ تکرار)

۱۴ تفاوت سلول سوختی و باتری ها در این است که سلول های سوختی برخلاف باتری ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی کنند.

نکته امتحانی

یکی از چالش هایی که در کاربرد سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن خودنمایی می کند تأمین سوخت آن ها یعنی گاز هیدروژن است. (خرداد ۹۸ + ۲ تکرار)

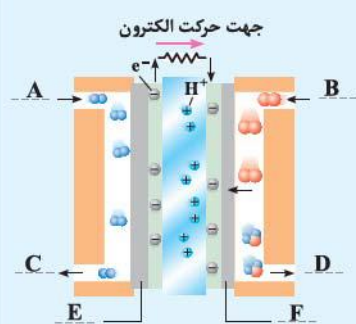
۱۵ با پیشرفت علم و فناوری، سلول های سوختی تازه ای طراحی شده اند که در آن ها به جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می شود. دو مزیت متان نسبت به هیدروژن:

• در دسترس بودن سوخت، متان نسبت به هیدروژن ارزان تر است.

• مشکلات نگهداری گاز متان نسبت به گاز هیدروژن، به مراتب کم تر است.

از طرفی، گاز هیدروژن از دیدگاه محیط زیستی، نسبت به گاز متان برتری دارد، زیرا آلاینده های کمتری تولید می کند.

سین جیم



۱ سوال با توجه به شکل مقابل که یک سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را نشان می دهد، به سوالات زیر پاسخ دهید.

۱ موارد A، B، C و D را مشخص کنید.

۲ با استفاده از نیم واکنش ها، واکنش کلی این سلول سوختی را بنویسید.

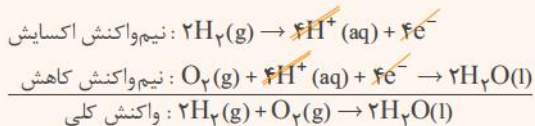
۳ غشای مبادله کننده یون هیدرونیوم را در شکل مشخص کنید و کارایی آن را توضیح دهید.

۴ آیا در این سلول سوختی از کاتالیزگر استفاده شده است؟ توضیح دهید.

A: $H_2(g)$ سوخت اولیه B: $O_2(g)$ اکسنده
C: $H_2(g)$ واکنش نداده D: $H_2O(g)$ فراورده سلول

جواب

۱ E همان آند و F همان کاتد با کاتالیزگر است.



۳ غشای میان آند و کاتد که تنها اجازه عبور به یون هیدرونیوم را می دهد، غشای مبادله کننده یون هیدرونیوم است. عملکرد این غشا باعث می شود تا سلول از کار نیفتد.

۴ آند و کاتد در این سلول دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش های اکسایش و کاهش، سرعت می بخشند.

● عبارت‌های زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده، کامل کنید.

- ۲۲۸ | اگر علامت پتانسیل کاهشی استاندارد یک فلز (منفی / مثبت) باشد، راحت‌تر از H_2 اکسید می‌شوند.
- ۲۲۹ | محلول الکترولیت در نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE)، اسیدی با غلظت (۱ مولار / ۰/۱ مولار) است.
- ۲۳۰ | در سلول‌های الکتروشیمیایی مانند سلول گالوانی، فرایند کاهش در نیم سلول (آندی / کاتدی) رخ می‌دهد.
- ۲۳۱ | در سلول گالوانی، فلزی که E° (مثبت‌تر / منفی‌تر) دارد، نقش (آند / کاتد) را ایفا می‌کند و قطب مثبت سلول را تشکیل می‌دهد.
- ۲۳۲ | در سلول گالوانی (کاتیون‌ها / آنیون‌ها) با گذر از دیواره متخلخل / مدار بیرونی از نیم سلول آند به کاتد می‌روند.
- ۲۳۳ | اگر فلز A بتواند مس را از محلول مس (II) نیترات آزاد کند، قدرت (اکسندگی / کاهندگی) کاتیون فلز A از کاتیون فلز مس (کمتر / بیشتر) است.
- ۲۳۴ | در سلول گالوانی روی - مس، با گذشت زمان از جرم تیغه (مس / روی) کم می‌شود.
- ۲۳۵ | در ساخت باتری، نقش فلز لیتیم پررنگ است، چون قوی‌ترین (اکسند / کاهند) و (بیشترین / کمترین) چگالی را در میان دیگر فلزها دارد. (دی ۹۸)
- ۲۳۶ | سلول سوختی، (سه / چهار) جزء اصلی دارد که (کاتالیزگر / غشا) یکی از آن‌هاست.

● با استفاده از واژه‌های درون کادر، عبارت‌های داده شده را کامل کنید (برخی از واژه‌ها اضافی‌اند و استفاده از واژه‌های تکراری مجاز است)

کاهش - اکسایش - دارد - تیتانیوم - ندارد - سلول الکترولیتی - آب - افزایش - پلاتین - گاز اکسیژن - سلول سوختی

- ۲۳۷ | در یک سلول گالوانی، آند الکترودی است که در آن نیم واکنش رخ می‌دهد و با گذشت زمان جرم آن، می‌یابد. (خرداد ۹۸)
- ۲۳۸ | نوعی سلول گالوانی که شیمی‌دان‌ها برای گذر از تنگای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد داده‌اند، است. (خرداد ۹۹)
- ۲۳۹ | فراورده نهایی در سلول سوختی، می‌باشد و این سلول توانایی ذخیره انرژی را (خرداد ۱۴۰۰)
- ۲۴۰ | هنگام جراحی از فلز می‌توان در بخش‌های مختلف بدن استفاده کرد. (شهریور ۱۴۰۰ + ۲ تکرار مشابه)
- ۲۴۱ | سلول‌های سوختی افزون بر کارایی بیشتر، ردپای کربن دی اکسید را نیز می‌دهند. (دی ۱۴۰۰)

● درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید و در صورت نادرست بودن، شکل درست آن را بنویسید.

- ۲۴۲ | شیمی‌دان‌ها برای اندازه‌گیری پتانسیل استاندارد (E°) نیم سلول‌ها، از محلول‌های الکترولیتی با غلظت ۰/۱ مولار استفاده می‌کنند. (خرداد ۱۴۰۱)
- ۲۴۳ | جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی یک سلول گالوانی، همواره از کاتد به آند است. (دی ۱۴۰۰)
- ۲۴۴ | در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، بخش قابل توجهی از انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. (شهریور ۱۴۰۰)
- ۲۴۵ | اکسایش گاز هیدروژن در سلول‌های سوختی، بازدهی را تا سه برابر کاهش می‌دهد. (شهریور ۹۸)
- ۲۴۶ | از جمله ویژگی‌های لیتیم که سبب شده از آن در ساخت باتری دگمه‌ای استفاده شود، کم بودن چگالی و زیاد بودن E° آن است. (خرداد ۹۹)
- ۲۴۷ | اگر اندازه‌گیری‌ها در دمای $^\circ C$ و فشار ۱ atm برای محلول‌های الکترولیت انجام شود، به پتانسیل به وجود آمده، پتانسیل استاندارد (E°) نیم سلول گفته می‌شود.

۲۴۸ | در نیم سلول کاتدی، غلظت کاتیون‌ها از آنیون‌ها بیشتر است.

۲۴۹ | اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم سلول به طور جداگانه ممکن نیست.

۲۵۰ | در سلول گالوانی، از جرم تیغه آندی کم شده و به جرم تیغه کاتدی افزوده می‌شود.

۲۵۱ | سلول سوختی نوعی سلول الکترولیتی است. (دی ۹۹)

۲۵۲ | در سلول‌های گالوانی می‌توان تمام انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش - کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود.

۲۵۳ | در هر نیم واکنش موجود در جدول E° ، گونه کاهنده در سمت چپ و گونه اکسند در سمت راست نوشته می‌شود.

۲۵۴ | به دو پرسش زیر پاسخ دهید.

ا) نقش دیواره متخلخل را در سلول گالوانی توضیح دهید.

ب) پتانسیل سلول گالوانی را چگونه اندازه‌گیری می‌کنند؟

۲۵۵ | با توجه به پتانسیل‌های کاهش‌ی استاندارد آلومینیم و آهن، به سؤالات داده شده پاسخ دهید:

$$E^{\circ}(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1.66 \text{ V} \quad ; \quad E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}$$

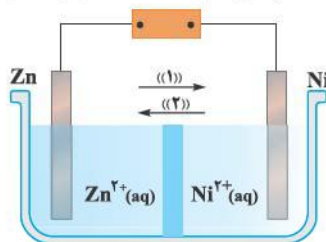
۱ | در سلول گالوانی متشکل از آلومینیم و آهن، کدام الکترود کاتد است؟

۲ | نیم واکنش‌های انجام شده را بنویسید و واکنش کلی سلول را به دست آورید.

۳ | جرم تیغه‌ها چگونه تغییر می‌کند؟

۴ | emf سلول گالوانی به دست آمده را محاسبه کنید.

۲۵۶ | با توجه به شکل زیر، که طرحی از یک سلول گالوانی «روی - نیکل» را نشان می‌دهد به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید. (خرداد ۹۸)



$$E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V} \quad ; \quad E^{\circ}(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0.23 \text{ V}$$

۱ | کدام الکترود نقش کاتد دارد؟

۲ | در شکل موردنظر، کدام مورد «۱» یا «۲» جهت حرکت آنیون‌ها را نشان می‌دهد؟

۳ | در واکنش کلی سلول، ذره کاهنده را مشخص کنید.

۴ | نیروی الکتروموتوری (emf) سلول را محاسبه کنید.

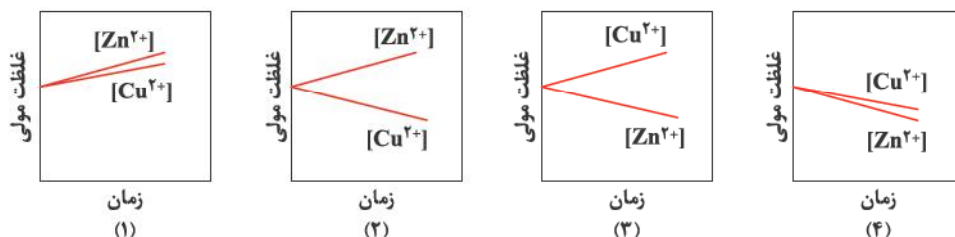
۲۵۷ | با توجه به پتانسیل کاهش‌ی استاندارد مس و روی به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (دی ۹۷)

$$E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34 \text{ V} \quad ; \quad E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V}$$

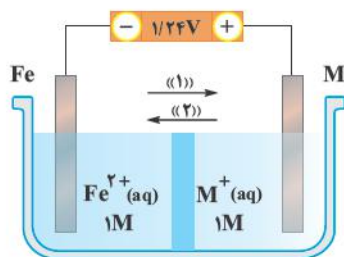
۱ | در سلول گالوانی روی - مس، کدام فلز نقش آند را ایفا می‌کند؟ چرا؟

۲ | emf سلول روی - مس را حساب کنید.

۳ | کدام نمودار زیر تغییر غلظت یون‌ها را در سلول گالوانی روی - مس به درستی نشان می‌دهد؟



۲۵۸ | شکل زیر، ولتاژ و سنج را در سلول گالوانی نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (شهریور ۱۴۰۰)



۱ | در این سلول کدام فلز (Fe یا M) نقش کاتد را ایفا می‌کند؟

۲ | با انجام واکنش جرم کدام تیغه (Fe یا M) کاهش می‌یابد؟

۳ | کدام مورد «۱» یا «۲» جهت حرکت آنیون‌ها را نشان می‌دهد؟

۴ | کدام ذره (Fe²⁺ یا M⁺) اکسندۀ تر است؟

۵ | اگر پتانسیل کاهش‌ی استاندارد Fe²⁺/Fe برابر -۰.۴۴V باشد، پتانسیل کاهش‌ی استاندارد

M⁺/M را محاسبه کنید.

(شهریور ۱۴۰۰)

۲۵۹ | با توجه به جدول زیر، پاسخ دهید.

نیم واکنش کاهش	$E^{\circ}(\text{V})$
$2\text{H}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	۰/۰۰
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-۱/۶۶
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$	-۱/۱۸
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+۰/۳۴

۱ | کدام گونه قوی‌ترین کاهنده است؟ چرا؟

۲ | آیا محلول هیدروکلریک اسید را می‌توان در ظرفی از جنس فلز مس نگهداری کرد؟ چرا؟

(خرداد ۱۴۰۰)

۲۶۰ با توجه به پتانسیل کاهش استاندارد نقره و منیزیم به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

$$E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2/3 \quad E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0/8$$

ا در سلول گالوانی منیزیم - نقره، کدام فلز نقش کاتد را ایفا می‌کند؟ چرا؟

ب نیم‌واکنش انجام گرفته در آند را بنویسید.

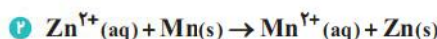
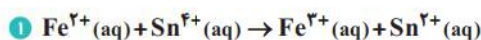
پ emf سلول منیزیم - نقره را حساب کنید.

ت با انجام واکنش جرم کدام الکترود کاهش می‌یابد؟

(دی ۹۹)

۲۶۱ با توجه به جدول مقابل، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

نیم‌واکنش کاهش	E°
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	$-0/76$
$\text{Mn}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$	$-1/18$
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	$+0/8$


ا E° واکنش (۲) را محاسبه کنید.

ب در واکنش (۱)، کدام واکنش دهنده کاهنده است؟ چرا؟

پ در سلول منگنز - نقره، جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی چگونه است؟ دلیل بنویسید.

(خرداد ۹۹)

۲۶۲ با توجه به جدول مقابل به پرسش‌ها پاسخ دهید:

نیم‌واکنش کاهش	$E^\circ(\text{V})$
$\text{A}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{A}(\text{s})$	$+1/66$
$\text{B}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{B}(\text{s})$	$+1/2$
$\text{X}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{X}(\text{s})$	$-0/35$
$\text{D}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{D}(\text{s})$	$-0/8$

ا کدام گونه، قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین اکسنده است؟

ب کدام گونه‌ها می‌توانند X را اکسید کنند؟

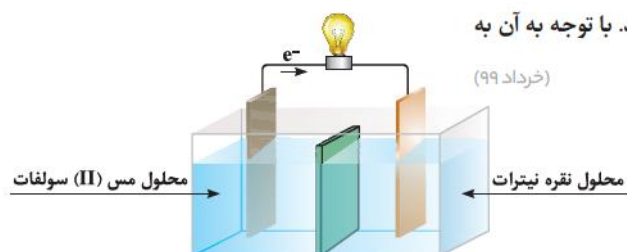
پ نیروی الکتروموتوری (emf) سلول گالوانی مربوط به واکنش بین A و X را

محاسبه کنید.

۲۶۳ شکل زیر سلول گالوانی مس - نقره (Cu - Ag) را نشان می‌دهد. با توجه به آن به

(خرداد ۹۹)

پرسش‌ها پاسخ دهید.

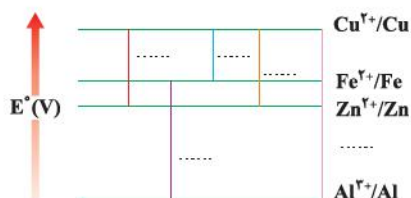

ا کدام فلز نقش آند را دارد؟ چرا؟

ب با انجام واکنش، جرم کدام تیغه بیشتر می‌شود؟ چرا؟

(شهریور ۹۹)

۲۶۴ در نمودار زیر هر خط نشان‌دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز است با توجه به آن پاسخ دهید.

$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0/44 \quad E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0/76 \quad E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1/66 \quad E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0/34$$


ا بدون محاسبه بیان کنید کدام سلول گالوانی می‌تواند بیشترین ولتاژ را ایجاد کند؟ چرا؟

ب نیروی الکتروموتوری emf سلول گالوانی آلومینیم - روی (Al - Zn) را حساب کنید.

پ بین ذره‌های (Cu, Fe, Zn) کدام یک کاهنده قوی‌تری است؟ چرا؟

۲۶۵ در سلول گالوانی مقابل، اگر بدانیم جهت حرکت NO_3^- به سمت تیغه N است، به

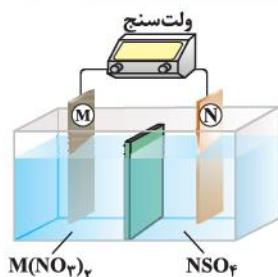
پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

ا از میان دو عدد $-0/44$ و $-1/18$ و E° فلزهای M و N

 به ترتیب کدام‌اند و emf این سلول را محاسبه کنید.

ب «قطب مثبت و منفی»، «جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی» و «جهت حرکت

 یون‌های $\text{N}^{2+}(\text{aq})$ را در شکل مشخص کنید.

پ با استفاده از نیم واکنش‌های آندی و کاتدی، واکنش کلی سلول را بنویسید.


۲۶۶ | فلز آهن می‌تواند با محلول $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ و همچنین با محلول $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ واکنش دهد. اگر E° سلول «آهن - نیکل» برابر 0.16V و E° سلول «آهن - قلع» برابر 0.27V باشد: (فلز آهن در هر دو سلول نقش آنود دارد.)

۱ | $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ بهتر کاهش می‌دهد یا $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ ؟ چرا؟

۲ | در واکنش فلز آهن با $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$ ، اکسند و کاهش را تعیین کنید.

۳۶۷ | با توجه به ولتاژی که ولت‌سنج، در سلول گالوانی نشان داده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱ | در این سلول کدام فلز (Fe یا M) نقش کاتد را ایفا می‌کند؟

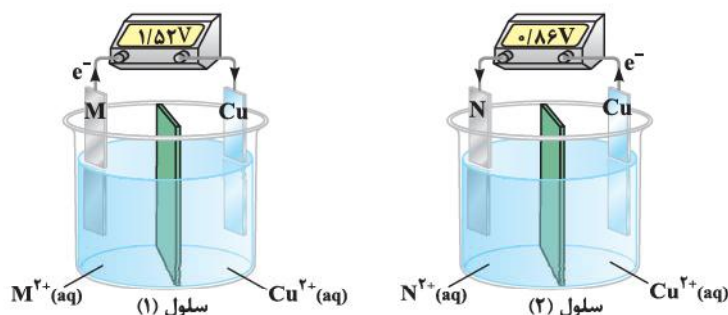
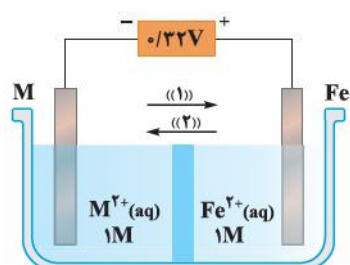
۲ | با انجام واکنش جرم کدام تیغه (Fe یا M) کاهش می‌یابد؟

۳ | کدام مورد «۱» یا «۲» جهت حرکت آنیون‌ها را نشان می‌دهد؟

۴ | کدام ذره اکسند است؟

۵ | اگر پتانسیل کاهش استاندارد Fe^{2+}/Fe برابر -0.44V باشد، پتانسیل کاهش استاندارد M^{2+}/M را محاسبه کنید.

۳۶۸ | با توجه به دو سلول گالوانی زیر به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



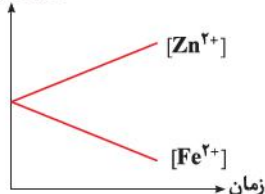
۱ | نیم‌واکنش کاتدی سلول (۲) را بنویسید.

۲ | کدام یک از فلزهای M یا N تمایل بیشتری برای اکسید شدن دارند؟ چرا؟

۳ | اگر بخواهیم با استفاده از دو فلز M و N یک سلول الکتروشیمیایی بسازیم، جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی به سمت کدام فلز است و غلظت کدام کاتیون (M^{2+} یا N^{2+}) با کار کردن سلول، افزایش می‌یابد؟

۴ | اگر E° فلز مس برابر $+0.34\text{V}$ و ولت باشد، E° فلز M و N را به دست آورید.

غلظت مولی



۳۶۹ | نمودار مقابل، تغییر غلظت یون‌ها را در سلول گالوانی «روی - آهن» نشان می‌دهد. (خرداد خارج ۱۴۰۰)

۱ | نیم‌واکنش انجام شده در کاتد را بنویسید.

۲ | علامت الکتروود روی را بنویسید.

۳ | در این واکنش کدام گونه (Zn یا Fe) کاهش است؟ دلیل بنویسید.

۳۷۰ | با توجه به پتانسیل‌های کاهش استاندارد داده شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

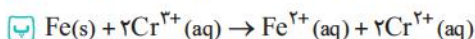
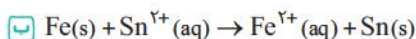
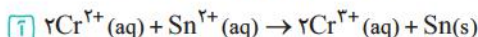
$$E^\circ(\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}) = -1.18\text{V} \quad ; \quad E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34\text{V}$$

$$E^\circ(\text{Pt}^{2+}/\text{Pt}) = +1.20\text{V} \quad ; \quad E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44\text{V}$$

۱ | با فلزهای داده شده، چند سلول گالوانی می‌توان ساخت و کدام فلز همواره نقش آنود را دارد؟

۲ | اگر با استفاده از الکتروود استاندارد هیدروژن و فلز پلاتین، یک سلول گالوانی بسازیم، نیم‌واکنش آنودی در آن به چه صورتی خواهد بود؟

۳۷۱ | با توجه به واکنش‌های زیر که به طور طبیعی انجام می‌شوند، گونه‌های کاهش و گونه‌های اکسند را برحسب قدرت مرتب کنید.



۲۷۲ دانش‌آموزی با فلز مجهول M، دو آزمایش زیر را انجام داده است. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.

آزمایش اول: فلز A نمی‌تواند با محلول آبی یون‌های Mn^{2+} واکنش دهد.

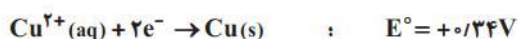
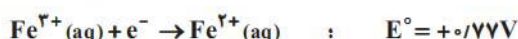
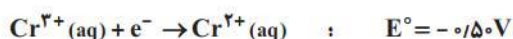
آزمایش دوم: فلز A با محلول آبی یون‌های Sn^{2+} واکنش داده و فلز Sn را آزاد می‌کند.

الف قدرت کاهندگی سه فلز A، Sn و Mn را مقایسه کنید.

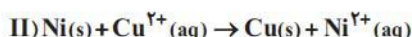
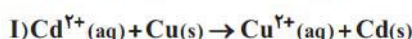
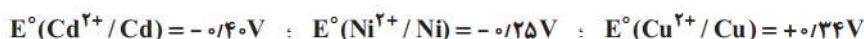
ب در شرایط یکسان، کدام یک از یون‌های A^{2+} ، Sn^{2+} یا Mn^{2+} ، تمایل بیشتری برای به‌دست آوردن الکترون دارد؟ چرا؟

۲۷۳ اگر فلز A با محلول نقره نیترات واکنش دهد تا فلز نقره آزاد شود ولی نتواند با محلول قلع (II) کلرید واکنش دهد، قدرت کاهندگی فلزهای A، Ag و Sn را با هم مقایسه کنید.

۲۷۴ با توجه به پتانسیل‌های کاهشی استاندارد داده‌شده، کدام گونه‌ها قوی‌ترین اکسنده و ضعیف‌ترین کاهنده هستند؟



۲۷۵ اگر پتانسیل کاهشی استاندارد برخی از فلزها به‌صورت زیر باشد، کدام واکنش‌های داده‌شده، انجام‌پذیر هستند؟

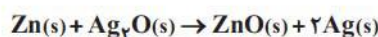


۲۷۶ با سه فلز نقره، کادمیم و نیکل، دو سلول نیکل - نقره و کادمیم - نیکل را می‌سازیم که emf آن‌ها به‌ترتیب ۱/۵ و ۰/۱۵ ولت است، اگر پتانسیل

کاهشی استاندارد نیکل برابر $-0.25V$ باشد، E° دو فلز نقره و کادمیم را به‌دست آورید (در سلول «نیکل - نقره» فلز نقره و در سلول «کادمیم - نیکل» فلز نیکل کاتد محسوب می‌شود).

۲۷۷ باتری‌های روی - نقره از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آن‌ها واکنش زیر انجام می‌شود.

(خرداد خارج ۱۴۰۰)



الف جرم کدام تیغه کاهش می‌یابد؟

ب نیم‌واکنش کاتدی را بنویسید.

پ نیروی الکتروموتوری (emf) سلول را محاسبه کنید.

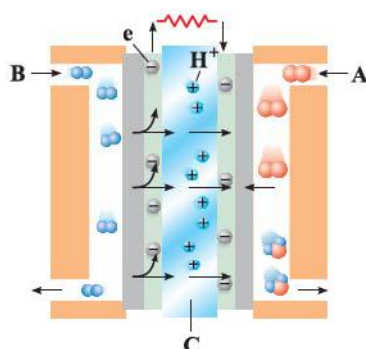
۲۷۸ چرا بازیافت پسماندهای الکترونیکی ضروری است؟ دو دلیل بیان کنید.

۲۷۹ شکل مقابل نوعی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را نشان می‌دهد. (خرداد ۹۸)

الف به جای «A، B و C» واژه‌های توصیفی یا نماد شیمیایی مناسب قرار دهید.

ب یک تفاوت سلول سوختی و باتری را بنویسید.

پ یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی خودنمایی می‌کند را بنویسید.



۲۸۰ با پیشرفت علم و فناوری، سلول‌های سوختی تازه‌ای طراحی شده‌اند که سلول سوختی متان - اکسیژن، یکی از آن‌هاست. در مورد این سلول به پرسش زیر پاسخ دهید.

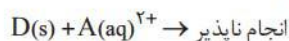
الف معادله واکنش کلی سلول را نوشته و گونه‌های اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

ب از دید محیط زیست، گاز هیدروژن چه مزیتی نسبت به گاز متان دارد؟

۲۸۱ اگر در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، $2/8$ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP مصرف شود، چند مول الکترون در مدار خارجی میان اکسنده و کاهنده جابه‌جا می‌شود؟

(ب) نادرست - قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) در فلز روی بسیار بیشتر از فلز مس است. در نتیجه A و D به ترتیب می‌توانند روی و مس (برعکس پیری که در سؤال گفته شده) باشند.

(پ) درست - زیرا واکنش زیر انجام پذیر نیست:



(ت) بله، از آن جا که قدرت کاهندگی A از D بیشتر است، اگر D بتواند به H^+ مطابق واکنش $(D(s) + H^+(aq) \rightarrow)$ الکترون دهی کند، پس حتماً A که تمایل به دست از دادن الکترون بیشتری نسبت به D دارد نیز می‌تواند واکنش $(A(s) + H^+(aq) \rightarrow)$ را به راحتی انجام دهد.

۲۲۸ منفی	۲۲۹ ۱ مولار
۲۳۰ کاتدی	۲۳۱ مثبت‌تر - کاتد
۲۳۲ کاتیون‌ها - دیواره متخلخل	۲۳۳ اکسندگی - کم‌تر
۲۳۴ روی	۲۳۵ کاهنده - کم‌ترین
۲۳۶ سه - غشا	۲۳۷ اکسایش - کاهش
۲۳۸ سلول سوختی	۲۳۹ آب - ندارد
۲۴۰ پلاتین	۲۴۱ کاهش

۲۴۲ | نادرست - شیمی دان‌ها برای اندازه‌گیری پتانسیل استاندارد (E°) نیم‌سلول‌ها، از محلول‌های الکترولیتی با غلظت ۱ مولار استفاده می‌کنند.

۲۴۳ | نادرست - جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی یک سلول گالوانی، همواره از آند به کاتد است.

۲۴۴ | نادرست - در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۲۴۵ | نادرست - اکسایش گاز هیدروژن در سلول‌های سوختی، بازدهی را تا سه برابر افزایش می‌دهد.

۲۴۶ | نادرست - لیتیم دارای کم‌ترین E° و چگالی در میان فلزهاست.

۲۴۷ | نادرست - برای اندازه‌گیری E° ، دما باید $25^\circ C$ یا $298 K$ باشد.

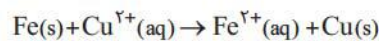
۲۴۸ | نادرست - در نیم‌سلول کاتدی، فرایند کاهش به صورت:
 $M^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow M(s)$ نوشته می‌شود که نشان می‌دهد کاتیون‌ها در سطح تیغه کاتدی، الکترون به دست آورده و از غلظت آن‌ها کم می‌شود. بنابراین در نیم‌سلول کاتدی غلظت کاتیون‌ها از آنیون‌ها کم‌تر است.

۲۴۹ | درست

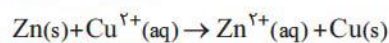
۲۵۰ | درست

۲۵۱ | نادرست - سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است.

۲۲۳ | آ



اکسنده کاهنده



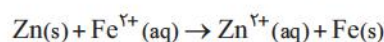
اکسنده کاهنده

(ب) هرچه تغییر دمای محلول واکنش بیشتر باشد، نشان‌دهنده تمایل بیشتر فلز برای کاهندگی است. بنابراین Zn بیشترین قدرت کاهندگی را در میان فلزهای داده شده دارد.

(پ) $Zn > Fe > Cu > Ag$: قدرت کاهندگی

(ت) خیر، زیرا قدرت کاهندگی Cu از Zn کمتر بوده و تیغه مسی نمی‌تواند به یون‌های Zn^{2+} الکترون دهی کند.

(ث) تیغه Zn، زیرا قدرت کاهندگی Zn از Fe بیشتر بوده و در نتیجه واکنش زیر به طور طبیعی انجام می‌شود:



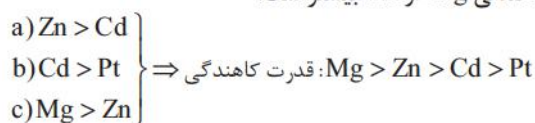
۲۲۴ | فلز M نتوانسته به Mg^{2+} الکترون بدهد، پس قدرت کاهندگی Mg بیشتر از M است. از طرفی فلز M می‌تواند با Cu^{2+} واکنش دهد، پس قدرت کاهندگی M بیشتر از Cu است:

قدرت کاهندگی: $Mg > M > Cu$

۲۲۵ | آ گونه اکسنده: Cd^{2+} و گونه کاهنده: Zn

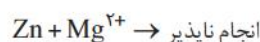
(ب) خیر، زیرا Pt جزء فلزهای نجیب محسوب می‌شود و تمایلی به اکسایش یافتن و الکترون دهی ندارد.

۲۲۶ | آ واکنش‌های a و b انجام می‌شوند، پس Zn کاهنده‌تر از Cd و Cd کاهنده‌تر از Pt است. از طرفی واکنش c انجام ناپذیر است، پس قدرت کاهندگی Mg از Zn بیشتر است:



(ب) بله، زیرا قدرت کاهندگی Mg از Pt بیشتر بوده و می‌تواند به Pt^{2+} الکترون دهی کند.

(پ) بله، زیرا قدرت کاهندگی Zn از Mg کم‌تر بوده، پس Zn نمی‌تواند به Mg^{2+} الکترون دهی کند و واکنشی بین آن‌ها انجام نمی‌شود. در واقع با قرارگیری محلولی از یون‌های Mg^{2+} در ظرفی از جنس Zn، ظرف سالم باقی می‌ماند.



۲۲۷ | آ درست - زیرا تمایل به از دست دادن الکترون در A بیشتر از D است، در نتیجه A به راحتی به یون‌های D^{2+} ، الکترون دهی می‌کند و خودش اکسایش می‌یابد.

۲۵۲ | نادرست - در سلول های گالوانی می توان بخشی از انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش - کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود.

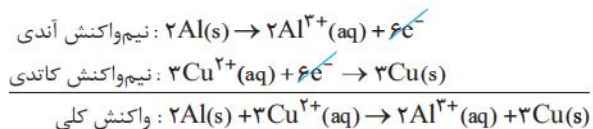
۲۵۳ | نادرست - در هر نیم واکنش موجود در جدول E° ، گونه کاهش دهنده در سمت راست و گونه اکسنده در سمت چپ نوشته می شود.

۲۵۴ | آ | دیواره متخلخل از مخلوط شدن سریع و مستقیم دو الکترولیت جلوگیری کرده و به علت داشتن ساختار متخلخل اجازه نفوذ و عبور به برخی از یون ها را می دهد تا یون ها به آهستگی میان دو نیم سلول آندی و کاتدی جابه جاشوند و در نتیجه علاوه بر این که دو نیم سلول از نظر بار الکتریکی خنثی باقی می مانند، اتصال الکتریکی بین آن ها نیز برقرار می شود.

ب | تیغه های هر نیم سلول را در سلول گالوانی به یک ولت سنج متصل می کنند.

۲۵۵ | آ | در سلول های گالوانی، فلزی که E° کوچکتر (منفی تر) دارد، آند و فلزی که E° بزرگتر (مثبت تر) دارد، کاتد محسوب می شود. بنابراین الکترون آلومینیم و آهن به ترتیب آند و کاتد سلول هستند.

ب | نیم واکنش ها در سلول آلومینیم - آهن به صورت زیر هستند، فقط دقت کنید برای یکسان شدن ضریب e^- در هر دو نیم واکنش، نیم واکنش آندی و کاتدی را به ترتیب در ۲ و ۳ ضرب کردیم:



پ | با انجام واکنش در سلول، از جرم تیغه آندی کم شده و به جرم تیغه کاتدی افزوده می شود.

ت | $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = -0.44 - (-1.66) = +1.22 \text{ V}$

۲۵۶ | آ | نیکل (ب) ۲

پ | Zn

ت | $emf = -0.23 - (-0.76) = 0.53$

۲۵۷ | آ | روی، زیرا E° کوچکتری داشته و راحت تر اکسید می شود.

ب | $emf_{\text{ب}}(E^\circ) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 0.34 - (-0.76) = +1.1 \text{ V}$
پ | نمودار (۲)

۲۵۸ | آ | M، زیرا قطب مثبت است و کاتد در نظر گرفته می شود.

پ | Fe (ب) ۲

ت | M^+

ث | $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow 1.24 = E^\circ_{\text{کاتد}} - (-0.44)$

$\Rightarrow E^\circ_{\text{کاتد}} = 0.8 \text{ V}$

۲۵۹ | آ | Al - چون E° منفی تری دارد.

ب | بله - زیرا E° هیدروژن کمتر از مس است و نمی تواند از آن الکترون بگیرد.

۲۶۰ | آ | نقره - زیرا پتانسیل کاهش آن از منیزیم بیشتر است.



پ | $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow E^\circ = 0.8 - (-2.37) = +3.17 \text{ V}$

ت | منیزیم

۲۶۱ | آ | $E^\circ = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow E^\circ = -0.76 - (-1.88) = +1.12 \text{ V}$

ب | یون Fe^{2+} - زیرا الکترون از دست داده یا اکسید شده است.

پ | از منگنز به سمت نقره - زیرا جهت جریان در مدار بیرونی از آند (الکتروود با E° منفی تر) به سمت کاتد (الکتروود با E° مثبت تر) است.

۲۶۲ | آ | قوی ترین اکسنده: $\text{A}^+(\text{aq})$ ، ضعیف ترین اکسنده: $\text{D}^{2+}(\text{aq})$

ب | منظور از اکسید کردن X یعنی X اکسایش یابد و الکترون از دست بدهد. بنابراین X می تواند با A^+ و B^{2+} اکسید شود.

پ | $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 1.66 - (-0.35) = 2.01 \text{ V}$

۲۶۳ | آ | Cu، زیرا الکترون از دست داده است. جهت حرکت الکترون از آند (مس) به کاتد (نقره) می باشد.

ب | جرم تیغه Ag، زیرا در سطح کاتد، یون های نقره کاهش می یابند و روی تیغه قرار می گیرند.

۲۶۴ | آ | Al - Cu - نیم سلول ها در تشکیل سلول گالوانی هنگامی بیشترین emf را ایجاد می کنند که تفاوت یا فاصله میان E° آن ها در سری الکتروشیمیایی بیشتر باشد.

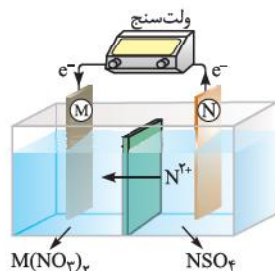
ب | $emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow emf = -0.76 - (-1.66) = +0.9 \text{ V}$

پ | Zn - زیرا پتانسیل کاهش استاندارد آن منفی تر (کوچک تر) است.

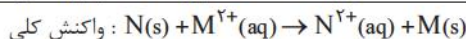
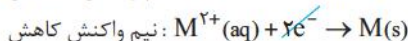
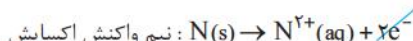
۲۶۵ | آ | از آن جا که جهت حرکت NO_3^- به سمت تیغه N است، می توان نتیجه گرفت که تیغه N، آند این سلول محسوب می شود. آند یک سلول، E° کوچکتری نسبت به کاتد آن دارد. پس E° فلز N و M به ترتیب برابر -1.18 و -0.44 است:

$emf - E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = -0.44 - (-1.18) = +0.74 \text{ V}$

ب | به شکل مقابل دقت کنید:



پ | نیم واکنش های داده شده به صورت زیر هستند:

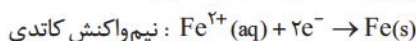


۲۶۹

خوبه بدونی!

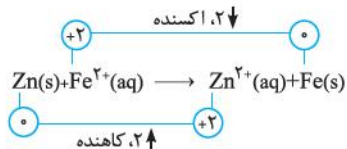
- در یک سلول گالوانی، با گذشت زمان:
- جرم تیغه آندی کم می‌شود و غلظت کاتیون‌های فلز آند در محلول افزایش می‌یابد.
 - جرم تیغه کاتدی افزایش می‌یابد و غلظت کاتیون‌های فلز کاتد در محلول کاهش می‌یابد.

آ) در نمودار داده‌شده، غلظت Zn^{2+} در حال افزایش و غلظت Fe^{2+} در حال کاهش است. بنابراین Zn، آند و Fe، کاتد سلول است.



ب) فلز روی، آند بوده و قطب منفی سلول محسوب می‌شود.

پ) Zn کاهنده است، زیرا تمایل Zn برای اکسایش یافتن و از دست دادن الکترون بیشتر از Fe است.

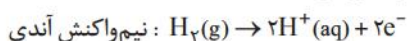


۲۷۰ | آ) با ۴ فلز، می‌توان ۶ سلول گالوانی متفاوت ساخت:

سلول منگنز - آهن	سلول آهن - مس
سلول مس - پلاتین	سلول منگنز - مس
سلول آهن - پلاتین	سلول منگنز - پلاتین

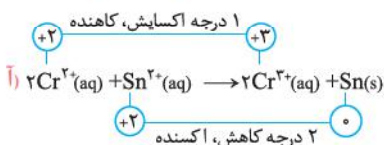
در میان تمام این سلول‌ها، همواره منگنز به دلیل داشتن E° کوچکتر، آند محسوب می‌شود.

ب) پلاتین دارای E° مثبت است و قدرت کاهندگی H_2 بیشتر از آن است. بنابراین در سلول گالوانی حاصل از پلاتین و SHE، نیم‌سلول SHE همان آند محسوب می‌شود:

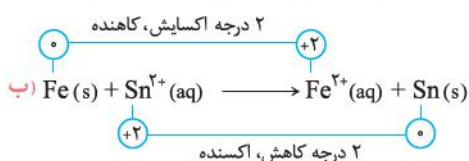


۲۷۱ | در یک واکنش اکسایش - کاهش خودبه‌خودی می‌توان نوشت:

اکسندۀ ضعیف‌تر + کاهندۀ ضعیف‌تر $\rightarrow$ کاهندۀ قوی‌تر + اکسندۀ قوی‌تر
از آن‌جاکه واکنش‌های داده‌شده، به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، می‌توان نوشت:



$Cr^{3+} > Sn^{2+}$: قدرت اکسندگی ؛ $Cr^{2+} > Sn$: قدرت کاهندگی



$Sn^{2+} > Fe^{2+}$: قدرت اکسندگی ؛ $Fe > Sn$: قدرت کاهندگی

۲۶۶ | آ) Sn^{2+} ، زیرا آند در هر دو سلول، فلز آهن است و چون E°

سلول «آهن - قلع» بیش‌تر از E° سلول «آهن - نیکل» است؛ بنابراین E° قلع از نیکل بیشتر بوده و اکسندۀ مناسب‌تری است. در نتیجه $Ni^{2+}(aq)$ بهتر کاهیده می‌شود.

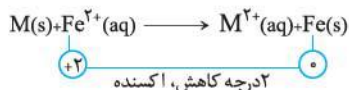
ب) در سلول «آهن - نیکل»، Fe اکسایش می‌یابد و نقش کاهنده دارد و Ni^{2+} کاهش می‌یابد و نقش اکسندۀ دارد.

۲۶۷ | آ) در سلول گالوانی نشان داده‌شده، آند (تیغه با بار منفی) همان M و کاتد (تیغه با بار مثبت) همان Fe است.

ب) جرم تیغه آندی (یعنی M) کاهش می‌یابد.

پ) آنیون‌ها به سمت نیم‌سلول آندی جریان می‌یابند. بنابراین جهت حرکت (۲) درست است.

ت) گونه کاهش یافته در واکنش کلی، اکسندۀ محسوب می‌شود:



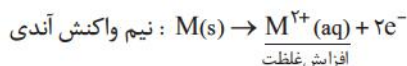
ث) $E^\circ(\text{آند}) = E^\circ - E^\circ(\text{کاتد}) = -0.44 - 0.32 = -0.76V$
 $\Rightarrow E^\circ(\text{آند}) = -0.76V$

۲۶۸ | از آن‌جا که در سلول (۱)، جهت حرکت الکترون از M به Cu

است، می‌توان نتیجه گرفت که M آند این سلول می‌باشد. از طرفی در سلول (۲)، جهت حرکت الکترون از Cu به N است، می‌توان گفت که Cu، آند این سلول خواهد بود.

آ) نیم‌واکنش کاتدی در سلول (۲) به‌صورت $N^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow N(s)$ است. ب) منظور از تمایل برای اکسید شدن، همان قدرت کاهندگی است که به‌صورت $N < Cu < M$ مقایسه می‌شود. پس تمایل M برای اکسید شدن بیشتر از N است.

پ) قدرت کاهندگی M بیشتر از N است، پس جهت حرکت الکترون در سلول گالوانی متشکل از M و N، از تیغه M (آند) به سمت تیغه N (کاتد) است. غلظت کاتیون موجود در نیم‌سلول آندی (یعنی M^{2+}) با کارکرد سلول افزایش می‌یابد.



ت) با توجه به emf سلول‌های داده‌شده می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} emf &= E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \\ &= E^\circ(M) - E^\circ(N) = 1.18V \\ &= E^\circ(N) - E^\circ(M) = 0.34 - 1.52 = -1.18V \\ &= E^\circ(N) - E^\circ(M) = 0.34 - 1.52 = -1.18V \end{aligned}$$

۲۷۵ | ابتدا جدول E° زیر را تشکیل می‌دهیم و می‌دانیم که در جدول E° ، گونه سمت راست پایین‌تر با گونه سمت چپ بالاتر به طور طبیعی واکنش می‌دهد:

کاهنده $+ ne^- \rightarrow$ اکسنده	E°
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	$+0.34$
$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	-0.25
$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	-0.40

با توجه به جدول بالا، واکنش (II) به طور طبیعی انجام پذیر است و واکنش (I) خودبه‌خودی نیست.

۲۷۶ | ابتدا E° سلول‌ها را نوشته تا E° فلزهای نقره و کادمیم را به دست آوریم:

$$\begin{aligned} & \text{نقره (نقره)} \quad E^\circ = +0.78V \\ & \text{کادمیم (کادمیم)} \quad E^\circ = -0.40V \\ & \text{آند (آند)} \quad E^\circ = -0.25V \\ & \text{کاتد (کاتد)} \quad E^\circ = +0.34V \end{aligned}$$

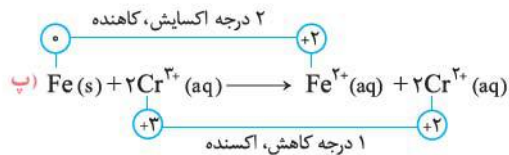
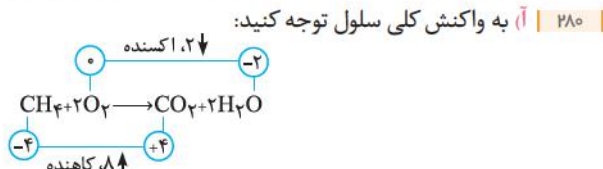
۲۷۷ | آ جرم تیغه روی، زیرا E° فلز روی کوچکتر از E° فلز نقره است و در یک سلول گالوانی تمایل فلز روی، برای اکسایش یافتن، بیشتر است. در نتیجه آند سلول بوده و جرم تیغه کاهش می‌یابد.

۲۷۸ | این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند زیرا محیط زیست را آلوده می‌کنند. از سوی دیگر برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

۲۷۹ | آ اکسیژن B: هیدروژن C: غشای مبادله‌کننده یون هیدرونیوم

۲۸۰ | آ به واکنش کلی سلول توجه کنید:

۲۸۱ | خود گاز هیدروژن، گاز گلخانه‌ای نیست در حالی که گاز متان، گازی گلخانه‌ای محسوب می‌شود. از طرفی در سلول سوختی متان - اکسیژن علاوه بر آب (که در سلول سوختی هیدروژن نیز تولید می‌شود)، گاز کربن دی‌اکسید نیز تولید می‌گردد که مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است.



۲۸۴ | در این تیپ از سؤالات، بهترین روش حل، تشکیل جدول E° برای گونه‌های داده شده است:

۲۸۵ | خود گاز هیدروژن، گاز گلخانه‌ای نیست در حالی که گاز متان، گازی گلخانه‌ای محسوب می‌شود. از طرفی در سلول سوختی متان - اکسیژن علاوه بر آب (که در سلول سوختی هیدروژن نیز تولید می‌شود)، گاز کربن دی‌اکسید نیز تولید می‌گردد که مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است.

۲۸۶ | از آن جا که A با محلول $AgNO_3$ واکنش می‌دهد، می‌توان گفت که فلز A کاهنده‌تر از Ag است. از طرفی فلز A با محلول $SnCl_4$ واکنش نمی‌دهد، در نتیجه فلز Sn، کاهنده‌تر از فلز A است. با این حساب، جدول E° زیر را می‌توان تشکیل داد:

۲۸۷ | از آن جا که A با محلول $AgNO_3$ واکنش می‌دهد، می‌توان گفت که فلز A کاهنده‌تر از Ag است. از طرفی فلز A با محلول $SnCl_4$ واکنش نمی‌دهد، در نتیجه فلز Sn، کاهنده‌تر از فلز A است. با این حساب، جدول E° زیر را می‌توان تشکیل داد:

۲۸۸ | از آن جا که A با محلول $AgNO_3$ واکنش می‌دهد، می‌توان گفت که فلز A کاهنده‌تر از Ag است. از طرفی فلز A با محلول $SnCl_4$ واکنش نمی‌دهد، در نتیجه فلز Sn، کاهنده‌تر از فلز A است. با این حساب، جدول E° زیر را می‌توان تشکیل داد:

E°	کاهنده قوی‌تر
Ag	
A	
Sn	

۲۸۹ | از آن جا که A با محلول $AgNO_3$ واکنش می‌دهد، می‌توان گفت که فلز A کاهنده‌تر از Ag است. از طرفی فلز A با محلول $SnCl_4$ واکنش نمی‌دهد، در نتیجه فلز Sn، کاهنده‌تر از فلز A است. با این حساب، جدول E° زیر را می‌توان تشکیل داد:

E°	کاهنده قوی‌تر
Ag	
A	
Sn	

۲۹۰ | از آن جا که A با محلول $AgNO_3$ واکنش می‌دهد، می‌توان گفت که فلز A کاهنده‌تر از Ag است. از طرفی فلز A با محلول $SnCl_4$ واکنش نمی‌دهد، در نتیجه فلز Sn، کاهنده‌تر از فلز A است. با این حساب، جدول E° زیر را می‌توان تشکیل داد:

۲۹۱ | از آن جا که A با محلول $AgNO_3$ واکنش می‌دهد، می‌توان گفت که فلز A کاهنده‌تر از Ag است. از طرفی فلز A با محلول $SnCl_4$ واکنش نمی‌دهد، در نتیجه فلز Sn، کاهنده‌تر از فلز A است. با این حساب، جدول E° زیر را می‌توان تشکیل داد:

E°	کاهنده قوی‌تر
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	$+0.77$
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	$+0.34$
$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	-0.50

۲۹۲ | از آن جا که A با محلول $AgNO_3$ واکنش می‌دهد، می‌توان گفت که فلز A کاهنده‌تر از Ag است. از طرفی فلز A با محلول $SnCl_4$ واکنش نمی‌دهد، در نتیجه فلز Sn، کاهنده‌تر از فلز A است. با این حساب، جدول E° زیر را می‌توان تشکیل داد: