بستهٔ دوم

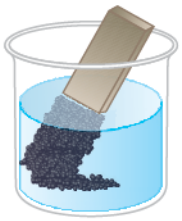
صفحهٔ ۴۴ تا ۵۴ کتاب درسی

صدای معلم به یه بخش خیلی مهم خوش اومدی ☺ این‌جا قراره با یکی از ابعاد بسیار مهم الکتروشیمی یعنی تولید انرژی الکتریکی آشنا بشی که حداقل ۲/۵ نمره امتحانات از همین‌جاست، پس با دقت بخون!

سلول‌های گالوانی

۱ به مجموعه‌ای که شامل یک تیغهٔ فلزی (رسانای الکترونی یا الکترود) به‌همراه محلول آبی دارای کاتیون‌های خودش (رسانای یونی یا الکترولیت) باشد، نیم‌سلول گفته می‌شود.

نیم سلول = تیغهٔ فلزی یا الکترود + محلول آبی دارای کاتیون‌های خودش



۲ چنانچه یک تیغهٔ روی را در محلول حاوی مس (II) وارد کنیم، اتم‌های Zn به یون‌های Zn^{2+} اکسایش و یون‌های Cu^{2+} به اتم‌های Cu کاهش می‌یابند و واکنش زیر به‌طور طبیعی انجام می‌شود:

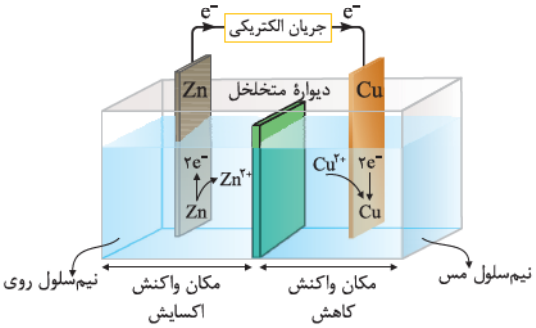
$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \xrightarrow{2e^-} Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

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

روش اول مادهٔ 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 به‌جای دادوستد مستقیم الکترون‌ها بین گونهٔ اکسنده و کاهنده در یک واکنش، بتوان به‌طریقی الکترون‌ها را از یک مدار بیرونی هدایت و جابه‌جا کرد، آن‌گاه می‌توان بخشی از انرژی آزاد شده در واکنش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود. سلول گالوانی دستگاهی است که می‌تواند براساس قدرت کاهندگی فلزها بخشی از انرژی شیمیایی واکنش‌ها را به انرژی الکتریکی تبدیل کند.

۳ شکل مقابل طرح ساده‌ای از یک سلول گالوانی روی مس را نشان می‌دهد. در این سلول، تیغه‌ای از فلز روی درون محلول روی سولفات (نیم‌سلول روی) و تیغه‌ای از فلز مس درون محلول مس (II) سولفات (نیم‌سلول مس) قرار گرفته است. هرگاه نیم سلول‌ها با یک رسانای الکترونی (مانند سیم)، به یکدیگر وصل شوند، الکترون‌ها در مدار بیرونی جابه‌جا شده و باعث ایجاد جریان الکتریکی می‌شود.



۴ به الکترودی که در آن نیم‌واکنش اکسایش رخ می‌دهد، آند و به الکترودی که در آن نیم‌واکنش کاهش رخ می‌دهد، کاتد می‌گویند. (شهریور ۱۴۰۰ + ۴ تکرار)

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

کاکائو ← کاهش در کاتد

نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش در سلول گالوانی روی - مس به‌صورت زیر است:

نیم‌واکنش اکسایش (آند): $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

نیم‌واکنش کاهش (کاتد): $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

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

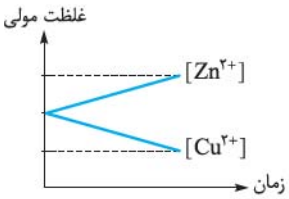
۵ مطابق نیم‌واکنش‌های اخیر، از جرم تیغهٔ آند (روی) کم می‌شود، زیرا اتم‌های روی در حال تبدیل شدن به یون‌های روی می‌باشند. الکترون‌های تولیدشده در آند، با استفاده از مدار بیرونی، به‌سمت کاتد می‌روند. از طرفی جرم تیغهٔ کاتد (مس) افزایش می‌یابد، زیرا یون‌های مس در حال تبدیل به اتم‌های مس هستند.

نکتهٔ امتحانی

در سلول‌های گالوانی، آند و کاتد به‌ترتیب قطب منفی و مثبت در نظر گرفته می‌شوند. (خرداد ۹۸ + ۲ تکرار)

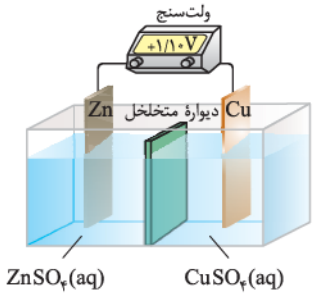
۶ در نمودارهای «غلظت - زمان» تغییرات غلظت مولی گونه‌ها باید متناسب با ضرایب استوکیومتری مواد باشد. (خرداد خارج ۱۴۰۰)

مثال در سلول گالوانی روی - مس، Zn به‌عنوان آند و Cu به‌عنوان کاتد شناخته می‌شود. به این ترتیب با گذشت زمان، الکترود روی خورده شده و یون Zn^{2+} تولید می‌شود. در عوض با گذشت زمان، الکترود مس چاق‌تر 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 اولیهٔ یون‌ها در هر دو نیم‌سلول 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 بازهٔ زمانی یکسان، باید برابر باشد:



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

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



۹ اگر در مدار بیرونی یک سلول گالوانی، ولت‌سنج قرار بگیرد، ولتاژی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول است که به نیروی الکتروموتوری (emf) معروف بوده و به آن $E^\circ_{\text{سلول}}$ نیز می‌گویند.

۱۰ اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به‌طور جداگانه ممکن نیست و این کمیت باید به‌طور نسبی اندازه‌گیری شود. شیمیدان‌ها برای دستیابی به این هدف، نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به‌عنوان 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 نیم‌سلول‌ها را اندازه‌گیری کرده و در جدولی مانند جدول مقابل ثبت کنند.

تذکر اندازه‌گیری در جدول موردنظر، در دمای ۲۵°C، فشار ۱atm و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت‌ها انجام شده است. در این شرایط پتانسیل اندازه‌گیری‌شده را پتانسیل استاندارد نیم‌سلول می‌نامند و با E° نشان می‌دهند. (خرداد ۱۴۰۱ + ۲ تکرار)

نیم‌واکنش کاهش کاهنده $\rightarrow$ اکسنده $+ne^-$	$E^\circ(V)$
$Au^{3+}(aq)+3e^- \rightarrow Au(s)$	+۱/۵۰
$Pt^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Pt(s)$	+۱/۲۰
$Ag^+(aq)+e^- \rightarrow Ag(s)$	+۰/۸۰
$Cu^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Cu(s)$	+۰/۳۴
$2H^+(aq)+2e^- \rightarrow H_2(g)$	۰/۰۰
$Sn^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Sn(s)$	−۰/۱۴
$Fe^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Fe(s)$	−۰/۴۴
$Zn^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Zn(s)$	−۰/۷۶
$Mn^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Mn(s)$	−۱/۱۸
$Al^{3+}(aq)+3e^- \rightarrow Al(s)$	−۱/۶۶
$Mg^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Mg(s)$	−۲/۳۷

E° مثبت‌تر، اکسنده قوی‌تر

E° منفی‌تر، کاهنده قوی‌تر

۱۱ در جدول موردنظر که به سری الکتروشیمیایی معروف است، نیم‌واکنش‌ها به شکل کاهش نوشته شده‌اند. بنابراین در هر نیم‌واکنش، گونهٔ کاهنده در سمت راست و گونهٔ اکسنده در سمت چپ نوشته می‌شود. هرچه E° یک نیم‌واکنش، بزرگ‌تر (مثبت‌تر) باشد، گونهٔ موجود در ستون اکسنده‌ها تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون دارد و اکسندهٔ قوی‌تری است. در عوض هرچه E° یک نیم‌واکنش، کوچک‌تر (منفی‌تر) باشد، گونهٔ موجود در ستون کاهنده‌ها تمایل بیشتری برای دادن الکترون دارد و کاهندهٔ قوی‌تری است.

مثال به مقایسهٔ قدرت اکسندگی و کاهندگی گونه‌ها در نیم‌واکنش‌های زیر توجه کنید.

$Zn^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Zn(s)$; $E^\circ=-0/76V$

$Cu^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Cu(s)$; $E^\circ=+0/34V$

ستون کاهنده‌ها ستون اکسنده‌ها

$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) > E^\circ(Zn^{2+}/Zn)$ ⟵ قدرت اکسندگی: $Cu^{2+} > Zn^{2+}$ ⟵ قدرت کاهندگی: $Cu < Zn$

تذکر همان‌طور که خواندیم برای مقایسهٔ قدرت اکسندگی گونه‌ها به گونهٔ سمت چپ نیم‌واکنش‌ها و برای مقایسهٔ قدرت کاهندگی گونه‌ها، به گونهٔ سمت راست نیم‌واکنش‌ها توجه می‌کنیم.

نکتهٔ امتحانی

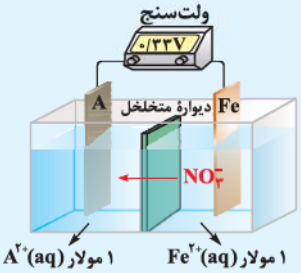
پلاتین را می‌توان در بخش‌های مختلف بدن هنگام جراحی به‌کار برد، زیرا این فلز E° بالایی داشته و واکنش‌پذیری آن بسیار کم است. (شهریور ۱۴۰۰ + ۲ تکرار)

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

$$\text{emf یا } E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = E^\circ(\text{بزرگ‌تر}) - E^\circ(\text{کوچک‌تر})$$

سین جیم

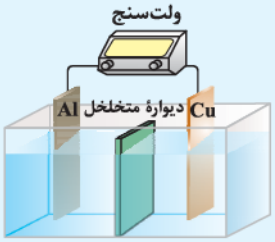
سؤال ۱ شکل مقابل ساختار یک سلول گالوانی است:



آ) کدام فلز نقش کاتد را دارد؟ چرا؟

ب) اگر $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\,V$ باشد، با توجه به ولتاژ سلول، $E^\circ(A^{2+}/A)$ را محاسبه کنید.

۲ با توجه به شکل سلول مقابل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



آ) قطب منفی سلول را مشخص کنید.

$E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1/66\,V$ ؛ $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34V$

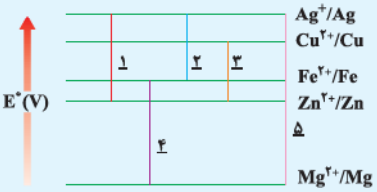
ب) جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی را مشخص نمائید.

پ) نیروی الکتروموتوری سلول را محاسبه کنید.

ت) نیم‌واکنش آندی کدام‌یک از نیم‌واکنش‌های زیر است؟

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

۳ در نمودار زیر هر خط رنگی نشان‌دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز را نشان می‌دهد:



آ) emf هر سلول را به‌دست آورید (E° فلزهای Mg ، Zn ، Fe ، Cu و Ag به‌ترتیب برابر ۲- ، ۰/۷۶- ، ۰/۴۴- ، ۰/۳۴+ و ۰/۸۰+ ولت است).

ب) اگر چند نیم‌سلول در اختیار داشته باشید و بخواهید از آنها یک سلول گالوانی با بیشترین ولتاژ بسازید، از کدام نیم‌سلول‌ها استفاده می‌کنید؟ چرا؟

جواب ۱ آ) آهن (Fe)، آنیون (NO_3^-) از سمت نیم‌سلول آهن به سمت نیم‌سلول A رفته است. از آن‌جا که در سلول گالوانی، آنیون‌ها از کاتد به آند می‌روند، می‌توان نتیجه گرفت که آهن، کاتد این سلول است.

ب) $\text{emf یا } E^\circ_{(\text{سلول})} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow 0/33 = -0/44 - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow E^\circ(\text{آند}) = -0/77\,V$

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

تذکر در یک سلول گالوانی، فلزی که E° کوچکتر (منفی‌تر) دارد، تیغهٔ آندی و فلزی که E° بزرگتر (مثبت‌تر) دارد، تیغهٔ کاتدی محسوب می‌شود.

ب) در سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون از آند به کاتد است. بنابراین در سلول بالا، جهت حرکت الکترون از تیغهٔ آلومینیم به تیغهٔ مس می‌باشد.

پ) برای محاسبهٔ emf می‌توان نوشت: $\text{emf} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 0/34 - (-1/66) = 2V$

ت) نیم‌واکنش آندی در این سلول به‌صورت $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$ است.

۳ آ) با استفاده از E° های داده‌شده می‌توان نوشت:

(۱) سلول گالوانی روی - نقره : $\text{emf} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = +0/8 - (-0/76) = 1/56\,V$

(۲) سلول گالوانی آهن - نقره : $\text{emf} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = +0/8 - (-0/44) = 1/24\,V$

(۳) سلول گالوانی روی - مس : $\text{emf} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = +0/34 - (-0/76) = 1/10\,V$

(۴) سلول گالوانی منیزیم - آهن : $\text{emf} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = -0/44 - (-2/37) = 1/93\,V$

(۵) سلول گالوانی منیزیم - نقره : $\text{emf} = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = +0/8 - (-2/37) = 3/17\,V$

ب) 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 یه سؤالی از این قسمت مطرح میشه، پس به‌طور کامل روش مسلط شو!

۱ 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 قاعدهٔ زیر برقرار است:

اکسندهٔ ضعیف‌تر + کاهندهٔ ضعیف‌تر ← کاهندهٔ قوی‌تر + اکسندهٔ قوی‌تر

بنابراین با داشتن سری الکتروشیمیایی که E° فلزها از پایین به بالا در حال بزرگ شدن است، می‌توان گفت که واکنش میان گونهٔ راست و پایین‌تر با گونهٔ 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	$E^\circ(V)$
$Cu^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Cu(s)$	+۰/۳۴
$2H^+(aq)+2e^- \rightarrow H_2(g)$	۰
$Fe^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Fe(s)$	−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:

$$H^+ \longrightarrow H_2 \quad (\text{خودبه‌خودی}) \quad Fe^{2+} \longrightarrow Fe \Rightarrow Fe + 2H^+ \longrightarrow Fe^{2+} + H_2$$

بنابراین ظرف آهنی، ظرف مناسبی برای نگهداری محلول‌های اسیدی نیست، زیرا اسید به‌راحتی می تواند با آن واکنش بدهد. از طرفی فلز مس، جایگاه بالاتری نسبت به H_2 در سری الکتروشیمیایی دارد، بنابراین اتم‌های مس نمی‌توانند به یون‌های $H^+(aq)$ الکترون‌دهی کنند:

$$Cu^{2+} \longrightarrow Cu \quad (\text{غیر خودبه‌خودی}) \quad H^+ \longrightarrow H_2 \Rightarrow Cu + H^+ \longrightarrow \text{انجام ناپذیر است}$$

در نتیجه ظرف مسی برای نگهداری محلول HCl مناسب است.

سین جیم

سؤال با توجه به جدول مقابل به پرسش‌ها پاسخ دهید.

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

آ) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین اکسنده است؟

ب) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین کاهنده است؟

پ) کدام گونه(ها) می‌توانند C^{2+} را اکسید کنند؟

ت) آیا واکنش زیر به‌طور طبیعی انجام می‌شود؟ توضیح دهید.

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

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

آ) $A^+(aq)$ قوی‌ترین اکسنده و $D^{3+}(aq)$ ضعیف‌ترین اکسنده به‌شمار می‌رود.

ب) $D(s)$ قوی‌ترین کاهنده و $A(s)$ ضعیف‌ترین کاهنده است.

پ) 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 $C^{2+}(aq)$ را اکسید کنند.

ت) خیر، زیرا قدرت کاهندگی B کم‌تر از D است، بنابراین اتم B نمی‌تواند به یون‌های D^{3+}، الکترون دهی کند.

لیتیم، فلزی ارزشمند برای ذخیرهٔ 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 همهٔ آن‌ها با انجام شدن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.

۲ در فناوری ساخت باتری‌های جدید، فلز لیتیم ($^{7}_{3}Li$) نقش بسیار پررنگی دارد، زیرا:

- لیتیم در میان فلزها، کم‌ترین چگالی را دارد، به همین دلیل باتری‌های لیتیمی 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 ذخیرهٔ انرژی باتری‌های لیتیمی 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 لیتیمی در تلفن و رایانهٔ همراه به‌کار می‌روند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد.

نکتهٔ امتحانی

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

واکنش اصلی باتری روی - نقره: $Zn(s) + Ag_2O(s) \longrightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$

(۱ درجه کاهش (اکسنده): $Zn^{0} \rightarrow Zn^{+2}$ ؛ ۱ درجه اکسایش (کاهنده): $Ag^{+1} \rightarrow Ag^{0}$)

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

۴ سالانه میلیاردها تن باتری لیتیمی درون دستگاه‌های الکترونیک در سرتاسر جهان استفاده می‌شود و سرانجام این دستگاه‌ها به همراه باتری‌های درون خود به‌شکل پسماند دور ریخته می‌شوند. به ۲ دلیل زیر، این پسماندها باید بازیافت شوند:

- این پسماندها به‌دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند، زیرا محیط زیست را آلوده می‌کنند.
- برخی از این پسماندها به‌دلیل داشتن مقدار قابل‌توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

سلول‌های سوختی

۱ سوخت‌های فسیلی رایج‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به‌شمار می‌روند. از این رو استخراج و مصرف بی‌رویهٔ این سوخت‌ها سبب شده تا از ذخایر آن‌ها به‌سرعت 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 به‌طوری که دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به‌شمار می‌روند.

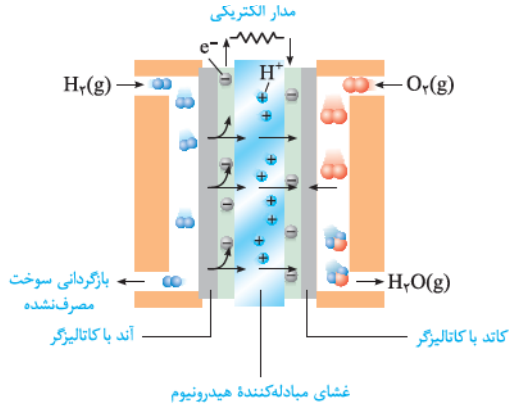
۴ به دو علت زیر، استفاده از سلول سوختی بسیار بهتر از سوخت‌های فسیلی است:

- 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 به‌صورت کنترل‌شده واکنش می‌دهد و بخش قابل‌توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۶ در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن به‌جای انجام سریع واکنش سوختن، گاز هیدروژن (سوخت سلول) به آرامی اکسید می‌شود و بخش قابل‌توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۷ هر سلول سوختی، سه جزء اصلی دارد که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد است. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.



۸ در سمت آند، گاز هیدروژن ورودی، یونیده می‌شود و تولید یون هیدرونیوم و الکترون می‌کند: $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$: نیم‌واکنش اکسایش یا آندی

گاز هیدروژن مصرف‌نشده نیز از خروجی کنار الکترود آندی خارج شده و مجدداً بازگردانی می‌شود.

۹ غشای مبادله‌کنندهٔ یون هیدرونیوم همان‌طور که از اسمش پیداست، تنها اجازهٔ عبور و انتقال بار مثبت (H^+) را از خود می‌دهد و در نتیجه الکترون‌ها باید از مدار الکتریکی سلول عبور نمایند. بنابراین یون‌های هیدرونیوم (H^+) از طریق غشا و الکترون‌ها از مسیر مدار الکتریکی (مدار بیرونی یا سیم رابط) از آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

۱۰ مانند سایر سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها از آند به سمت کاتد و از طریق رسانای الکترونی (مدار بیرونی) انجام می‌گیرد.

۱۱ مانند سایر سلول‌های گالوانی، کاتیون‌ها (H^+) از طریق رسانای یونی (غشا) یا مدار درونی به سمت کاتد می‌روند.

۱۲ در سمت کاتد، گاز اکسیژن با الکترون‌هایی که از سمت آند آمده و یون‌های H^+ که از طریق الکترولیت آمده، واکنش داده و H_2O تولید می‌شود.

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

۱۳ با جمع‌کردن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، واکنش کلی سلول به‌صورت زیر به‌دست می‌آید. بنابراین واکنش کلی سلول، تبدیل H_2 و O_2 به آب است.

$2H_2(g) \rightarrow 4H^+(aq) + 4e^-$ نیم‌واکنش اکسایش یا آندی

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

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ واکنش کلی سلول سوختی

تذکر سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد، در حالی‌که اکسایش آن در سلول سوختی، بازده آن را تا ۳ برابر (یعنی حدود ۶۰ درصد) افزایش می‌دهد. (شهریور ۹۸ + ۱ تکرار)

۱۴ تفاوت سلول سوختی و باتری‌ها در این است که سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند.

نکتهٔ امتحانی

یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن خودنمایی می‌کند تأمین سوخت آن‌ها یعنی گاز هیدروژن است. (خرداد ۹۸ + ۲ تکرار)

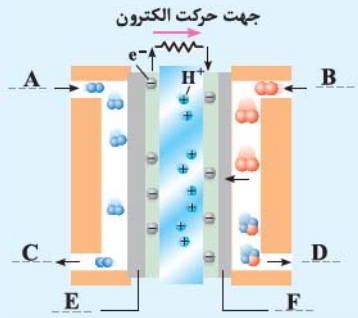
۱۵ با پیشرفت علم و فناوری، سلول‌های سوختی تازه‌ای طراحی شده‌اند که در آن‌ها به‌جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می‌شود. دو مزیت متان نسبت به هیدروژن:

- در دسترس بودن سوخت، متان نسبت به هیدروژن ارزان‌تر است.
- مشکلات نگه‌داری گاز متان نسبت به گاز هیدروژن، به مراتب کم‌تر است.

از طرفی، گاز هیدروژن از دیدگاه محیط زیستی، نسبت به گاز متان برتری دارد، زیرا آلاینده‌های کم‌تری تولید می‌کند.

سین جیم

سؤال با توجه به شکل مقابل که یک سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را نشان می‌دهد، به سؤالات زیر پاسخ دهید.



آ) موارد A، B، C و D را مشخص کنید.

ب) آند و کاتد را در شکل مشخص کنید.

پ) با استفاده از نیم‌واکنش‌ها، واکنش کلی این سلول سوختی را بنویسید.

ت) غشای مبادله‌کنندهٔ یون هیدرونیوم را در شکل مشخص کنید و کارایی آن را توضیح دهید.

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

جواب

آ) A : $H_2(g)$ ، سوخت اولیه B : $O_2(g)$ ، اکسنده

C : $H_2(g)$ واکنش نداده D : $H_2O(g)$ ، فراورده سلول

ب) E همان آند با کاتالیزگر و F همان کاتد با کاتالیزگر است.

پ)

$2H_2(g) \rightarrow 4H^+(aq) + 4e^-$: نیم‌واکنش اکسایش

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

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

ت) غشای میان آند و کاتد که تنها اجازهٔ عبور به یون هیدرونیوم را می‌دهد، غشای مبادله‌کنندهٔ یون هیدرونیوم است. عملکرد این غشا باعث می‌شود تا سلول از کار نیفتد.

ث) آند و کاتد در این سلول دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش، سرعت می‌بخشند.

بسته ۲

پرسش‌های تشریحی

صفحهٔ ۴۴ تا ۵۴ کتاب درسی

عبارت‌های زیر را با انتخاب یکی از موارد داده‌شده، کامل کنید.

۲۲۸ | اگر علامت پتانسیل کاهشی استاندارد یک فلز (منفی / مثبت) باشد، راحت‌تر از H_2 اکسید می‌شوند.

۲۲۹ | محلول الکترولیت در نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE)، اسیدی با غلظت (۱ مولار / ۰/۱ مولار) است.

۲۳۰ | در سلول‌های الکتروشیمیایی مانند سلول گالوانی، فرایند کاهش در نیم‌سلول (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) باگذر از (دیوارهٔ متخلخل / مدار بیرونی) از نیم‌سلول 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، باگذشت زمان از جرم تیغهٔ (مس / روی) کم می‌شود.

۲۳۵ | در ساخت باتری، نقش فلزلیتیم پررنگ است، چون قوی‌ترین (اکسنده / کاهنده) و (کمترین / بیشترین) 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 داده‌شده را کامل کنید (برخی از واژه‌ها اضافی‌اند و استفاده از واژه‌های تکراری مجاز است)

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

۲۳۷ | در یک سلول گالوانی، آند الکترودی است که در آن نیم‌واکنش ..... رخ می‌دهد و باگذشت زمان جرم آن، ..... می‌یابد. (خرداد ۹۸)

۲۳۸ | نوعی سلول گالوانی که شیمی‌دان‌ها برای گذر از تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد داده‌اند، ..... است. (خرداد ۹۹)

۲۳۹ | فراوردهٔ نهایی در سلول سوختی، ..... می‌باشد و این سلول توانایی ذخیرهٔ 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 برکارایی بیشتر، ردپای کربن دی‌اکسید 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°) نیم‌سلول‌ها، 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 قابل‌توجهی از انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. (شهریور ۱۴۰۱)

۲۴۵ | اکسایش گاز هیدروژن در سلول‌های سوختی، بازدهی را تا سه برابر کاهش می‌دهد. (شهریور ۹۸)

۲۴۶ | از جمله ویژگی‌های لیتیم که سبب‌شده از آن در ساخت باتری دگمه‌ای استفاده شود، کم بودن چگالی و زیاد بودن E° آن است. (خرداد ۹۹)

۲۴۷ | اگر اندازه‌گیری‌ها در دمای $0^\circ C$ و فشار $1 atm$ برای محلول‌های الکترولیت انجام شود، به پتانسیل به‌وجود آمده، پتانسیل استاندارد (E°) نیم‌سلول گفته می‌شود.

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

۲۴۹ | اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به‌طور جداگانه ممکن نیست.

۲۵۰ | در سلول گالوانی، از جرم تیغهٔ آندی کم‌شده و به جرم تیغهٔ کاتدی افزوده می‌شود.

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

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

۲۵۳ | در هر نیم‌واکنش موجود در جدول E°، گونهٔ کاهنده در سمت چپ و گونهٔ اکسنده در سمت راست نوشته می‌شود.

۲۵۴ | به دو پرسش زیر پاسخ دهید.

آ) نقش دیوارهٔ 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 داده‌شده پاسخ دهید:

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

آ) در سلول گالوانی متشکل از آلومینیم و آهن، کدام الکترود کاتد است؟

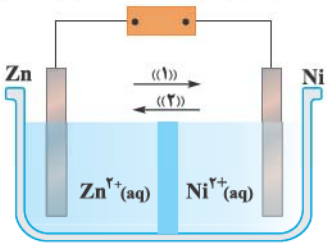
ب) نیم واکنش‌های انجام‌شده را بنویسید و واکنش کلی سلول را به‌دست آورید.

پ) جرم تیغه‌ها چگونه تغییر می‌کند؟

ت) emf سلول گالوانی به‌دست 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)

$E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -0/23$ ؛ $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76$



آ) کدام الکترود نقش کاتد دارد؟

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

پ) در واکنش کلی سلول، ذره کاهنده را مشخص کنید.

ت) نیروی الکتروموتوری (emf) سلول را محاسبه کنید.

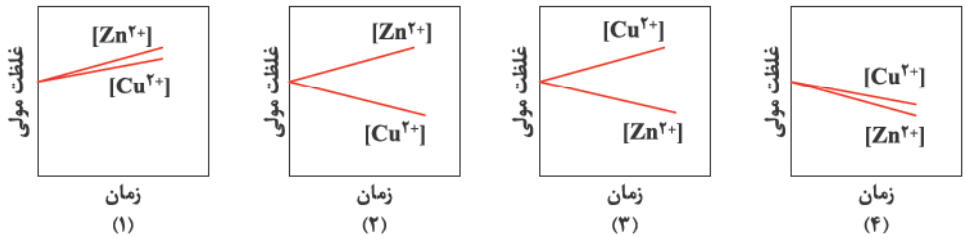
۲۵۷ | با توجه به پتانسیل کاهشی استاندارد مس و روی به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (دی ۹۷)

$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76V$ ؛ $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34V$

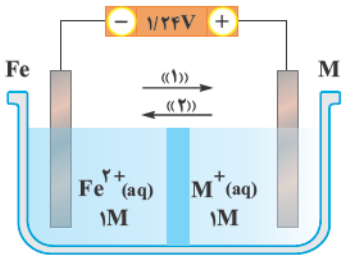
آ) در سلول گالوانی روی - مس، کدام فلز نقش آند را ایفا می‌کند؟ چرا؟

ب) emf سلول روی - مس را حساب کنید.

پ) کدام نمودار زیر تغییر غلظت یون‌ها را در سلول گالوانی روی - مس به‌درستی نشان می‌دهد؟



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



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

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

پ) کدام مورد «۱» یا «۲» جهت حرکت آنیون‌ها را نشان می‌دهد؟

ت) کدام ذره (Fe^{2+} یا M^{+}) اکسنده‌تر است؟

ث) اگر پتانسیل کاهشی استاندارد Fe^{2+}/Fe برابر $-0/44V$ باشد، پتانسیل کاهشی استاندارد M^{+}/M را محاسبه کنید.

۲۵۹ | با توجه به جدول زیر، پاسخ دهید. (شهریور ۱۴۰۰)

نیم واکنش کاهش	$E^\circ(V)$
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	۰/۰۰
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$	-۱/۶۶
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mn(s)$	-۱/۱۸
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	+۰/۳۴

آ) کدام گونه قوی‌ترین کاهنده است؟ چرا؟

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

۲۶۰ | با توجه به پتانسیل کاهشی استاندارد نقره و منیزیم به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (خرداد ۱۴۰۰)

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

آ) 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؟

۲۶۱ | با توجه به جدول مقابل، به پرسش‌ها پاسخ دهید. (دی ۹۹)

نیم‌واکنش کاهش	E°
$Zn^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Zn(s)$	-۰/۷۶
$Mn(aq)+2e^- \rightarrow Mn(s)$	-۱/۱۸
$Ag^+(aq)+e^- \rightarrow Ag(s)$	+۰/۸

۱) $Fe^{2+}(aq)+Sn^{4+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq)+Sn^{2+}(aq)$

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

آ) E° واکنش (۲) را محاسبه کنید.

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

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

۲۶۲ | با توجه به جدول مقابل به پرسش‌ها پاسخ دهید: (خرداد ۹۹)

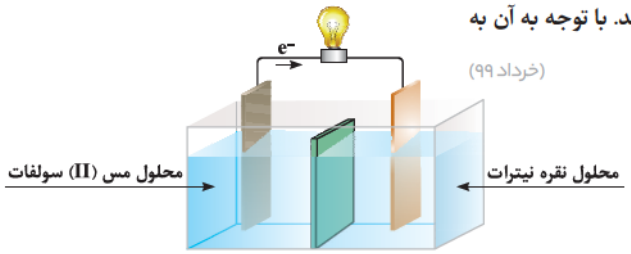
نیم‌واکنش کاهش	$E^\circ(V)$
$A^+(aq)+e^- \rightarrow A(s)$	+۱/۶۶
$B^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow B(s)$	+۱/۲
$X^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow X(s)$	-۰/۳۵
$D^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow D(s)$	-۰/۸

آ) 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 پرسش‌ها پاسخ دهید. (خرداد ۹۹)

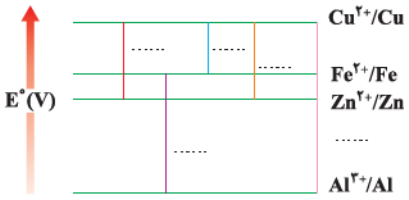


آ) کدام فلز نقش آند را دارد؟ چرا؟

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

۲۶۴ | در نمودار زیر هر خط نشان‌دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز است با توجه به آن پاسخ دهید. (شهریور ۹۹)

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

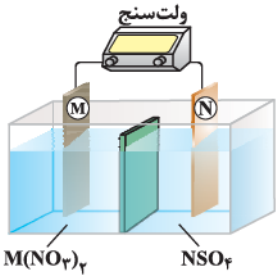


آ) بدون محاسبه بیان کنید کدام سلول گالوانی می‌تواند بیشترین ولتاژ را ایجاد کند؟ چرا؟

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

پ) بین ذره‌های (Cu ، Fe، Zn) کدام‌یک کاهنده قوی‌تری است؟ چرا؟

۲۶۵ | در سلول گالوانی مقابل، اگر بدانیم جهت حرکت NO_3^- به سمت تیغهٔ N است، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



آ) از میان دو عدد ۰/۴۴- و ۱/۱۸- ولت، مشخص کنید E° فلزهای M و N به‌ترتیب کدام‌اند و emf این سلول را محاسبه کنید.

ب) «قطب مثبت و منفی»، «جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی» و «جهت حرکت یون‌های $N^{2+}(aq)$» را در شکل مشخص کنید.

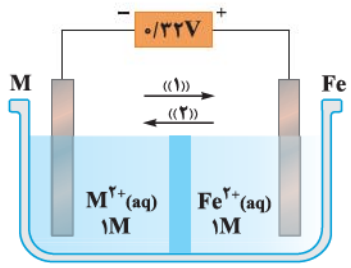
پ) با استفاده از نیم واکنش‌های آندی و کاتدی، واکنش کلی سلول را بنویسید.

۲۶۶ | فلزآهن می‌تواند با محلول $Ni^{2+}(aq)$ و همچنین با محلول $Sn^{2+}(aq)$ واکنش دهد. اگر E° سلول «آهن - نیکل» برابر ۰/۱۶ V و E° سلول «آهن - قلع» برابر ۰/۲۷ V باشد: (فلزآهن در هردو سلول نقش آند دارد.)

آ) $Ni^{2+}(aq)$ بهتر کاهیده می‌شود یا $Sn^{2+}(aq)$؟ چرا؟

ب) در واکنش فلز آهن با $Ni^{2+}(aq)$، اکسنده و کاهنده را تعیین کنید.

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



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

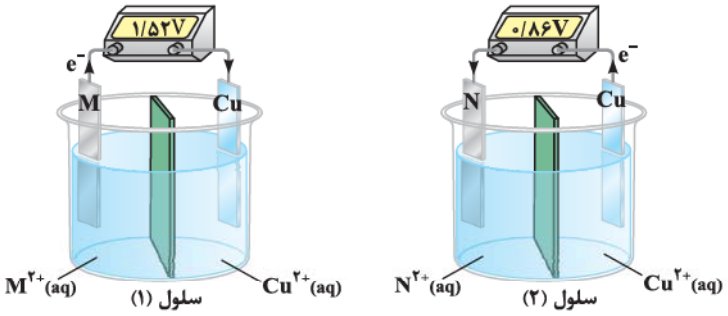
ب) با انجام واکنش جرم کدام تیغه (Fe یا M) کاهش می‌یابد؟

پ) کدام مورد «۱» یا «۲» جهت حرکت آنیون‌ها را نشان می‌دهد؟

ت) کدام ذره اکسنده است؟

ث) اگر پتانسیل کاهشی استاندارد Fe^{2+}/Fe برابر $-0/44\,V$ باشد، پتانسیل کاهشی استاندارد M^{2+}/M را محاسبه کنید.

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



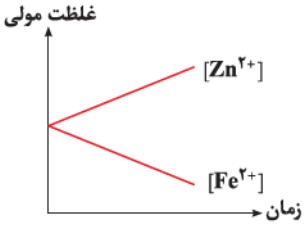
آ) نیم‌واکنش کاتدی سلول (۲) را بنویسید.

ب) کدام‌یک از فلزهای M یا N تمایل بیشتری برای اکسید شدن دارند؟ چرا؟

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

ت) اگر E° فلز مس برابر $+0/34$ ولت باشد، E° فلز M و N را به‌دست آورید.

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



آ) نیم‌واکنش انجام‌شده در کاتد را بنویسید.

ب) علامت الکترود روی را بنویسید.

پ) در این واکنش کدام گونه (Fe یا Zn) کاهنده است؟ دلیل بنویسید.

۲۷۰ | با توجه به پتانسیل‌های کاهشی استاندارد داده‌شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

$E^\circ(Mn^{2+}/Mn) = -1/18\,V$ ؛ $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34\,V$

$E^\circ(Pt^{2+}/Pt) = +1/20\,V$ ؛ $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\,V$

آ) با فلزهای داده‌شده، چند سلول گالوانی می‌توان ساخت و کدام فلز همواره نقش آند را دارد؟

ب) اگر با استفاده از الکترود استاندارد هیدروژن و فلز پلاتین، یک سلول گالوانی بسازیم، نیم‌واکنش آندی در آن به چه‌صورتی خواهد بود؟

۲۷۱ | با توجه به واکنش‌های زیر که به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، گونه‌های کاهنده و گونه‌های اکسنده را برحسب کاهش قدرت مرتب کنید.

آ) $2Cr^{2+}(aq) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + Sn(s)$

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

پ) $Fe(s) + 2Cr^{3+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2Cr^{2+}(aq)$

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 دارای یون‌های Mn^{2+} واکنش دهد.

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

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

ب) در شرایط یکسان، کدام‌یک 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؟

$Cr^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Cr^{2+}(aq)$: $E^\circ = -0/50V$

$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$: $E^\circ = +0/77V$

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$: $E^\circ = +0/34V$

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

$E^\circ(Cd^{2+}/Cd) = -0/40V$ ؛ $E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -0/25V$ ؛ $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34V$

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

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

۲۷۶ | با سه فلز نقره، کادمیم و نیکل، دو سلول نیکل - نقره و کادمیم - نیکل را می‌سازیم که emf آن‌ها به‌ترتیب ۱/۰۵ 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 ـ نقره» فلز نقره و در سلول «کادمیم ـ 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)

$Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$

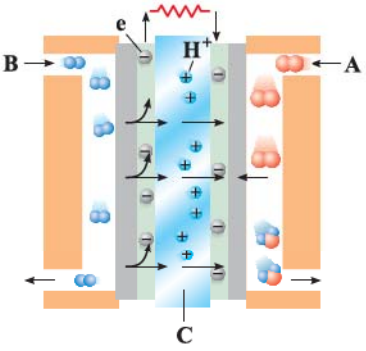
$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76V$

$E^\circ(Ag^+/Ag) = +0/80V$

آ) 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 ـ اکسیژن را نشان می‌دهد. (خرداد ۹۸)

آ) 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.

آ) معادلهٔ 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، ۲/۸ لیترگاز هیدروژن در شرایط STP مصرف شود، چند مول الکترون در مدار خارجی میان اکسنده و کاهنده جابه‌جا می‌شود؟

۲۲۳ | آ)

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

$$\underset{\text{کاهنده}}{Zn(s)} + \underset{\text{اکسنده}}{Cu^{2+}(aq)} \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

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

پ) قدرت کاهندگی : $Zn > Fe > Cu > Ag$

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

ث) تیغهٔ Zn ، زیرا قدرت کاهندگی Zn از Fe بیشتر بوده و در نتیجه واکنش زیر به‌طور طبیعی انجام می‌شود:

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

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) گونهٔ اکسنده: Cd^{2+} و گونهٔ کاهنده: Zn

ب) خیر، زیرا Pt جزء فلزهای نجیب محسوب می‌شود و تمایلی به اکسایش یافتن و الکترون‌دهی 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:

$$\left.\begin{array}{l} a)\ Zn > Cd \\ b)\ Cd > Pt \\ c)\ Mg > Zn \end{array}\right\} \Rightarrow \text{قدرت کاهندگی: } Mg > Zn > Cd > Pt$$

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

پ) بله، زیرا قدرت کاهندگی Zn از Mg کم‌تر بوده، پس Zn نمی‌تواند به Mg^{2+} الکترون‌دهی 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.

انجام ناپذیر $\rightarrow Zn + Mg^{2+}$

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

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

پ) درست - زیرا واکنش زیر انجام‌پذیر نیست:

$D(s) + A(aq)^{2+} \rightarrow$ انجام ناپذیر

ت) بله، از آن‌جا که قدرت کاهندگی A از D بیشتر است، اگر D بتواند به H^+ مطابق واکنش $(D(s) + H^+(aq) \rightarrow)$ الکترون‌دهی 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 - دیوارهٔ 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 - شیمی‌دان‌ها 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 به‌صورت:

$M^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow M(s)$ نوشته می‌شود که نشان می‌دهد کاتیون‌ها در سطح تیغهٔ کاتدی، الکترون به‌دست 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.

۲۵۲ | نادرست - در سلول‌های گالوانی می‌توان بخشی از انرژی آزادشده در واکنش اکسایش - کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود.

۲۵۳ | نادرست - در هر نیم‌واکنش موجود در جدول E°، گونهٔ کاهنده در سمت راست و گونهٔ اکسنده در سمت چپ نوشته می‌شود.

۲۵۴ | آ) دیوارهٔ متخلخل از مخلوط شدن سریع و مستقیم دو الکترولیت جلوگیری کرده و به علت داشتن ساختار متخلخل اجازهٔ نفوذ و عبور به برخی از یون‌ها را می‌دهد تا یون‌ها به آهستگی میان دو نیم‌سلول آندی و کاتدی جابه‌جا شوند و در نتیجه علاوه بر این‌که دو نیم‌سلول از نظر بار الکتریکی خنثی باقی می‌مانند، اتصال الکتریکی بین آن‌ها نیز برقرار می شود.

ب) تیغه‌های هر نیم‌سلول را در سلول گالوانی به یک ولت‌سنج متصل می‌کنند.

۲۵۵ | آ) در سلول‌های گالوانی، فلزی که E° کوچکتر (منفی‌تر) دارد، آند و فلزی که E° بزرگتر (مثبت‌تر) دارد، کاتد محسوب می‌شود. بنابراین الکترود آلومینیم و آهن به‌ترتیب آند و کاتد سلول هستند.

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

نیم‌واکنش آندی: $2Al(s) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 6e^-$

نیم‌واکنش کاتدی: $3Cu^{2+}(aq) + 6e^- \rightarrow 3Cu(s)$

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

پ) با انجام واکنش در سلول، از جرم تیغهٔ آندی کم شده و به جرم تیغهٔ کاتدی افزوده می‌شود.

ت) $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = -0/44 - (-1/66) = +1/22\,V$

۲۵۶ | آ) نیکل ب) ۲

پ) Zn

ت) $emf = -0/23 - (-0/76) = 0/53$

۲۵۷ | آ) روی، زیرا E° کوچکتری داشته و راحت‌تر اکسید می‌شود.

ب) $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 0/34 - (-0/76) = +1/1V$ یا $E^\circ(\text{سلول}) = emf$

پ) نمودار (۲)

۲۵۸ | آ) M، زیرا قطب مثبت است و کاتد در نظر گرفته می‌شود.

ب) Fe پ) ۲

ت) M^+

ث) $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow 1/24 = E^\circ_{\text{کاتد}} - (-0/44)$

$\Rightarrow E^\circ_{\text{کاتد}} = 0/8V$

۲۵۹ | آ) Al - چون E° منفی‌تری دارد.

ب) بله - زیرا E° هیدروژن کمتر از مس است و نمی‌تواند از آن الکترون بگیرد.

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

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

پ) $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow E^\circ = 0/8 - (-2/37) = +3/17V$

ت) منیزیم

۲۶۱ | آ) $E^\circ = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow E^\circ = -0/76 - (-1/18) = +0/42V$

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 (الکترود با E° منفی‌تر) به سمت کاتد (الکترود با E° مثبت‌تر) است.

۲۶۲ | آ) قوی‌ترین اکسنده: $A^+(aq)$، ضعیف‌ترین اکسنده: $D^{2+}(aq)$

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

پ) $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 1/66 - (-0/35) = 2/01V$

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

ب) جرم تیغهٔ Ag، زیرا در سطح کاتد، یون‌های نقره کاهش می‌یابند و روی تیغه قرار می‌گیرند.

۲۶۴ | آ) Al - Cu - نیم‌سلول‌ها در تشکیل سلول گالوانی هنگامی بیشترین emf را ایجاد می‌کنند که تفاوت یا فاصلهٔ میان E° آن‌ها در سری الکتروشیمیایی بیشتر باشد.

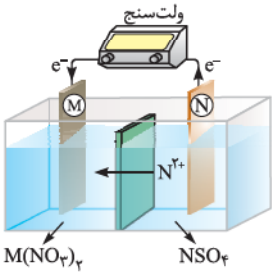
ب) $emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow emf = -0/76 - (-1/66) = +0/9V$

پ) Zn - زیرا پتانسیل کاهشی استاندارد آن منفی‌تر (کوچک‌تر) است.

۲۶۵ | آ) از آن‌جا که جهت حرکت NO_3^- به سمت تیغهٔ N است، می‌توان نتیجه گرفت که تیغهٔ N، آند این سلول محسوب می‌شود. آند یک سلول، E° کوچکتری نسبت به کاتد آن دارد. پس E° فلز N و M به‌ترتیب برابر ۱/۱۸- و ۰/۴۴- است:

$emf - E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = -0/44 - (-1/18) = +0/74V$

ب) به شکل مقابل دقت کنید:



پ) نیم واکنش‌های داده‌شده به‌صورت زیر هستند:

نیم واکنش اکسایش: $N(s) \rightarrow N^{2+}(aq) + 2e^-$

نیم واکنش کاهش: $M^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow M(s)$

واکنش کلی: $N(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow N^{2+}(aq) + M(s)$

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 اکسندهٔ 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 اکسنده 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 تیغهٔ آندی (یعنی M) کاهش می‌یابد.

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

ت) گونهٔ کاهش یافته در واکنش کلی، اکسنده محسوب می‌شود:

$$M(s)+Fe^{2+}(aq) \longrightarrow M^{2+}(aq)+Fe(s)$$

(+۲ → ۰: ۲درجه کاهش، اکسنده)

ث) $E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) \Rightarrow +0/32 = -0/44 - E^\circ(\text{آند})$

$$\Rightarrow E^\circ(\text{آند}) = -0/76\,V$$

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 تیغهٔ M (آند) به سمت تیغهٔ N (کاتد) است. غلظت کاتیون موجود در نیم‌سلول آندی (یعنی M^{2+}) با کارکرد سلول افزایش می‌یابد.

نیم واکنش آندی : $M(s) \rightarrow \underbrace{M^{2+}(aq)}_{\text{افزایش غلظت}} + 2e^-$

ت) با توجه به emf سلول‌های داده‌شده می‌توان نوشت:

$$emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند})$$

$$1/52 = 0/34 - E^\circ(M) \Rightarrow E^\circ(M) = -1/18\,V$$

$$0/86 = E^\circ(N) - 0/34 \Rightarrow E^\circ(N) = +1/20\,V$$

۲۶۹ |

خوبه بدونی!

در یک سلول گالوانی، با گذشت زمان:

- جرم تیغهٔ آندی کم می‌شود و غلظت کاتیون‌های فلز آند در محلول افزایش می‌یابد.
- جرم تیغهٔ 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.

نیم‌واکنش کاتدی : $Fe^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Fe(s)$

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.

(۲، اکسنده)

$$Zn(s)+Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq)+Fe(s)$$

(۲، کاهنده)

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 به‌دلیل 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:

نیم‌واکنش آندی : $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq)+2e^-$

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

اکسندهٔ ضعیف‌تر + کاهندهٔ ضعیف‌تر → کاهندهٔ قوی‌تر + اکسندهٔ قوی‌تر

ازآن‌جاکه واکنش‌های داده‌شده، به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، می‌توان نوشت:

آ) (۱ درجه اکسایش، کاهنده)

$$2Cr^{2+}(aq)+Sn^{2+}(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq)+Sn(s)$$

(۲ درجه کاهش، اکسنده)

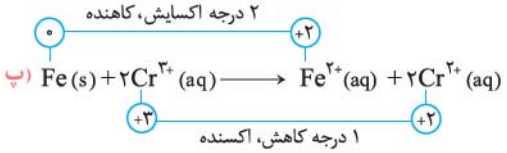
قدرت اکسندگی: $Sn^{2+} > Cr^{3+}$ ؛ قدرت کاهندگی : $Cr^{2+} > Sn$

ب) (۲ درجه اکسایش، کاهنده)

$$Fe(s)+Sn^{2+}(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq)+Sn(s)$$

(۲ درجه کاهش، اکسنده)

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



(پ)

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

بنابراین در مجموع می‌توان گفت: قدرت کاهندگی: $Fe > Cr^{2+} > Sn$

قدرت اکسندگی: $Fe^{2+} < Cr^{3+} < Sn^{2+}$

خوبه که بدونی!

هر فلزی که کاهندهٔ قوی‌تر باشد، کاتیون حاصل از آن اکسندهٔ ضعیف‌تری است و برعکس.

۲۷۲ | آ) از آن‌جا که A به Sn^{2+} الکترون می‌دهد ولی به Mn^{2+} الکترون نمی‌دهد، پس A از Sn کاهنده‌تر ولی Mn از A کاهنده‌تر بوده و قدرت کاهندگی این سه فلز به‌صورت: $Sn < A < Mn$ مقایسه می‌شود.

ب) هر فلزی که کاهنده‌تر باشد، قدرت اکسندگی کاتیون آن کم‌تر است:

قدرت اکسندگی: $Sn^{2+} > A > Mn^{2+}$

پس یون Sn^{2+} تمایل بیشتری برای به‌دست آوردن الکترون دارد.

۲۷۳ | از آن‌جا که فلز A با محلول $AgNO_3$ واکنش می‌دهد، می‌توان گفت که فلز A کاهنده‌تر از Ag است. از طرفی فلز A با محلول $SnCl_2$ واکنش نمی‌دهد، در نتیجه فلز Sn، کاهنده‌تر از فلز A است. با این حساب، جدول E° زیر را می‌توان تشکیل داد:

E°	
Ag	
A	کاهندهٔ قوی‌تر ↓
Sn	

قدرت کاهندگی: $Sn > A > Ag$

۲۷۴ | در این تیپ از سؤالات، بهترین روش حل، تشکیل جدول E° برای گونه‌های داده‌شده است:

E°	کاهنده $\rightarrow ne^- +$ اکسنده
+۰/۷۷	$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$
+۰/۳۴	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
−۰/۵۰	$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$

کاهندهٔ قوی‌تر ↓ — اکسندهٔ قوی‌تر ↑

در جدول E° هرچه گونهٔ سمت چپ، بالاتر باشد، اکسندهٔ قوی‌تری است. نتیجه Fe^{3+} قوی‌ترین اکسنده در میان گونه‌های داده‌شده است.

در جدول E° هرچه گونهٔ سمت راست، پایین‌تر باشد، کاهندهٔ قوی‌تری است. در نتیجه Fe^{2+} ضعیف‌ترین کاهنده در میان گونه‌های داده‌شده است.

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

E°	کاهنده $\rightarrow ne^- +$ اکسنده
+۰/۳۴	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
−۰/۲۵	$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$
−۰/۴۰	$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$

با توجه به جدول بالا، واکنش (II) به‌طور طبیعی انجام‌پذیر است و واکنش (I) خودبه‌خودی نیست.

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

$E^\circ(\text{سلول}) = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند})$

$1/05 = E^\circ(\text{نقره}) - (-0/25) \Rightarrow E^\circ(\text{نقره}) = +0/80V$

$0/15 = -0/25 - E^\circ(\text{کادمیم}) \Rightarrow E^\circ(\text{کادمیم}) = -0/40V$

۲۷۷ | آ) جرم تیغهٔ 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.

ب) نیم واکنش کاتدی: $Ag^{2+}(s) + 2e^- \rightarrow Ag(s)$

پ) $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند}) = 0/8 - (-0/76) = 1/56V$

۲۷۸ | این پسماندها به‌دلیل 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 به‌دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

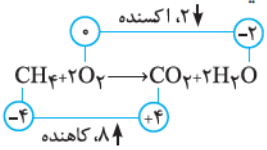
۲۷۹ | آ) A : اکسیژن B : هیدروژن

C : غشای مبادله‌کنندهٔ یون هیدرونیوم

ب) سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند.

پ) یکی از چالش‌های به‌کار بردن سلول سوختی، تأمین سوخت آن‌ها است.

۲۸۰ | آ) به واکنش کلی سلول توجه کنید:



ب) خود گاز هیدروژن، گاز گلخانه‌ای نیست در حالی‌که گاز متان، گازی گلخانه‌ای محسوب می‌شود. از طرفی در سلول سوختی متان - اکسیژن علاوه‌بر آب (که در سلول سوختی هیدروژن نیز تولید می‌شود)، گاز کربن دی‌اکسید نیز تولید می‌گردد که مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است.