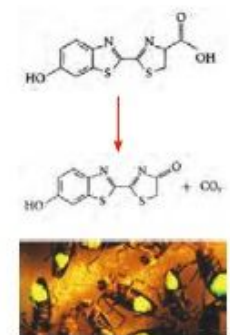




### آیا می دانید

نور تولید شده توسط گرم شب تاب، نتیجه انجام واکنش شیمیایی زیر است که یک واکنش شیمیایی منحصر به فرد از نوع اکسایش-کاهش است. این واکنش ها به بیولوگینتاسیس معروف اند که از طریق آنها این جانور و برخی جانوران دیگر به جفت خود پیام می دهند. واکنش دهنده در این واکنش شیمیایی، لوسیفیرین گرم شب تاب و آیزیمی که این واکنش را کاتالیز می کند، لوسیفراز نام دارد.



### خود را بباز مایید

پیرامون الکتروود آند، غلظت کاتیون روی از آنیون ها بیشتر شده اما در محلول پیرامون الکتروود کاتد، غلظت آنیون ها از کاتیون مس بیشتر شود. جالب اینکه در عمل هیچ گاه چنین پدیده ای رخ نمی دهد زیرا برای ادامه واکنش اکسایش-کاهش، محلول های موجود در هر دو ظرف باید آند به کاتد و آنیون ها از نیم سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت کنند.

شکل زیر سلول گالوانی مس-نقره (Cu - Ag) را نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.

The diagram shows a Daniell cell with a porous separator. The anode is copper and the cathode is silver. The electrolyte is a solution of copper(II) sulfate. The cell is connected to a light bulb. Below the diagram is a chemical reaction diagram showing the oxidation of luciferin to oxyluciferin, releasing CO<sub>2</sub> and producing light.

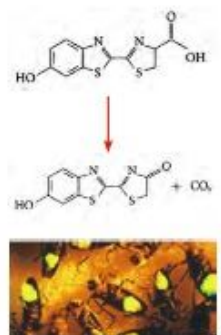
- (آ) علامت الکترودهای مس و نقره را مشخص کنید.  
 (ب) نیم واکنش های انجام شده در آند و کاتد را بنویسید.  
 (پ) با انجام واکنش، جرم الکترودها چه تغییری می کند؟ توضیح دهید.  
 (ت) جهت حرکت یون ها را از دیواره متخلخل مشخص کنید.

با ساختار و شیوه کار سلول گالوانی آشنا شدید. سلولی که به دلیل تولید انرژی الکتریکی، ویژگی های یک باتری را دارد. با اینکه هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد اما در آنها با تغییر هر یک از اجزای سلول، ولتاژ تغییر می کند. آیا می دانید این ولتاژ ناشی از چیست؟ چگونه می توان آن را اندازه گیری کرد؟

اگر در سلول گالوانی به جای لامپ، ولتسنج قرار گیرد، ولتاژی که ولتسنج نشان می دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است. کمیته که به نیروی الکتروموتوری معروف است و با emf نمایش داده می شود. اینک می پرسید برای تعیین سهم هر یک از نیم سلول ها در ولتاژ سلول چه باید کرد؟

### آیا می دانید

نور تولید شده توسط گرم شب تاب، نتیجه انجام واکنش شیمیایی زیر است که یک واکنش شیمیایی منحصر به فرد از نوع اکسایش-کاهش است. این واکنش ها به بیولوگینتاسیس معروف اند که از طریق آنها این جانور و برخی جانوران دیگر به جفت خود پیام می دهند. واکنش دهنده در این واکنش شیمیایی، لوسیفیرین گرم شب تاب و آیزیمی که این واکنش را کاتالیز می کند، لوسیفراز نام دارد.



### خود را بباز مایید

پیرامون الکتروود آند، غلظت کاتیون روی از آنیون ها بیشتر شده اما در محلول پیرامون الکتروود کاتد، غلظت آنیون ها از کاتیون مس بیشتر شود. جالب اینکه در عمل هیچ گاه چنین پدیده ای رخ نمی دهد زیرا برای ادامه واکنش اکسایش-کاهش، محلول های موجود در هر دو ظرف باید آند به کاتد و آنیون ها از نیم سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت کنند.

شکل زیر سلول گالوانی مس-نقره (Cu - Ag) را نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.

The diagram shows a Daniell cell with a porous separator. The anode is copper and the cathode is silver. The electrolyte is a solution of copper(II) sulfate. The cell is connected to a light bulb. Below the diagram is a chemical reaction diagram showing the oxidation of luciferin to oxyluciferin, releasing CO<sub>2</sub> and producing light.

- (آ) علامت الکترودهای مس و نقره را مشخص کنید.  
 (ب) نیم واکنش های انجام شده در آند و کاتد را بنویسید.  
 (پ) با انجام واکنش، جرم الکترودها چه تغییری می کند؟ توضیح دهید.  
 (ت) جهت حرکت یون ها را از دیواره متخلخل مشخص کنید.

با ساختار و شیوه کار سلول گالوانی آشنا شدید. سلولی که به دلیل تولید انرژی الکتریکی، ویژگی های یک باتری را دارد. با اینکه هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد اما در آنها با تغییر هر یک از اجزای سلول، ولتاژ تغییر می کند. آیا می دانید این ولتاژ ناشی از چیست؟ چگونه می توان آن را اندازه گیری کرد؟

اگر در سلول گالوانی به جای لامپ، ولتسنج قرار گیرد، ولتاژی که ولتسنج نشان می دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است. کمیته که به نیروی الکتروموتوری معروف است و با emf نمایش داده می شود. اینک می پرسید برای تعیین سهم هر یک از نیم سلول ها در ولتاژ سلول چه باید کرد؟

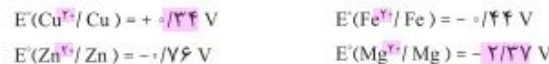


پی بردید که فلز نجیبی مانند طلا حتی در محیط‌های اسیدی اکسایش نمی‌یابد اما وسایل آهنی در هوای مرطوب دچار خوردگی می‌شوند. واکنش ناخواسته‌ای که در شهرهای بندری و ساحلی بیشتر خودنمایی می‌کند. بدیهی است که ساده‌ترین راه برای جلوگیری از خوردگی آهن، ایجاد یک پوشش محافظ است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کند. پوششی که با روش‌هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن ایجاد می‌شود. باید توجه داشت که چنین روش‌هایی نمی‌توانند به‌طور کامل از خوردگی پیشگیری کنند زیرا به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزه‌های این پوشش‌ها به درون نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و خوردگی دوباره آغاز می‌شود. با توجه به آنچه که آموخته‌اید چه روش دیگری پیشنهاد می‌کنید که تا حد امکان آسیب‌ها و زیان‌های خوردگی را کاهش دهد؟

### پیوند با صنعت

#### فداکاری فلزها برای حفاظت آهن

هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند. بدیهی است که فلز کاهنده‌تر در این رقابت برنده می‌شود. برای پیش بینی فلز برنده باید از پتانسیل کاهش استاندارد کمک گرفت. اینک به  $E^{\circ}$  فلزهای زیر توجه کنید.



تصور کنید فلز روی یا منیزیم در هوای مرطوب با آهن تماس داشته باشد، با توجه به  $E^{\circ}$  آنها بی‌شک روی یا منیزیم است که در رقابت برنده شده و اکسید می‌شود. اکسایشی که نشان از فداکاری آنها داشته و سبب پیشگیری از اکسایش آهن خواهد شد. این در حالی است که اگر فلز مس در تماس با آهن باشد در این رقابت، آهن دچار خوردگی می‌شود. اینک می‌پذیرید که مهندسين با تکیه بر دانش الکتروشیمی توانسته‌اند روش‌های عملی و مؤثرتری برای حفاظت از آهن در محیط‌های گوناگون به کار گیرند (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. حفاظت از آهن با منیزیم، (آ) بدنه کشتی، (ب) لوله‌های نفتی

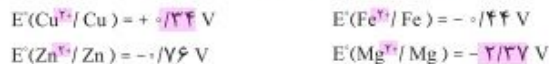
منیزیم

پی بردید که فلزهای نجیبی مانند طلا و پلاتین حتی در محیط‌های اسیدی اکسایش نمی‌یابند اما وسایل آهنی در هوای مرطوب دچار خوردگی می‌شوند. واکنش ناخواسته‌ای که در شهرهای بندری و ساحلی بیشتر خودنمایی می‌کند. بدیهی است که ساده‌ترین راه برای جلوگیری از خوردگی آهن، ایجاد یک پوشش محافظ است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کند. پوششی که با روش‌هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن ایجاد می‌شود. باید توجه داشت که چنین روش‌هایی نمی‌توانند به‌طور کامل از خوردگی پیشگیری کنند زیرا به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزه‌های این پوشش‌ها به درون نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و خوردگی دوباره آغاز می‌شود. با توجه به آنچه که آموخته‌اید چه روش دیگری پیشنهاد می‌کنید که تا حد امکان آسیب‌ها و زیان‌های خوردگی را کاهش دهد؟

### پیوند با صنعت

#### فداکاری فلزها برای حفاظت آهن

هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند. بدیهی است که فلز کاهنده‌تر در این رقابت برنده می‌شود. برای پیش بینی فلز برنده باید از پتانسیل کاهش استاندارد کمک گرفت. اینک به  $E^{\circ}$  فلزهای زیر توجه کنید.



تصور کنید فلز روی یا منیزیم در هوای مرطوب با آهن تماس داشته باشد، با توجه به  $E^{\circ}$  آنها بی‌شک روی یا منیزیم است که در رقابت برنده شده و اکسید می‌شود. اکسایشی که نشان از فداکاری آنها داشته و سبب پیشگیری از اکسایش آهن خواهد شد. این در حالی است که اگر فلز مس در تماس با آهن باشد در این رقابت، آهن دچار خوردگی می‌شود. اینک می‌پذیرید که مهندسين با تکیه بر دانش الکتروشیمی توانسته‌اند روش‌های عملی و مؤثرتری برای حفاظت از آهن در محیط‌های گوناگون به کار گیرند (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. حفاظت از آهن با منیزیم، (آ) بدنه کشتی، (ب) لوله‌های نفتی

منیزیم

(آ) قاشق فولادی به کدام قطب باتری متصل است؟

(ب) نیم واکنش کاتدی را بنویسید.

(پ) چرا الکترولیت را محلولی از نمک نقره انتخاب کرده‌اند؟

برخی فلزها با اینکه اکسایش می‌یابند اما خورده نمی‌شوند. از این فلزها می‌توان برای ساخت وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی‌تری استحکام خود را حفظ می‌کنند. آلومینیم یکی از این فلزهاست. فلزی فعال که به سرعت در هوا اکسید می‌شود ( $E^{\circ}(Al^{3+}/Al) = -1/66V$ ). این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم  $Al_2O_3$  از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند. به طوری که لایه‌های زیرین برای مدت طولانی دست نخورده باقی می‌ماند و استحکام خود را حفظ می‌کند. این ویژگی آلومینیم سبب شده که از آن در ساخت لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و ... استفاده کرد (شکل ۱۷).



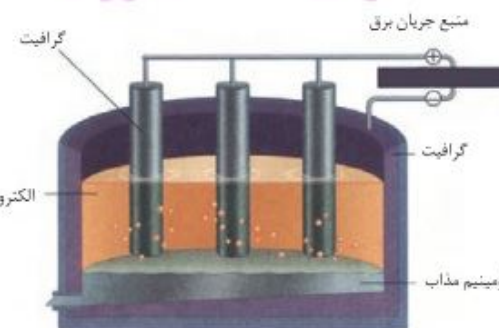
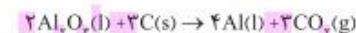
(آ) چرخ گوشت



(ب) قطعه‌ای از موتور خودرو

شکل ۱۷- برخی کاربردهای آلومینیم

با این توصیف فلز آلومینیم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است. آلومینیم همانند دیگر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود از این رو این فلز هم از برقرافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید. رایج‌ترین روشی که به فرایند هال معروف است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- فرایند هال برای تولید آلومینیم از  $Al_2O_3$

(آ) قاشق فولادی به کدام قطب باتری متصل است؟

(ب) نیم واکنش کاتدی را بنویسید.

(پ) چرا الکترولیت را محلولی از نمک نقره انتخاب کرده‌اند؟

برخی فلزها با اینکه اکسایش می‌یابند اما خورده نمی‌شوند. از این فلزها می‌توان برای ساخت وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی‌تری استحکام خود را حفظ می‌کنند. آلومینیم یکی از این فلزهاست. فلزی فعال که به سرعت در هوا اکسید می‌شود ( $E^{\circ}(Al^{3+}/Al) = -1/66V$ ). این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم  $Al_2O_3$  از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند. به طوری که لایه‌های زیرین برای مدت طولانی دست نخورده باقی می‌ماند و استحکام خود را حفظ می‌کند. این ویژگی آلومینیم سبب شده که از آن در ساخت لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و ... استفاده کرد (شکل ۱۷).



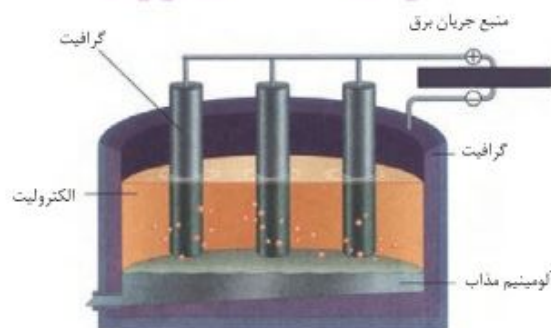
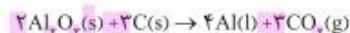
(آ) چرخ گوشت



(ب) قطعه‌ای از موتور خودرو

شکل ۱۷- برخی کاربردهای آلومینیم

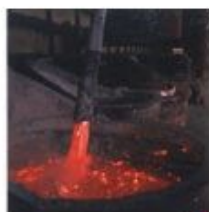
با این توصیف فلز آلومینیم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است. آلومینیم همانند دیگر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود از این رو این فلز هم از برقرافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید. رایج‌ترین روشی که به فرایند هال معروف است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- فرایند هال برای تولید آلومینیم از  $Al_2O_3$



• چارلز مارتین هال (۱۸۶۳-۱۹۱۴) این شیمی‌دان آمریکایی در ۲۲ سالگی این روش را ابداع کرد.



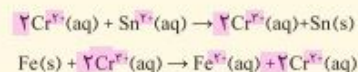
• آلومینیم مذاب تولید شده در فرایند هال

۷- با توجه به جدول زیر 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
$C^{2+}(aq) + e^- \rightarrow C^{+}(aq)$	-۰/۱۲
$D^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow D(s)$	-۱/۵۹

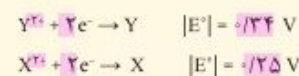
- ا) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین اکسنده است؟  
 ب) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین کاهنده است؟  
 پ) کدام گونه (ها) می‌توانند  $C^{2+}$  را اکسید کنند؟

۸- با توجه به واکنش‌های زیر که به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، گونه‌های کاهنده و گونه‌های اکسنده را بر حسب کاهش قدرت مرتب کنید.

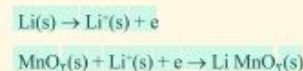


۹- با توجه به جدول پتانسیل‌های کاهش استاندارد توضیح دهید محلول هیدروکلریک اسید را در کدام ظرف (مسی یا آهنی) می‌توان نگه داشت؟

۱۰- به قدرمطلق پتانسیل کاهش استاندارد دو نیم‌سلول زیر توجه کنید. هنگامی که این دو نیم‌سلول را به هم وصل می‌کنیم، جریان الکتریکی از نیم‌سلول X به نیم‌سلول Y برقرار می‌شود اما با اتصال نیم‌سلول X به SHE، الکترون‌ها از نیم‌سلول X به سمت SHE جاری می‌شوند. نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی از این دو نیم‌سلول را حساب کنید.



۱۱- اگر کاتد نوعی باتری لیتیومی که در تلفن همراه به کار می‌رود، حاوی  $MnO_2(s)$  باشد؛ نیم‌واکنش‌ها به شکل زیر خواهند بود:

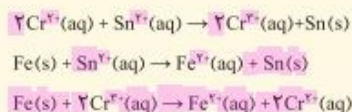


۷- با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

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

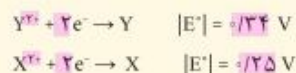
- ا) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین اکسنده است؟  
 ب) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین کاهنده است؟  
 پ) کدام گونه (ها) می‌توانند  $C^{2+}$  را اکسید کنند؟

۸- با توجه به واکنش‌های زیر که به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، گونه‌های کاهنده و گونه‌های اکسنده را بر حسب کاهش قدرت مرتب کنید.



۹- با توجه به جدول پتانسیل‌های کاهش استاندارد توضیح دهید محلول هیدروکلریک اسید را در کدام ظرف (مسی یا آهنی) می‌توان نگه داشت؟

۱۰- قدر مطلق پتانسیل کاهش دو عنصر X و Y در زیر داده شده است. هنگامی که این دو نیم‌سلول را به هم وصل می‌کنیم، جریان الکتریکی از اتم X به اتم Y برقرار می‌شود و با اتصال نیم‌سلول X به نیم‌سلول هیدروژن، الکترون‌ها از اتم X به سمت نیم‌سلول هیدروژن جاری می‌شوند. نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی شامل این دو نیم‌سلول را حساب کنید.

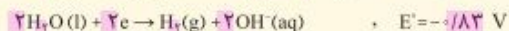
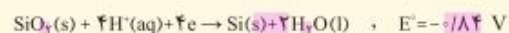


۱۱- شیمی دان‌ها در برخی سلول‌های الکتروشیمیایی برای انجام واکنش اکسایش- کاهش

از نور بهره می‌برند و آنها را سلول نور الکتروشیمیایی می‌نامند.

در نمونه‌ای از آنها که برای تهیه گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود، با توجه به نیم‌واکنش‌های

زیر:



(آ) نیم سلول آند و کاتد را مشخص و emf سلول را حساب کنید.

(ب) یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که افزون بر emf، بازده و سرعت انجام واکنش در این

سلول پایین است، با این توصیف چرا برخی استفاده از آنها را برای تهیه گاز هیدروژن مناسب

می‌دانند؟



۱۲- در یک آزمایش چهار فلز A، B، C و D رفتارهای زیر را نشان داده‌اند:

• فقط فلزهای A و C با محلول 0.1 M هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن

تولید می‌کنند.

(آ) عدد اکسایش Mn را در  $\text{MnO}_2$  و  $\text{LiMnO}_2$  تعیین کنید.

(ب) هنگامی که تلفن یا رایانه همراه روشن است و باتری نقش سلول گالوانی را دارد، چگونه

جابه‌جایی الکترون‌ها و یون‌های لیتم را توصیف کنید.

(پ) هنگامی که تلفن یا رایانه همراه در حال شارژ شدن است و باتری نقش سلول الکترولیتی

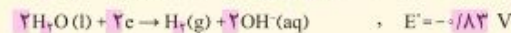
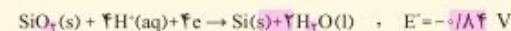
را دارد، چگونه جابه‌جایی الکترون‌ها و یون‌های لیتم را توصیف کنید.

۱۲- شیمی دان‌ها در برخی سلول‌های الکتروشیمیایی برای انجام واکنش اکسایش- کاهش

از نور بهره می‌برند که آنها را سلول نور الکتروشیمیایی می‌نامند.

در نمونه‌ای از آنها که برای تهیه گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود، با توجه به نیم‌واکنش‌های

زیر:



(آ) نیم سلول آند و کاتد را مشخص و emf سلول را حساب کنید.

(ب) یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که افزون بر emf، بازده و سرعت انجام واکنش در این

سلول پایین است، با این توصیف چرا برخی استفاده از آنها را برای تهیه گاز هیدروژن مناسب

می‌دانند؟



۱۳- در یک آزمایش چهار فلز A، B، C و D رفتارهای زیر را نشان داده‌اند:

• فقط فلزهای A و C با محلول 0.1 مولار هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند و گاز

هیدروژن تولید می‌کنند.

- با قرار دادن فلز C در محلول های حاوی یون های  $D^{2+}$ ،  $B^{2+}$  و  $A^{2+}$  به ترتیب فلزهای D، B و A رسوب می کنند.
  - یون  $B^{2+}$  اکسندۀ قوی تری از  $D^{2+}$  است.
- با توجه به این داده ها، ترتیب کاهشگی این چهار فلز را مشخص کنید.

۱۳- جدول زیر نیروی الکتروموتوری سه سلول گالوانی را نشان می دهد:

	$B^{2+}/B$	$C^{2+}/C$
$A^{2+}/A$	$-0.89 \text{ V}$	$-0.58 \text{ V}$
$B^{2+}/B$	-	$-0.31 \text{ V}$

- اگر  $E^{\circ} C^{2+}/C = -0.1 \text{ V}$  و فلز A با یون  $C^{2+}$  واکنش ندهد:
- (آ) مقدار پتانسیل کاهشی استاندارد را برای دو عنصر A و B به دست آورید.
- (ب) نماد اکسندۀ ترین و کاهشندۀ ترین گونه را بنویسید.

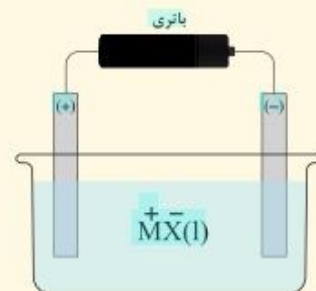
- با قرار دادن فلز C در محلول های حاوی یون های  $D^{2+}$ ،  $B^{2+}$  و  $A^{2+}$  به ترتیب فلزهای D، B و A رسوب می کنند.
  - یون  $B^{2+}(aq)$  اکسندۀ قوی تری از  $D^{2+}(aq)$  است.
- با توجه به این داده ها، ترتیب کاهشگی این چهار فلز را مشخص کنید.

۱۴- جدول روبه روی نیروی الکتروموتوری سه سلول گالوانی را نشان می دهد؛ اگر  $E^{\circ}(C^{2+}/C) = -0.84 \text{ V}$  و در این سلول ها، نیم سلول کاند باشد:

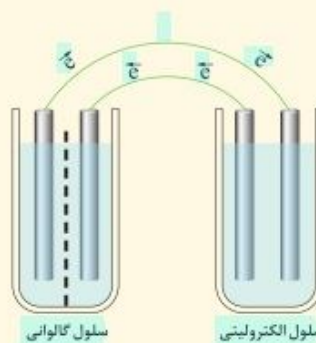
نیم سلول	$B^{2+}/B$	$C^{2+}/C$
$A^{2+}/A$	$-0.74 \text{ V}$	$-0.30 \text{ V}$
$B^{2+}/B$	-	$-0.04 \text{ V}$

(آ) پتانسیل کاهشی استاندارد را برای دو نیم سلول  $A^{2+}/A$  و  $B^{2+}/B$  به دست آورید.

(ب) نماد شیمیایی اکسندۀ ترین و کاهشندۀ ترین گونه را بنویسید.



- ۱۵- با توجه به شکل به پرسش ها پاسخ دهید.
- (آ) این سلول گالوانی است یا الکترولیتی؟ چرا؟
- (ب) در سطح کدام الکتروود، نیم واکنش اکسایش رخ می دهد؟ چرا؟
- (پ) در سطح کدام الکتروود، اتم های M پدید می آیند؟ چرا؟
- (ت) در سطح کدام الکتروود از یون ها، الکترون آزاد می شود؟



- ۱۶- می دانید که برای استفاده از هر سلول الکترولیتی به یک مولد یا باتری (سلول گالوانی) نیاز است، شکل روبه روی این ویژگی را نشان می دهد.
- نخست آند و کاتد را برای هر الکتروود در هر سلول مشخص کنید، سپس روند انجام فرایند جابه جایی الکترون ها را هنگام استفاده از یک سلول الکترولیتی توضیح دهید.