

فصل ۲

آسایش و رفاه در سایه شیمی



پایه دوازدهم

(ریاضی/تجربی)

اکسایش - کاهش

پدیده های طبیعی همچون تندر و آذرخش نشان می دهند که بخشی از انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط پیرامون جاری شود. پدیده هایی از این دست که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می گیرند سبب شد تا تلاش برای شناسایی واکنش های شامل داد و ستد الکترون به صورت هدفمند دنبال شوند. واکنش هایی که مبنای تولید انرژی الکتریکی است.

الکتروشیمی علمی است که الکتریسیته را به شیمی مرتبط می سازد آنچه این دو رشته را به هم پیوند می دهد الکترون است ذره ای با بار الکتریکی منفی که استقرار آن میان اتم ها سبب ایجاد واکنش شیمیایی و تشکیل مولکول می شود و از طرف دیگر انتقال آن از جایی به جای دیگر جریان برق را به وجود می آورد.

الکتروشیمی را علم استفاده از انرژی الکتریکی برای انجام یک تغییر شیمیایی یا تولید انرژی الکتریکی به وسیله واکنش شیمیایی تعریف می کنند.

تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان دستاوردی از دانش الکتروشیمی است که در سایه فناوری های پیشرفته افزایش سطح رفاه و آسایش را در جهان به دنبال داشته است الکتروشیمی افزون بر تهیه مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی می تواند در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.

دو رکن اساسی تحقق فناوری های پیشرفته دستیابی به مواد و تامین انرژی است. می دانید که پرکاربردترین شکل انرژی در به کارگیری این فناوری ها انرژی الکتریکی است، الکتروشیمی شاخه ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تامین انرژی نقش به سزایی دارد. سه قلمرو مهم الکتروشیمی عبارتند از:

۱- تامین انرژی باتری ها سلول سوختی و سوخت آنها.

۲- تولید مواد برقکافت و آبکاری.

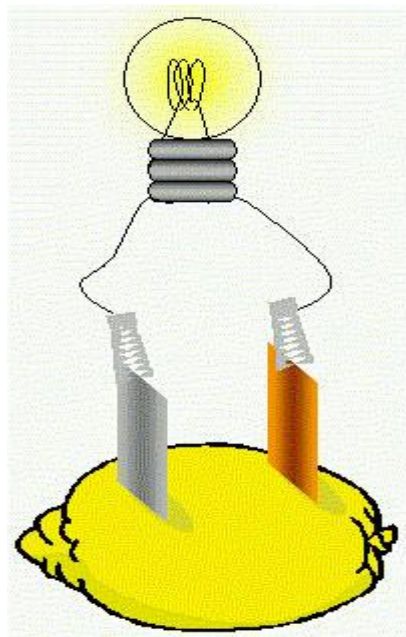
۳- اندازه گیری و کنترل کیفی اطمینان از کیفیت فرآورده ها.

باتری

باتری یکی از فرآورده های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش های شیمیایی الکتریسیته تولید می کند. برای نمونه تامین انرژی الکتریکی برای تنظیم کننده ضربان قلب، سمعک، تلفن همراه، اندام مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه قابل حمل و خودروی الکتریکی به باتری وابسته است.

یکی از روش های استفاده از انرژی ذخیره شده در عناصر از جمله فلزها اتصال آنها در شرایط مناسب به یکدیگر است. در واقع با اتصال فلزها به یکدیگر در شرایط مناسب می توان نوعی

باتری ساخت و از انرژی الکتریکی تولید شده توسط آنها برای مواردی مانند روشن کردن لامپ LED استفاده کرد. به عنوان مثال اگر یک تیغه مسی و تیغه ای دیگر مانند روی را در یک لیمو فرو ببریم یک باتری لیمویی ساخته ایم.



در واقع باتری مولد ای است که در آن واکنش های شیمیایی رخ می دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد را به انرژی الکتریکی تبدیل شود.

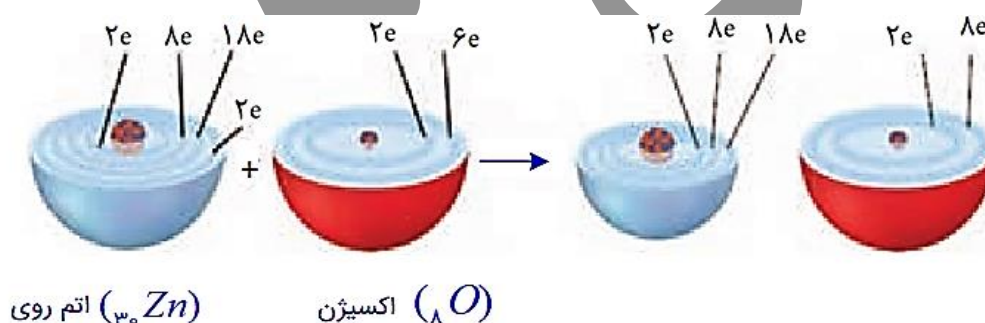
اکسایش - کاهش

در بسیاری از واکنش های شیمیایی این انتقال الکترون از یک عنصر به عنصر دیگر است که سبب تولید یون ها شده و ترکیبات جدیدی تولید می شود. سال های گذشته خواندید که هنگامی که یک نافلز در مجاورت یک فلز قرار می گیرد، میان آنها انتقال الکترون صورت میگیرد اغلب فلز ها در واکنش با نافلز ها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلز ها داده و به کاتیون تبدیل شوند نافلز ها نیز علاقه مند هستند که با گرفتن یک یا چند الکترون از فلز ها به آنیون تبدیل شوند. برای نمونه به واکنش زیر توجه نمایید:



اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلز ها واکنش می دهد و آن ها را به اکسید تبدیل می کند. هر چند با برخی فلز ها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی دهند. در ادامه واکنش میان اکسیژن و فلز روی را مورد بررسی قرار می دهیم.

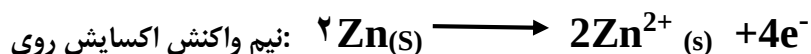
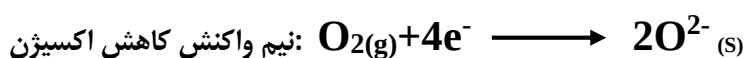
در این واکنش روی به عنوان یک فلز تمایل به از دست دادن الکترون و اکسیژن نیز به عنوان یک نافلز علاقه مند به گرفتن الکترون است. به همین دلیل هر دو عنصر برای رسیدن به پایداری و آرایش هشتایی اقدام به داد و ستد الکترون می کنند. بدین ترتیب که فلز روی دو الکترون لایه ظرفیت خود را به نافلز اکسیژن می دهد تا لایه ظرفیت هر دو عنصر تکمیل شده و به پایداری برسند.



در حین فرایند نافلز اکسیژن با گرفتن الکترون به یون منفی یا آنیون تبدیل شده و فلز روی نیز با از دست دادن الکترون به یون مثبت یا کاتیون تبدیل می شود.

در فرایندهای شیمیایی گونه ای که الکترون از دست میدهد اکسایش یافته و گونه ای که الکترون به دست می آورد کاهش یافته است. با این وصف واکنش هایی از این دست را واکنش های اکسایش - کاهش می نامند. واکنش هایی که با انتقال الکترون از گونه ای به گونه دیگر همراه باشد.

شیمیدان ها هر یک از فرایندهای گرفتن و از دست دادن الکترون را با یک نیم واکنش نمایش می دهند که هر نیم واکنش باید از لحاظ جرم و بار الکتریکی موازنه باشد نیم واکنش های اکسایش - کاهش واکنش بالا به صورت زیر است:



نکته: ماده ای که با گرفتن الکترون کاهش می یابد، سبب اکسایش گونه دیگر می شود، به همین دلیل به ماده کاهش یافته اکسندہ گویند. همچنین ماده ای که با دادن الکترون اکسایش می یابد، سبب کاهش گونه دیگر می شود، به همین دلیل به ماده اکسایش یافته کاهنده گویند.

رقابت فلزها برای از دست دادن الکترون

اغلب فلزها تمایل به از دست دادن الکترون (اکسایش) یا کاهنگی دارند، اما تمایل فلزها به از دست دادن الکترون در محلولهای آبی یکسان نیست، به عبارت دیگر قدرت کاهندگی با یکدیگر متفاوت است.

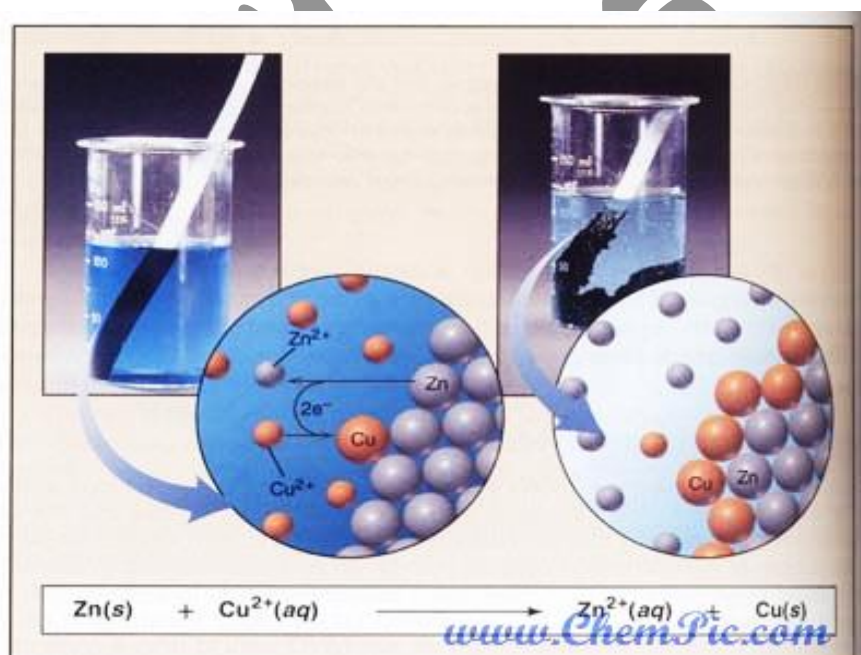
به عنوان مثال هرگاه تیغه ای از جنس روی را درون محلول مس (II) سولفات، آبی رنگ قرار دهیم، به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می شود. که این تغییر رنگ نشان دهنده انجام واکنش شیمیایی است. اما آنچه در واکنش زیر اتفاق می افتد در واقع یک رقابت بین اتم های خنثی Zn و یون Cu^{2+} است.

در این رقابت فلز روی به دلیل قدرت کاهندگی بیشتر نسبت Cu^{2+} ، الکترون های خود را از دست داده، اکسایش یافته و همزمان با آن هر یون مس با دریافت همان دو الکترون به اتم خنثی مس تبدیل شده و کاهش می یابد.

نیم واکنش اکسایش روی: $\text{Zn (s)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$

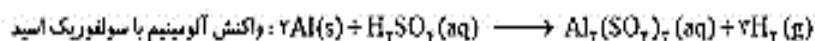
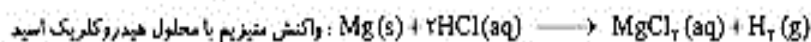
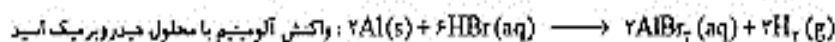
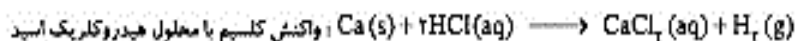
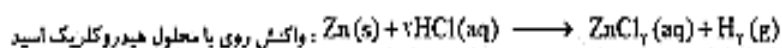
نیم واکنش کاهش یون مس: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Cu (s)}$

به همین دلیل با گذر زمان رنگ آبی محلول که به دلیل وجود Cu^{2+} در آب است، کاسته می شود و لایه ای قهوه ای رنگ که اتم های خنثی مس هستند روی تیغه Zn رسوب می کنند.



در این فرآیند فرآورده ها پایدارتر از واکنش دهنده ها هستند. همچنین می توان نتیجه گرفت که در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکتریکی یک گونه (اتم مولکول یا یون) مثبت تر می شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه ای که بار الکتریکی آن منفی تر می شود کاهش می یابد.

نکته: اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها گاز هیدروژن و نمک تولید می کنند. در این دسته از واکنش ها نیز هیدروژن اسید با گرفتن الکترون کاهش یافته و به گاز هیدروژن تبدیل می شوند (گونه اکسند) در حالیکه فلزها با از دست دادن الکترون خود اکسایش یافته (گونه کاهنده) و به کاتیون تبدیل می شود. سپس با آنیون اسید واکنش داده نمک تولید می کنند. واکنش فلز روی با هیدروکلریک اسید نمونه ای از این واکنش هاست.



یکی دیگر از علائم رقابت فلزها برای از دست دادن الکترون، تغییر دمای محلول آبی واکنش است. گزارش های علمی نشان می دهد که در برخی واکنش های اکسایش کاهش علاوه بر داد و ستد الکترون انرژی هم آزاد می شود. به همین دلیل در این واکنش ها مخلوط واکنش گرم شده و دمای آن بالا می رود. زیرا سامانه بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می دهد. به عنوان مثال فرض کنید که چند تیغه از فلز های مختلف مانند: آهن طلا روی و مس را درون محلول مس (II) سولفات، در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد قرار دهید. پس از گذشت دقایقی با اندازه گیری دمای محلول نتایج جدول زیر حاصل می شود.

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

با تجزیه و تحلیل این جدول به نکات زیر پی می بریم:

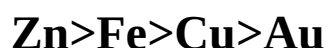
تغییر دمای محلول نشان دهنده انجام واکنش اکسایش - کاهش است. در حالیکه ثابت ماندن دمای محلول نشان از عدم انجام واکنش اکسایش - کاهش است. به عنوان مثال: در جدول بالا آهن و روی واکنش داده در حالیکه طلا و مس واکنش نمی دهند.

همچنین هرچه دمای محلول واکنش بیشتر تغییر کند، واکنش با سرعت و شدت بیشتری انجام شده است. مثلاً چون دمای محلول مس (II) سولفات و تیغه روی، بیش از دمای محلول مس (II) سولفات و آهن است، نشان می دهد که واکنش تیغه روی شدیدتر بوده و قدرت کاهندگی روی از آهن بیشتر است.

انجام واکنش آهن با محلول مس (II) سولفات نشان می دهد که قدرت کاهندگی آهن بیشتر از مس است. بنابراین اتم های خنثی آهن الکترون های خود را به یون های مثبت مس داده و واکنش اکسایش - کاهش انجام می گیرد. همان اتفاقی که برای تیغه روی افتاد.

طلا یک فلز نجیب است و واکنش پذیری آن بسیار پایین است به همین دلیل قدرت کاهندگی بسیار کمی دارد و در برابر مس نمی تواند الکترون داد و ستد نماید به همین دلیل واکنش نمی دهد و دمای محلول واکنش ثابت می ماند. تیغه ی مس نیز به دلیل اینکه هیچ رقابتی با یون های مس موجود در محلول واکنش ندارد از انجام واکنش خودداری می کند.

به این ترتیب اگر بخواهیم عناصر موجود در جدول بالا را بر اساس قدرت کاهندگی مرتب کنیم به صورت زیر نوشته می شود:



توجه!!! به طور کلی اگر اتم های یک فلز در کنار یون های فلز دیگر قرار گیرند، در صورتی واکنش اکسایش - کاهش اتفاق خواهد افتاد که قدرت کاهندگی اتم های فلز خنثی بیشتر از قدرت کاهندگی فلز مقابل باشد. در غیر اینصورت واکنشی اتفاق نخواهد افتاد. مثلاً اگر تیغه فلزی مس را درون محلولی آبی از روی سولفات قرار دهیم، با گذشت زمان هیچ واکنشی اتفاق نمی افتد، زیرا اتم های خنثی مس نمی تواند الکترونهای خود را به یون های روی بدهند. زیرا قدرت کاهندگی مس از روی کمتر است.

یکی دیگر از راههای تعیین میزان قدرت کاهندگی فلزها استفاده از جدول پتانسیل کاهشی استاندارد عناصر (E^0) است. در این جدول هر عنصر دارای یک پتانسیل کاهشی استاندارد (E^0) است. هرچه E^0 عنصری در این جدول کمتر یا منفی تر باشد، آن عنصر کاهنده قویتری (تمایل به از دست دادن الکترون) است، و هر چه مثبت تر باشد اکسند قوی تری (تمایل به گرفتن الکترون) است. در ادامه با جدول پتانسیل کاهشی استاندارد و نحوه محاسبه آن آشنا خواهید شد.

برای ایجاد جریان الکتریکی باید الکترون ها را از یک مسیر معین عبور داد، یا از نقطه ای به نقطه دیگر جابجا نمود، حال اگر به جای داد و ستدمستقیم الکترون بین گونه های اکسایش و کاهش یافته در یک واکنش شیمیایی بتوان الکترون ها را از طریق یک مدار بیرونی (سیم) هدایت و جابجا کرد آنگاه می توان بخشی از انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش کاهش را به انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود.

شیمیدان ها در پژوهش ها دریافته اند که هرگاه تیغه روی درون محلولی از روی سولفات ($ZnSO_4$) نیم سلول روی طریقه مصرف پودر اون محلولی از مس دو سولفات نیم سلول مس قرار گیرد و نیم سلول ها را همانند شکل زیر با کمک رسانه های الکترونیک سیم به یکدیگر وصل کنیم الکترون ها در مدار بیرونی جابجا شده و جریان الکتریکی ایجاد می شود جریانی که سبب روشن شدن لامپ خواهد شد از اتصال دو نیم سلول به این نحو تشکیل می شود را سلول الکتروشیمیایی گالوانی گویند.

نکات مهم در مورد سلول های گالوانی

اولین قدم در راه بررسی یک سلول گالوانی تعیین الکتروود آند و کاتد است. پس از این کار به راحتی می توان به سوالات دیگر درباره سلول گالوانی پاسخ داد.

آند: الکتروودی است که در آن عمل اکسایش انجام می گیرد.

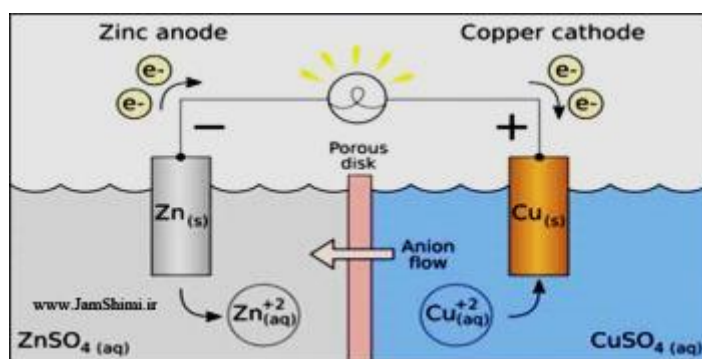
بنابراین در یک سلول گالوانی الکتروودی که قدرت کاهندگی بیشتر (تمایل به دادن الکترون بیشتر) داشته باشد آند خواهد بود.

کاتد: الکتروودی است که در آن عمل کاهش انجام می گیرد.

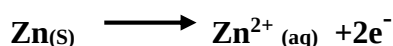
بنابراین در یک سلول گالوانی الکتروودی که قدرت کاهندگی کمتر (تمایل به دادن الکترون کمتر) داشته باشد کاتد خواهد بود.

به عنوان مثال: در سلول گالوانی روی مس می دانیم که تمایل فلز روی برای از دست دادن الکترون بیش از فلز مس است، به همین دلیل قدرت کاهندگی روی نیز بیشتر از مس است در نتیجه در این سلول گالوانی روی آند و مس کاتد خواهد بود.

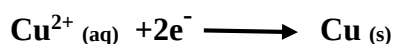
جهت حرکت الکترون ها در سلول گالوانی همواره از آند به کاتد است. در سلول گالوانی روی - مس نیز جهت جریان الکترون ها در مدار بیرونی از تیغه روی به سمت تیغه مس است.



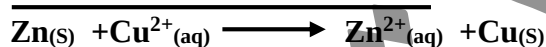
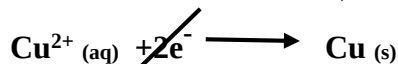
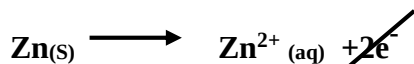
نیم واکنش های انجام شده در هر نیم سلول نیز بر اساس فرآیند شیمیایی است که در آن نیم سلول اتفاق می افتد. در نیم سلول آندی فرایند اکسایش اتفاق می افتد، بنابراین باید نیم واکنش اکسایش برای آن نوشته شود:



همچنین در نیم سلول کاتدی فرایند کاهش در حال انجام است، بنابراین باید نیم واکنش کاهش را برای آن نوشت:



واکنش کلی سلول از جمع دو نیم واکنش اکسایش و کاهش به دست می آید:

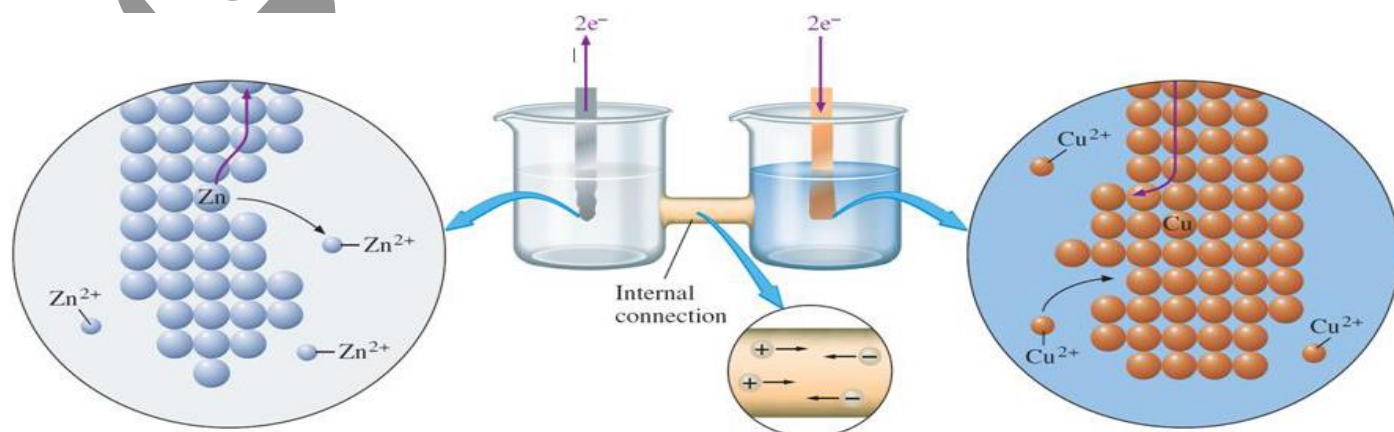


واکنش کلی سلول گالوانی

نکته: هرگز دو نیم واکنش اکسایش و کاهش را قبل از آنکه تعداد الکترون های تولید شده در نیم واکنش اکسایش را با تعداد الکترون های مصرف شده در نیم واکنش کاهش برابر نکرده اید، جمع نکنید.

پس از انجام واکنش شیمیایی در نیم سلول های یک سلول گالوانی تیغه آندی به دلیل فرایند اکسایش دچار کاهش جرم شده، در حالی که تیغه کاتدی به دلیل فرایند کاهش دچار افزایش جرم می شود. اما علت این پدیده چیست؟

اتم های الکتروند آند به دلیل تمایل به از دست دادن الکترون، الکترون های خود را بر روی سطح تیغه باقی می گذارند و خود به صورت یون های محلول در آب از سطح تیغه جدا شده و در محلول الکترولیت حل می شوند، این مسئله سبب می شود با گذشت زمان از جرم تیغه آندی کاسته شود. در حالیکه در الکتروند کاتد، الکترون های هدایت شده از آن اول بر روی سطح تیغه انباشته شده، یون های مثبت موجود در محلول الکترولیت نیم سلول کاتدی، این الکترون ها را گرفته و به اتم های خنثی تبدیل می شوند و بر روی سطح تیغه کاتدی رسوب می کنند. به همین دلیل جرم تیغه کاتدی افزایش می یابد.



در سلول گالوانی، آند قطب منفی و کاتد قطب مثبت است.

پل نمکی یا دیواره متخلخل

پس از گذشت زمان، انتظار می رود که غلظت کاتیون ها در محلول الکترولیت نیم سلول آندی و غلظت آنیون ها در محلول الکترولیت نیم سلول کاتدی افزایش می یابد. زیرا مدام در نیم سلول آندی یون های مثبت در حال تولید شدن هستند، در حالی که در نیم سلول کاتدی یونهای مثبت در حال مصرف شدن می باشند. ادامه این روند در نیم سلول ها سبب برهم خوردن تعادل میان دو نیم سلول شود، اما در عمل هیچگاه چنین پدیده ای رخ نمی دهد. زیرا برای ادامه واکنش اکسایش- کاهش محلول های موجود در هر دو ظرف باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. این مهم هنگامی امکان پذیر است که کاتیون ها از نیم سلول آندی به سمت کاتد و آنیون ها از نیم سلول کاتدی به سمت آند گذر کنند این فرایند با کمک پل نمکی یا دیواره متخلخل انجام می پذیرد. بنابراین در پل نمکی یا دیواره متخلخل جهت حرکت یون ها به این صورت است:

کاتیون به سمت کاتد و آنیون به سمت آند حرکت می کند. (شکل بالا)

نیروی الکتروموتوری emf

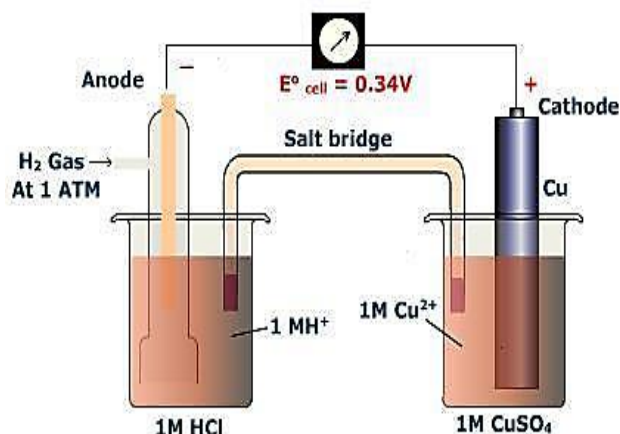
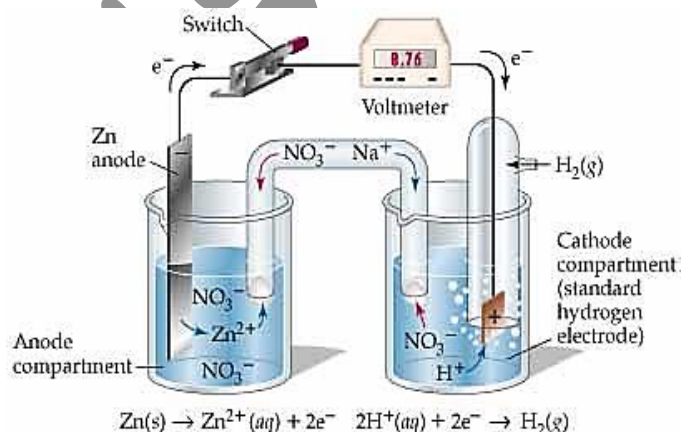
با ساختار و شیوه کار سلول گالوانی آشنا شدید، سلولی که به دلیل تولید انرژی الکتریکی ویژگی های یک باتری را دارد. اما نکته بسیار مهم در سلول های گالوانی ولتاژی است که ولت سنج در سلول گالوانی نشان می دهد. که همان اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است. کمیتی که به آن نیروی الکتروموتوری یا emf گویند. برای محاسبه نیروی الکتروموتوری یک سلول گالوانی به پتانسیل کاهش استاندارد E^0 هر نیم سلول نیازمندیم.

فرمول محاسبه emf به صورت زیر است:

$$emf = E^0_{\text{کاتد}} - E^0_{\text{آند}}$$

پتانسیل کاهش استاندارد E^0

دانشمندان برای محاسبه پتانسیل کاهش استاندارد عناصر مختلف، نیم سلول مورد نظر را به یک نیم سلول استاندارد هیدروژن SHE متصل می کنند. SHE نیم سلول استاندارد مرجعی است که پتانسیل آن صفر ولت در نظر گرفته می شود. هنگامی که نیم سلول هر عنصری را به نیم سلول استاندارد هیدروژن متصل کنید، اگر قدرت کاهندگی آن از هیدروژن بیشتر باشد جهت جریان الکترون ها به سمت SHE است و اگر قدرت کاهندگی از هیدروژن کمتر باشد جهت جریان از SHE به سلول مورد نظر است.



در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد اگر قدرت کاهندگی از هیدروژن بیشتر باشد E^0 منفی خواهد بود و اگر کمتر باشد E^0 مثبت خواهد بود.

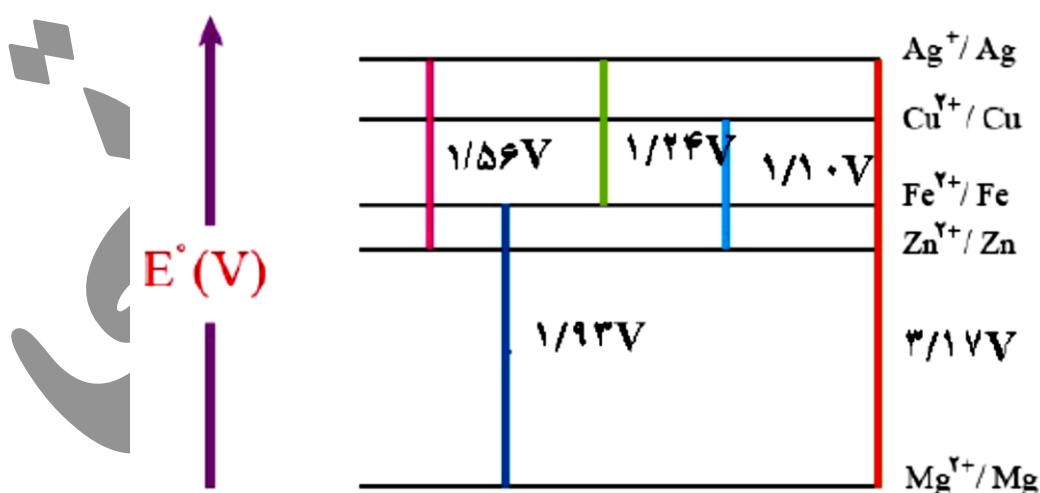
Standard Potentials of Electrode Reactions at 25°C

Electrode reaction	E^0 , V	Electrode reaction	E^0 , V
$\text{Li}^+ + e \rightleftharpoons \text{Li}$	-3.01	$\text{Ti}^+ + e \rightleftharpoons \text{Ti}$	-0.34
$\text{Rb}^+ + e \rightleftharpoons \text{Rb}$	-2.98	$\text{Co}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Co}$	-0.27
$\text{Cs}^+ + e \rightleftharpoons \text{Cs}$	-2.92	$\text{Ni}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0.23
$\text{K}^+ + e \rightleftharpoons \text{K}$	-2.92	$\text{Sn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sn}$	-0.14
$\text{Ba}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ba}$	-2.92	$\text{Pb}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0.13
$\text{Sr}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sr}$	-2.89	$\text{D}^+ + e \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{D}_2$	-0.003
$\text{Ca}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2.84	$\text{H}^+ + e \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{H}_2$	0.000
$\text{Na}^+ + e \rightleftharpoons \text{Na}$	-2.71	$\text{Cu}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cu}$	0.34
$\text{Mg}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2.38	$\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons 2\text{OH}^-$	0.40
$\text{Ti}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{Ti}$	-1.75	$\text{Cu}^+ + e \rightleftharpoons \text{Cu}$	0.52
$\text{Be}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Be}$	-1.70	$\text{Hg}^{2+} + 2e \rightleftharpoons 2\text{Hg}$	0.80
$\text{Al}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Al}$	-1.66	$\text{Ag}^+ + e \rightleftharpoons \text{Ag}$	0.80
$\text{Mn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1.05	$\text{Pd}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pd}$	0.83
$\text{Zn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0.76	$\text{Ir}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Ir}$	1.00
$\text{Ga}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Ga}$	-0.52	$\text{Br}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	1.07
$\text{Fe}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0.44	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1.23
$\text{Cd}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cd}$	-0.40	$\text{Cl}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	1.36
$\text{In}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{In}$	-0.34	$\text{F}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{F}^-$	2.87

نکته: یکی از راههای ساده تعیین آند و کاتد در سلول گالوانی استفاده از پتانسیل کاهشی استاندارد نیم سلول هاست. هرچه E^0 منفی تر باشد نیم سلول آند خواهد بود و اگر E^0 مثبت باشد نیم سلول کاتد خواهد بود. به عبارت دیگر، در سلول الکتروشیمیایی گالوانی E^0 بزرگتر کاتد و E^0 کوچکتر آند خواهد بود.

نکته: در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، واکنش ها به شکل کاهشی نوشته شده اند و این پیشنهاد آیوپاک است به طوریکه در این واکنش الکترون و گونه اکسند در سمت چپ و گونه کاهش یافته در سمت راست قرار می گیرد.

نکته: هرچه اختلاف پتانسیل کاهشی استاندارد دو نیم سلول بیشتر باشد ولتاژ تولیدی آنها نیز بیشتر خواهد بود.



پیش بینی انجام پذیری واکنش

با توجه به جدول پتانسیل کاهشی استاندارد عناصر مختلف می توان پیش بینی کرد که کدام واکنش های اکسایش-کاهش انجام پذیر است و کدام یک انجام نمی پذیرد.

نکته ۱: عنصر پایین تر در جدول E^0 می تواند با کاتیون فلز بالاتر از خود واکنش دهد. اما فلز بالا تر نمی تواند با کاتیون فلز پایین تر واکنش دهد.

نکته ۲: عنصر های پایین تر از هیدروژن در جدول E^0 می توانند با محلول اسید ها و یون هیدروژن واکنش داده و گاز هیدروژن تولید کنند، در حالیکه فلز های بالای هیدروژن نمی توانند با محلول اسید ها واکنش دهند.

نکته ۳: در مورد عناصر گروه ۱۷ می توان گفت هالوژن های بالاتر در گروه میتوانند بانمک هالوژن پایین تر واکنش داده و هالوژن پایین تر را آزاد کند.

نگهداری کدام محلول در کدام ظرف فلزی امکان پذیر است؟

با توجه به نکات بالا می توان گفت: که محلول نمک یا کاتیون یک فلز را می توان در ظرفی از جنس فلز بالاتر در جدول E^0 نگهداری کرد. زیرا فلز بالاتر نمی تواند به کاتیون فلز پایین تر واکنش دهد. همچنین محلول رقیق اسید ها را باید در ظرفی نگهداری کرد که فلز مربوط به ظرف در جدول E^0 بالاتر از هیدروژن قرار داشته باشد.

سوال؟ محلول هیدروکلریک اسید را در کدام یک از ظرف های زیر میتوان نگهداری کرد؟

روی Zn مس Cu آلومینیوم Al منگنز Mn

لیتیوم فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی

لیتیوم در میان فلز ها کمترین چگالی و E^0 را دارد این ویژگی لیتیوم باعث شده راه برای ساخت باتری های سبک تر و کوچکتر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار گردد. باتری دکمه ای از جمله باتری های لیتیومی است که در شکل ها و اندازه های گوناگون به کار می رود. دسته ای دیگر از باتری های لیتیومی آنهايي هستند که در تلفن و رایانه همراه به کار می رود و می توان آنها را بارها شارژ کرد. افزایش تقاضا برای باتری های لیتیومی سبب شد این فلز جایگاه ممتازی در تامین انرژی جهان پیدا کند.

توجه!!! در همه باتری های دکمه ای از لیتیوم استفاده نمیشود، باتری های روی-نقره نیز از جمله باتری های دکمه ای هستند در این باتری ها اتم روی در آن اکسایش یافته و نقشه کاهنده را دارد در حالی که نقره اکسید هم در کاتد کاهش یافته و نقش اکسنده را ایفا می کند.



از آنجا که سالانه میلیاردها باتری لیتیومی درون دستگاه های مختلف در سرتاسر جهان استفاده می شود و در آخر این دستگاهها به همراه باتری های درون خود به شکل پسماند دور ریخته می شوند باز یافت اجزای این دستگاه ها از جمله باتری ها بسیار مهم است. زیرا این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی مختلف سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفع شوند، زیرا محیط زیست را آلوده کرده و به آن آسیب وارد می کنند. همچنین برخی از این پسماندها حاوی مواد و فلزهای ارزشمند و گران قیمت هستند که می توان مجدداً از آنها استفاده کرد.

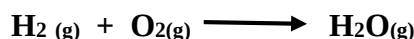
سلول سوختی

سوخت های فسیلی همچنان مناسبترین سوخت برای خودروها و نیروگاهها به شمار می رود از این رو استخراج و مصرف بی رویه این سوختها سبب شده تا ذخایر آن به سرعت کاهش یابد با این توصیف یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت های فسیلی به ویژه برای خودروها ضروری است.

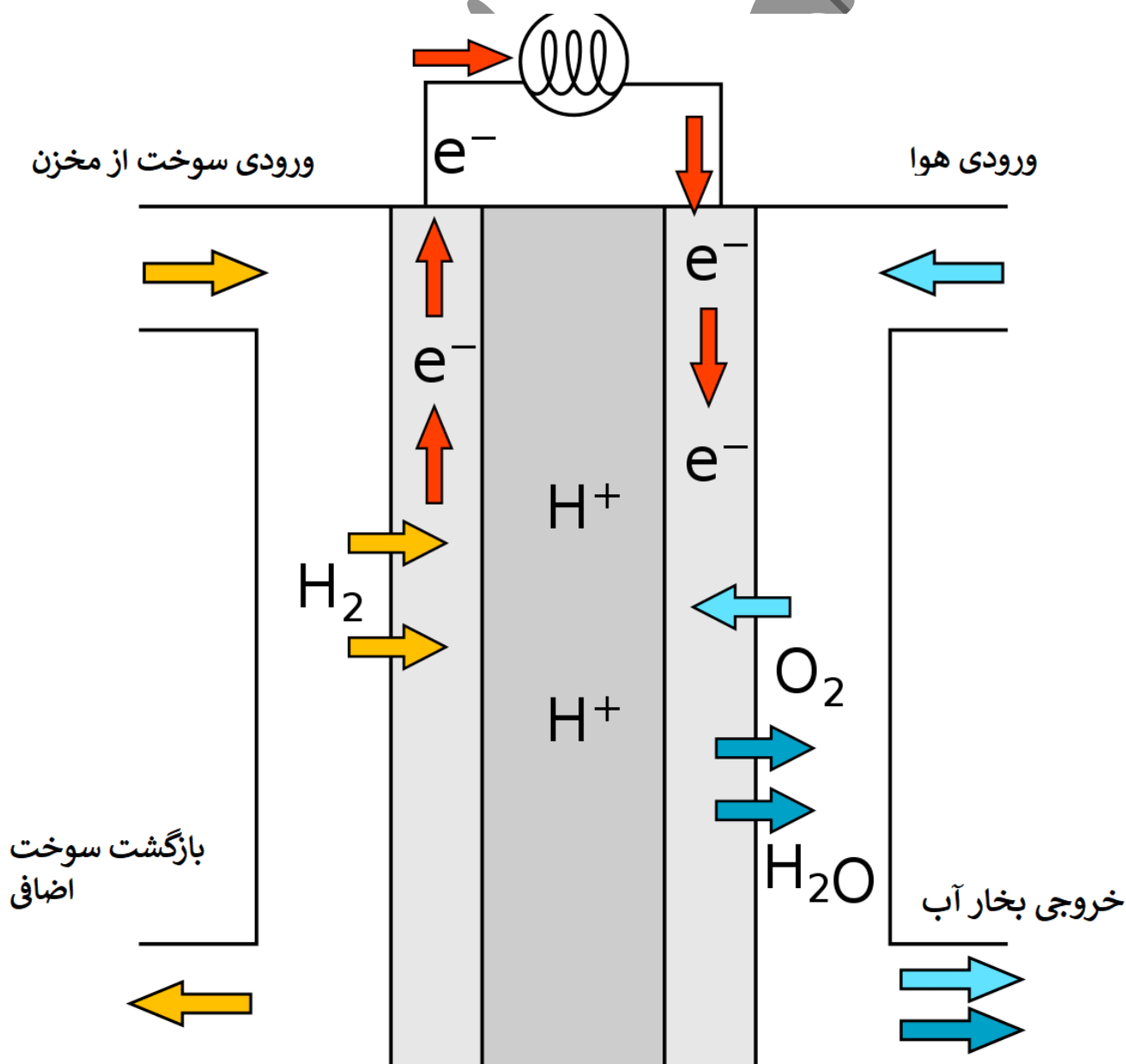
سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است که شیمی دان ها برای گذر از این تنگنای تامین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد می دهند . این سلول ها علاوه بر کارایی بیشتر می توانند ردپای کربن دی اکسید را کاهش دهند، به طوری که دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می روند.

رایج ترین سلول سوختی سلول هیدروژن - اکسیژن است . دستگاهی که در آن گاز هیدروژن H_2 با گاز اکسیژن O_2 به صورت کنترل شده واکنش می دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود .

همانطور که می دانید با زدن جرقه در مخلوطی از هیدروژن و اکسیژن طی یک واکنش سریع و انفجاری هیدروژن می سوزد و به آب تبدیل می شود:



دانشمندان برای اینکه از گرمای آزاد شده در این واکنش استفاده کنند ، یک سلول سوختی طراحی کردند که در آن گاز هیدروژن به جای سوختن سریع به آرامی اکسید می شود . یعنی همان واکنش بالا انجام می گیرد اما بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود و اطلاق انرژی به صورت گرما بسیار کمتر است . سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد در حالی که اکسایش آنها در سلول سوختی بازده را تا سه برابر یعنی حدود ۶۰ درصد افزایش می دهد . سلول های سوختی سه جز اصلی دارند غشا ، الکترود آند و الکترود کاتد .

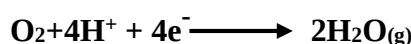


در این سلول سوختی، گاز هیدروژن وارد آند و گاز اکسیژن وارد کاتد می شود. در سلول های سوختی آند و کاتد دارای کاتالیزگر هایی هستند که به ترتیب سرعت نیم واکنش های اکسایش و کاهش را افزایش می دهند.

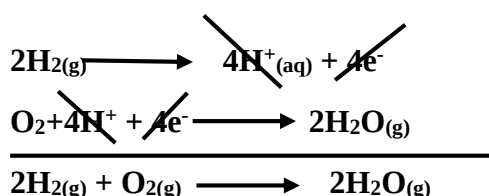


الکترون های تولید شده بر اثر اکسایش هیدروژن مثل هر سلول گالوانی دیگر در مدار بیرونی به سمت کاتد حرکت می کند، یونهای هیدروژن تولید شده در آند از طریق غشای مبادله کننده پروتون به سمت الکترود کاتد مهاجرت می کنند تا در نیم واکنش کاهش اکسیژن حضور یابند.

در کاتد گاز اکسیژن با حضور یون هیدروژن و الکترون های تولید شده در نیم واکنش اکسایش به صورت زیر اکسایش می یابند:



واکنش کلی سلول سوختی به صورت زیر است:



نکته: از آنجایی که واکنش سلول سوختی با تولید گرما همراه است آب خارج شده از سلول سوختی می تواند به حالت بخار باشد. ولتاژ تولیدی سلول سوختی ۱٫۲ ولت است.

عدد اکسایش

برای محاسبه عدد اکسایش عناصر در ترکیب های شیمیایی دو روش مرسوم وجود دارد که به ترتیب در ادامه بیان می شود.

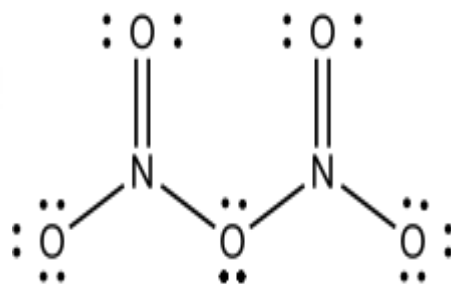
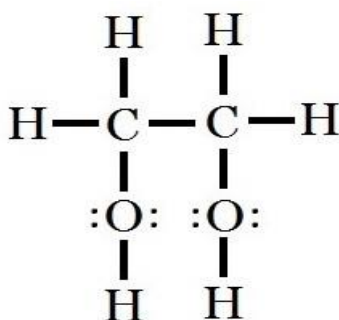
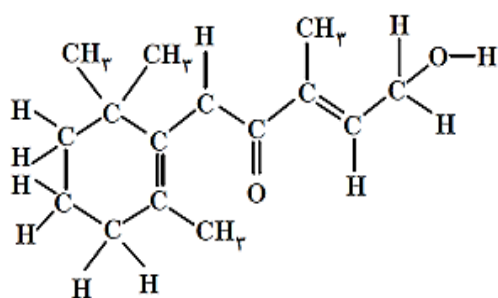
روش اول استفاده از ساختار لوویس

در این روش برای تعیین عدد اکسایش عنصر موجود در یک مولکول، ابتدا ساختار لوویس مولکول را رسم می کنیم. در مرحله بعد دو سر هر پیوند کووالانسی یک نقطه به نشانه یک الکترون پیوندی قرار می دهیم. با این کار الکترون های موجود در مولکول را قابل مشاهده می کنیم. در این مرحله باید الکترونهای پیوندی را به یکی از دو اتم درگیر در پیوند نسبت دهیم، اگر اتم های دو سر پیوند یکسان باشد الکترون های پیوندی به طور مساوی بین آنها تقسیم می شود، اما اگر اتم های دو سر پیوند متفاوت باشد هر دو الکترون پیوندی را به اتمی نسبت می دهیم که خاصیت نافلزی بیشتر (الکترون گاتیوتر) داشته باشد. همچنین کلیه الکترون های ناپیوندی روی هر اتم نیز متعلق به خود آن اتم خواهد بود. پس از تقسیم الکترون ها بین اتم ها الکترون های نسبت داده به هر اتم را بشمارید و آن را از شمار الکترون های ظرفیت همان اتم کم کنید عدد به دست آمده عدد اکسایش اتم مورد نظر است.

یاد آوری: در یک دوره جدول تناوبی از چپ به راست خصلت نافلزی بیشتر و در یک گروه از بالا به پایین خصلت نافلزی کمتر میشود.

تغییرات خصلت نافلزی چند عنصر مهم به شرح زیر است:





مثال

عدد اکسایش عناصر موجود در مولکول های زیر را محاسبه کنید



روش دوم استفاده از معادله

در این روش دانستن چند نکته زیر ضروری است.

- ۱- عدد اکسایش هر عنصر در حالت آزاد یا مولکولی صفر است.
- ۲- عدد اکسایش عنصر ها در یون های تک اتمی برابر با بار آن یون است.
- ۳- عدد اکسایش فلز های گروه ۱ (قلیایی) +۱ و فلز های گروه دوم +۲ است. به طور کلی عدد اکسایش فلز ها همواره مثبت و برابر با ظرفیت آنهاست.
- ۴- عدد اکسایش فلوئور همواره منفی یک است.
- ۵- عدد اکسایش هیدروژن در ترکیب با نافلز ها +۱ و در ترکیب با فلز ها -۱ است.
- ۶- عدد اکسایش اکسیژن معمولاً -۲ است به غیر از موارد زیر:
عدد اکسایش اکسیژن در HOF برابر صفر است.
عدد اکسایش اکسیژن در OF_2 برابر +۲ و در O_2F_2 برابر +۱ است.
عدد اکسایش اکسیژن در H_2O_2 برابر -۱ است.

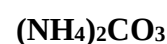
دانستن نکات بالا ما را در محاسبه عدد اکسایش عناصر مختلف یاری خواهد کرد. حال نکته اساسی اینجاست:

جمع جبری عدد های اکسایش در یک ترکیب بدون بار برابر با صفر و در یک یون چند اتمی برابر با بار یون است.

با توجه به نکات گفته شده در بالا حال می توان عدد اکسایش عناصر مختلف را محاسبه کرد.

مثال

عدد اکسایش عناصر مشخص شده در مولکول های زیر را محاسبه کنید .



نکته: اگر در یک واکنش شیمیایی عدد اکسایش عناصر تغییر کند واکنش اکسایش - کاهش خواهد بود. همچنین اگر عدد اکسایش عنصری در یک واکنش شیمیایی افزایش یابد آن ماده اکسایش یافته و گونه کاهش یافته است و اگر عدد اکسایش عنصری در یک واکنش شیمیایی کاهش یابد آن عنصر کاهش یافته و گونه کاهش یافته است.

سلول های الکترولیتی

تاکنون با سلول هایی آشنا شدید که در آنها با انجام واکنش های اکسایش کاهش انرژی تولید می شود نوع دیگری از سلول های الکتروشیمیایی وجود دارد که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان از درون محلول الکترولیت می توان یک واکنش شیمیایی را بر خلاف جهت طبیعی اش پیش راند. این سلول ها به سلول های الکترولیتی معروف هستند.

مشخصات یک سلول الکترولیتی

اغلب شامل دو الکترود بی اثرند که در واکنش شرکت نمی کنند، به جز فرایند آبکاری که معمولاً جنس آن گرافیتی است و هر دو الکترود در یک محلول الکترولیت فرو رفته اند.

الکترولیت موجود در این نوع از سلول های الکتروشیمیایی می تواند یک ترکیب یونی مذاب یا یک محلول یونی باشد.

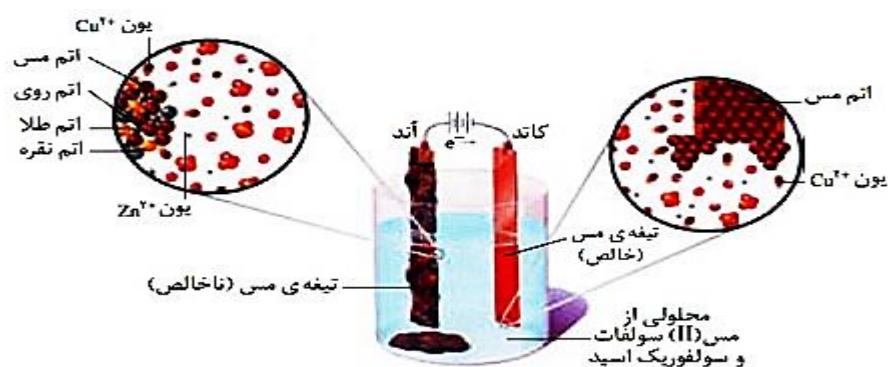
دو الکترود به قطب های یک منبع جریان مستقیم مانند باتری متصل میشوند، و وجود باتری مشخصه مهمی در شناخت سلول های الکتروشیمیایی الکترولیتی از سلول های الکتروشیمیایی گالوانی است.

الکترودی که به قطب مثبت باتری متصل است تا آند و الکترودی که به قطب منفی متصل شده کاتد نامیده می شود، که از این لحاظ برعکس سلول های گالوانی میباشند.

یونهای موجود در محلول الکترولیت تحت تاثیر جریان الکتریکی به وجود آمده به سمت الکترودهای با بار مخالف حرکت می کنند به این ترتیب کاتیون ها به سمت قطب منفی که همان کاتد است می روند و آنیون ها به سمت قطب مثبت یعنی آند مهاجرت می کنند.

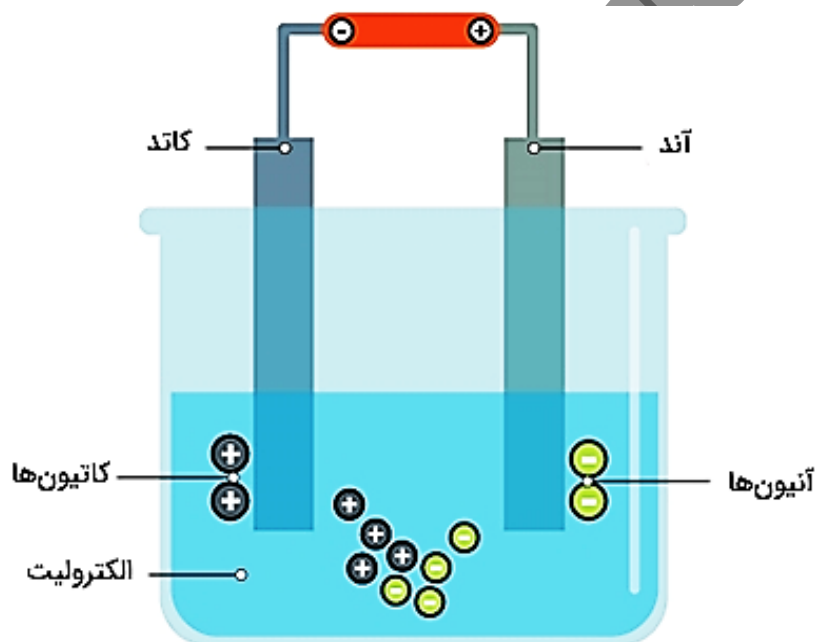
هنگامی که یونهای مثبت به سطح کاتد میرسند با گرفتن الکترون کاهش می یابد و همچنین یون های منفی با رسیدن به سطح آند اکسایش می یابند .

بنابراین در سلول الکترولیتی نیز مانند سلول های گالوانی فرایند کاهش در کاتد و فرایند اکسایش در آند انجام می شود.



برقکافت نمونه ای از فرایندهای شیمیایی است که در سلول های الکترولیتی انجام می گیرد.

به واکنشی که در اثر عبور جریان الکتریکی از درون یک نمک مذاب یا محلول آبی نمک انجام میشود برقکافت می گویند .



در ادامه به چند نمونه از فرایندهای برقکافت اشاره خواهیم کرد.

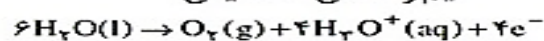
برقکافت آب



برقکافت آب فرایندی است که در آن جریان برق از درون آب عبور داده می شود و طی آن آب به عنصرهای سازنده اش یعنی گاز هیدروژن و گاز اکسیژن تجزیه می شود.

در این فرایند مولکول های آب در اطراف کاتد کاهش یافته و گاز هیدروژن و یون هیدروکسید تولید می کند. همچنین مولکول های آب در اطراف آن اکسایش یافته و گاز اکسیژن و یون هیدرونیوم تولید می کند. به این ترتیب نیم واکنش های اکسایش و کاهش و واکنش کلی برقکافت آب به صورت زیر است:

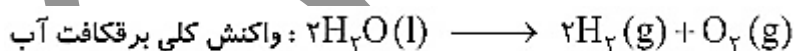
نیم واکنش اکسایش:



نیم واکنش کاهش:



در برقکافت آب در آند یون هیدروژن و در کاتد یون هیدروکسید تولید می شود، در نتیجه محیط اطراف آند اسیدی و محیط اطراف کاتد بازی خواهد بود. بنابراین می توان گفت در برقکافت آب، کاغذ PH در محلول پیرامون آند به رنگ سرخ و در محلول پیرامون کاتد به رنگ آبی در می آید.



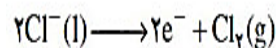
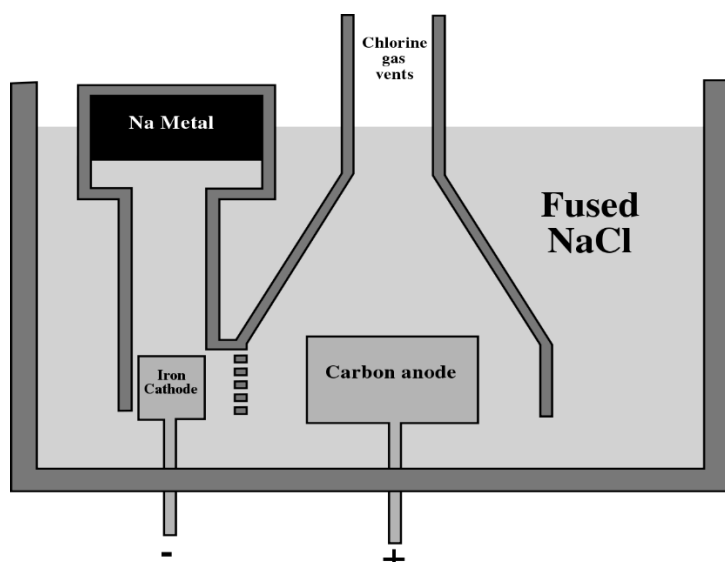
با توجه به ضرایب استوکیومتری در واکنش نهایی حجم گاز هیدروژن تولید شده در کاتد دو برابر حجم گاز اکسیژن تولیدی در آند است. به همین دلیل ارتفاع ستون آب در لوله حاوی گاز هیدروژن کمتر از ارتفاع ستون آب در لوله حاوی گاز اکسیژن است.

مقدار یون های هیدروکسید و هیدرونیوم در آب خالص بسیار کم است و به همین دلیل برای عبور جریان برق از آب خالص به آن اندکی از یک الکترولیت مانند پتاسیم نیترات یا سولفوریک اسید می افزایند.

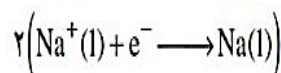
برقکافت سدیم کلرید مذاب و تهیه فلز سدیم

فلز سدیم یک کاهنده قوی است به همین دلیل در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی شود، عنصری که در ترکیب های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد این واقعیت نشان می دهد که یونهای سدیم بسیار پایدار تر از اتم های آن هستند به همین دلیل برای تهیه فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد تهیه این فلز از برقکافت سدیم کلرید مذاب در یک سلول الکترولیتی انجام می گیرد.

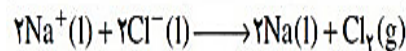
سلول دانز یک سلول الکترولیتی است که در صنعت برای تهیه فلز سدیم به کار میرود. در این سلول برقکافت سدیم کلرید مذاب انجام می شود. جنس الکترودها در این سلول از گرافیت است. در کاتد که به قطب منفی باتری متصل است یون سدیم کاهیده می شود در حالی که در آند که به قطب مثبت باتری متصل است یون کلرید اکسایش یافته و به گاز کلر تبدیل می شود. نیم واکنش های اکسایش و کاهش و واکنش کلی این فرایند به صورت زیر است:



نیم واکنش آندی



نیم واکنش کاتدی



واکنش کلی

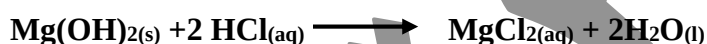
نکته: سدیم کلرید خالص در ۸۰۱ درجه سانتی گراد ذوب می شود افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن می تواند دمای ذوب را تا حدود ۵۸۷ درجه سانتی گراد کاهش دهد که این کار از نظر اقتصادی بسیار مهم است ، زیرا انرژی کمتری برای ذوب نمودن سدیم کلرید در این فرایند نیز مصرف خواهد شد .

بر کافت منیزیم کلرید مذاب و تهیه فلز منیزیم از آب دریا

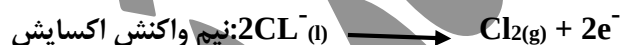
منیزیم در آب دریا به شکل یون وجود دارد، در اولین مرحله منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید $\text{Mg}(\text{OH})_2$ رسوب می دهند . برای این کار از واکنش آب دریا با کلسیم هیدروکسید استفاده می شود.



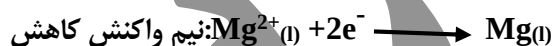
منیزیم هیدروکسید توسط صافی جدا شده و در اثر واکنش با محلول هیدروکلریک اسید به منیزیم کلرید محلول در آب تبدیل می شود:



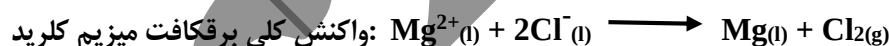
پس از تبخیر آب و خشک کردن محلول بالا، منیزیم کلرید جامد به دست می آید که آن را ذوب می کنند تا منیزیم کلرید مذاب به دست آید و در آخر منیزیم کلرید مذاب را در یک سلول الکترولیتی برق کافت می کنند تا فلز منیزیم به دست آید.



نیم واکنش اکسایش

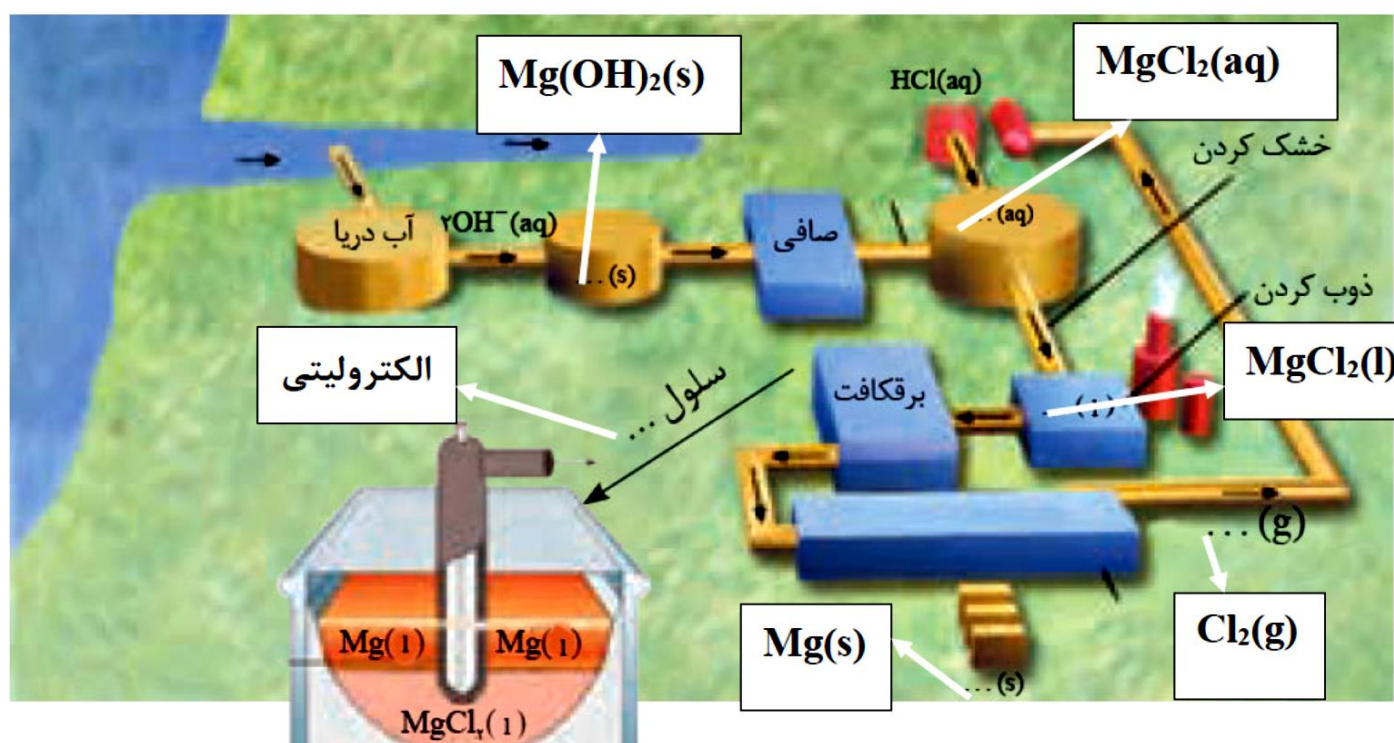


نیم واکنش کاهش



واکنش کلی برقکافت منیزیم کلرید

از گاز کلر تولید شده برای تهیه هیدروکلریک اسید استفاده می شود. برای تهیه فلز منیزیم نمی توان از محلول آن استفاده کرد ، زیرا در رقابت کاتدی هیدروژن در گرفتن الکترون از یون منیزیم پیشی می گیرد و نمی گذارد یون های منیزیم کاهیده شود. فلز منیزیم در تهیه آلیاژها شربت معده و ضد اسید ها کاربرد دارند.



تاکنون با دو سلول الکتروشیمیایی آشنا شده اید. در سلول گالوانی انجام یک واکنش اکسایش کاهش منجر به تولید انرژی الکتریکی شده، اما در سلول الکترولیتی با اعمال یک ولتاژ بیرونی (باتری) یک واکنش اکسایش-کاهش دلخواه انجام می شود، واکنش های انجام شده در هر دو سلول عنوان شده مطلوب و سودمند هستند. این در حالی است که پیرامون ما واکنش های اکسایش-کاهش زیادی مانند سیاه شدن وسایل نقره ای، فساد مواد خوراکی و... انجام می شوند که مطلوب ما نیستند، و گاهی زیان هایی را به دنبال دارند. خوردگی از جمله این واکنش هاست.

خوردگی یک واکنش اکسایش-کاهش ناخواسته

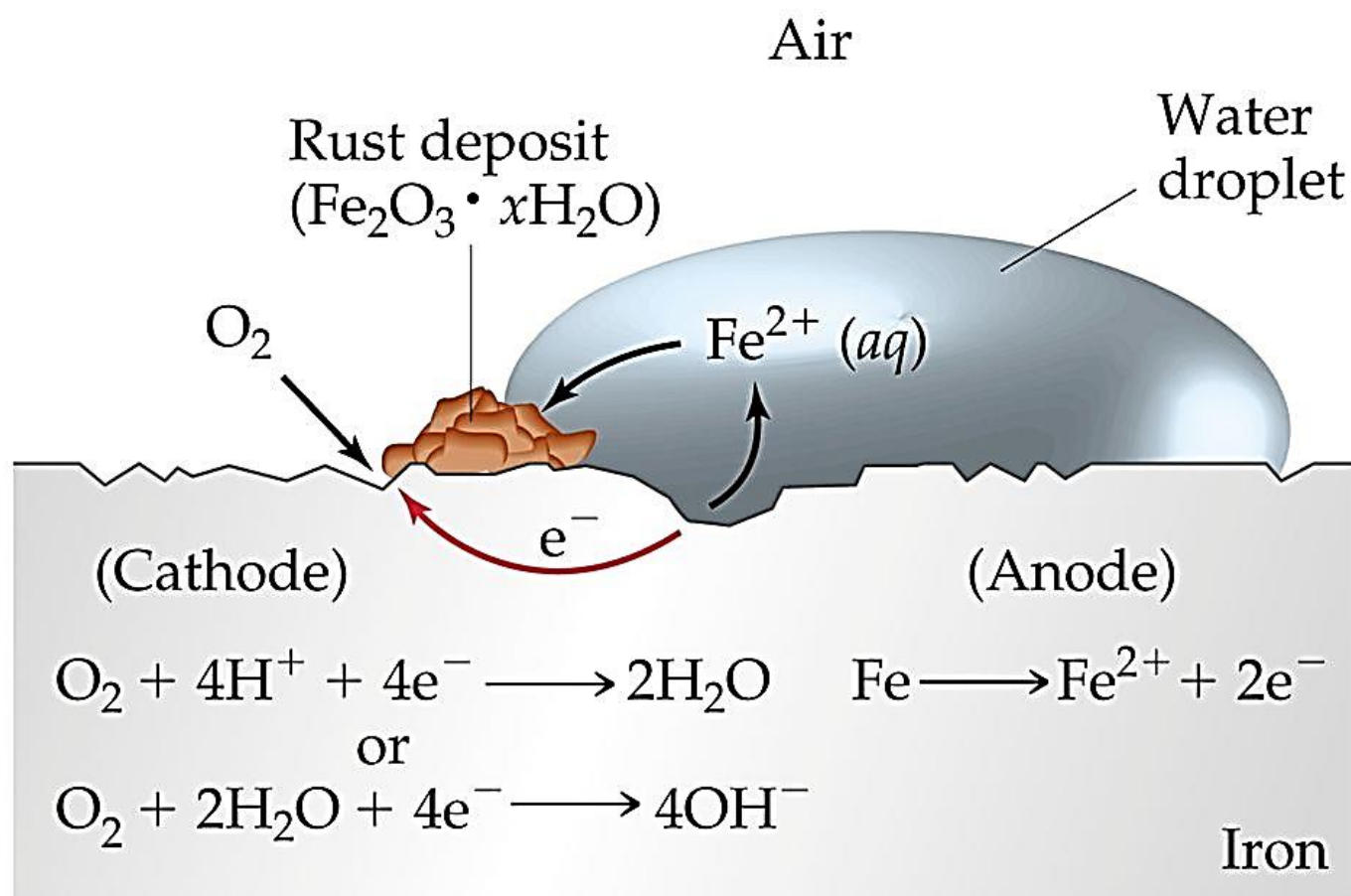
هنگامی که فلزها در هوا و قرار می گیرند اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می آیند. در فلزهایی مانند آهن با ادامه اکسایش لایه ای ترد و شکننده تشکیل میشود که به تدریج فرو می ریزد. در این حالت می گویند فلز خورده شده است. به فرآیند ترد شدن، خورد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش-کاهش خوردگی گفته می شود. زنگ زدن آهن، تیره شدن نقره و زنگار سبز بر سطح مس نمونه هایی از خوردگی هستند.

از آنجا که آهن پر مصرف ترین فلز در جهان است خوردگی آن خسارت های هنگفت اقتصادی بر کشورها وارد می کنند، به طوری که سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه های خورده شده مصرف می شود.

پتانسیل کاهش اغلب فلزها منفی است یعنی تمایل به اکسایش و دادن الکترون دارند، این در حالی است که پتانسیل کاهش اکسیژن مثبت است یعنی به عنوان یک اکسند کاهش می یابد و با گرفتن الکترون از فلزها آنها را اکسید می کند.

خوردگی آهن

هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند، یک واکنش-اکسایش کاهش خواهد شد. واکنشی که به طور طبیعی باعث اکسایش آهن می شود و از زیبایی و استحکام آن می کاهد.



مراحل خوردگی آهن به شرح زیر است

۱- بخشی از سطح فلز آهن که به عنوان آند عمل می کند مطابق واکنش زیر به یون Fe^{2+} اکسایش می یابد ، به این قسمت از فلز آهن پایگاه آندی گویند .

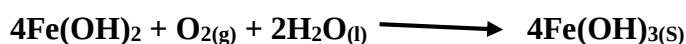
۲- الکترونها تولیدشده در اثر اکسایش آهن به وسیله اکسیژن موجود در هوا به عنوان عامل اکسنده در حضور مولکولهای آب جذب شده و یون هیدروکسید تولید می شود .



۳- در مرحله بعدی کاتیونی که در پایگاه آند تولید شده با یون های هیدروکسید تولید شده در پایگاه کاتدی واکنش داده و رسوب آهن (II) هیدروکسید $\text{Fe}(\text{OH})_2$ تشکیل می دهند.

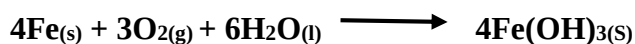


۴- رسوب آهن (II) هیدروکسید ، مجدداً در حضور اکسیژن و آب اکسایش یافته و به آهن (III) هیدروکسید $\text{Fe}(\text{OH})_3$ تبدیل می شود.

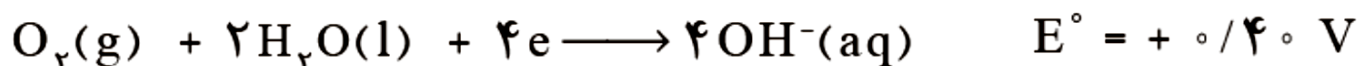
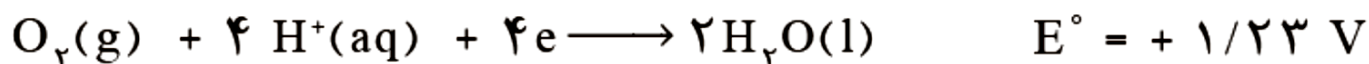


همان طور که می دانید در واکنش نهایی خوردگی آهن، زنگ آهن با فرمول Fe_2O_3 به ما معرفی شده است، اما اکنون می بینیم که فرمول زنگ آهن را ، آهن (III) هیدروکسید معرفی می کند . در واقع آهن (III) هیدروکسید همان آهن (III) اکسید آبدار است که آهن (III) هیدروکسید به آن تبدیل می شود.

اگر چهار واکنش گفته شده در مراحل قبل را پشت سر هم نوشته و آنها را با یکدیگر جمع کنیم به واکنش کلی زنگ زدن آهن خواهیم رسید:



نکته: خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ میدهد، زیرا پتانسیل کاهشی اکسیژن در محیط اسیدی بیشتر از پتانسیل کاهشی اکسیژن در محیط خنثی است. یعنی اکسیژن در محیط اسیدی قدرت اکسندگی بالاتر و بیشتری دارد، به همین دلیل خوردگی آهن در محیط اسیدی نیز بالاتر خواهد بود.



نکته: با گذشت زمان فلز طلا در هوای مرطوب و حتی در اعماق دریا همچنان درخشان باقی می ماند، زیرا پتانسیل کاهشی طلا از اکسیژن حتی در محیط های اسیدی نیز بیشتر است. بنابراین قدرت کاهندگی طلا از اکسیژن نیز کمتر است به همین دلیل اکسیژن نمی تواند طلا را اکسید کرده و از آن الکترون بگیرد.



چند نکته درباره شکل خوردگی آهن

۱- با توجه به اینکه در نیم واکنش کاتدی، اکسیژن یکی از مواد واکنش دهنده است، نیم واکنش کاتدی در محلی روی میدهد که غلظت اکسیژن در آن زیاد باشد. و نیم واکنش نشان آندی در مکانی روی می دهد که غلظت اکسیژن در آن کم است. به همین دلیل در شکل بالا قطره آب که در آن غلظت اکسیژن کم است، پایگاه آندی و آن قسمت از آهن که در تماس مستقیم با هوا بوده و غلظت اکسیژن در آن زیاد است را پایگاه کاتدی خوانده است.

۲- مشابه سلول گالوانی یون ها برای کامل کردن مدار الکتریکی در الکترولیت آب (رسانای یونی) جابجا می شوند. بنابراین بدون آب مدار الکتریکی کامل نیست و زنگ زدن روی نمی دهد.

۳- از آنجا که انواع کاتیون ها به سمت کاتد حرکت می کنند، یونهای آهن تولید شده در آند در آب جریان یافته و از قسمت آندی به قسمت کاتدی مهاجرت می کنند.

توجه داشته باشید هر دو طرف قطره آب که غلظت اکسیژن در آنجا بالاست پایگاه کاتدی محسوب خواهد شد. به همین دلیل است که رسوبات نهایی تولید شده در در مجاورت پایگاه آندی نشان داده شده است.

فلز های نجیب مانند طلا و پلاتین حتی در محیط های اسیدی اکسایش نمی یابند اما وسایل آهنی در هوای مرطوب دچار خوردگی میشوند، واکنش ناخواسته ای که در شهرهای بندری و ساحلی بیشتر خودنمایی می کند.

حفاظت کاتدی

ساده ترین راه برای جلوگیری از خوردگی آهن ایجاد یک پوشش محافظ است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کنند. پوششی که با روشهایی مانند زنگ زدن، قیر اندود کردن و روکش دادن ایجاد می شود. باید توجه داشت که چنین روشهایی نمی توانند به طور کامل از خوردگی آهن پیشگیری کنند، زیرا به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزه های این پوششها به درون نفوذ کرده و به سطح آهن می رسند و خوردگی دوباره آغاز می شود.

برای جلوگیری از خوردگی آهن از روشی علمی به نام حفاظت کاتدی استفاده می شود.

هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می کنند، ولی در نهایت فلز کاهنده تر یعنی فلزی که پتانسیل کاهشی کمتری داشته باشد در این رقابت پیروز خواهند شد و به عنوان آند اکسایش یافته و فلز دیگر دست نخورده باقی خواهد ماند این اتفاق اساس فرایند حفاظت کاتدی است.

تصور کنید فلز روی یا منیزیم در هوای مرطوب با آهن در تماس باشند:

$$E^0\text{Fe} = -0/44\text{V}$$

$$E^0\text{Mg} = -2/37\text{V}$$

$$E^0\text{Zn} = -0/76\text{V}$$

با توجه به پتانسیل کاهشی این فلزها مشاهده می کنیم که اگر هر یک از این دو فلز در تماس با آهن در محیط مرطوب قرار گیرند در رقابت با آهن پیروز شده، به عنوان آند اکسایش یافته الکترون های خود را برای اکسایش اکسیژن موجود در محیط صرف می کنند. و در هر صورت فلز آهن از خوردگی مصون خواهد ماند. اما اگر آهن در مجاورت فلز مس قرار گیرد اتفاق دیگری خواهد افتاد:

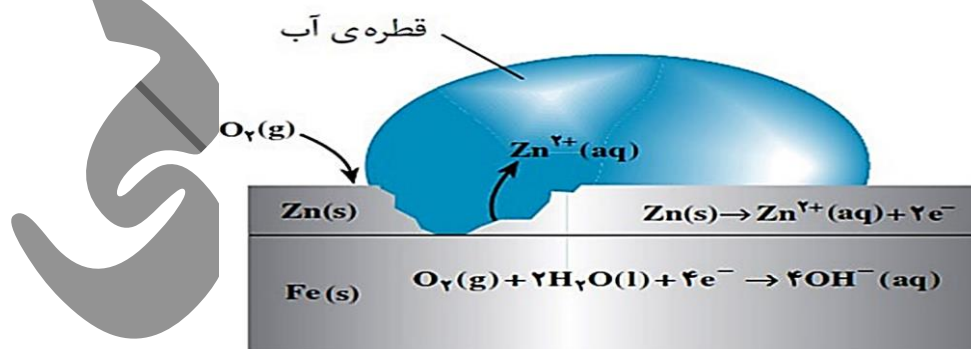
$$E^0\text{Cu} = +0/34\text{V}$$

پتانسیل کاهشی مس مثبت است، و از پتانسیل کاهشی آهن بیشتر است. در این شرایط فلز آهن به دلیل قدرت کاهندگی بیشتر (پتانسیل کاهشی کمتر) به عنوان آند عمل کرده، خورده می شود. در حالی که مس دست نخورده باقی خواهد ماند.

مهندسان با تکیه بر دانش الکتروشیمی و استفاده از روش های حفاظت کاتدی توانستند روش های علمی و موثرتری برای حفاظت از آهن در محیط های گوناگون به کار گیرند.

توجه!!! با گذشت زمان منیزیم یا فلزات دیگر به کار رفته برای حفاظت سازه های آهنی اکسایش یافته و مصرف می شود از این رو باید به شکل دوره ای تکه های منیزیم را تعویض کرد.

آهن گالوانیزه: فداکاری فلز روی برای حفاظت از آهن سبب شد تا در صنعت آهنی با پوششی از فلز روی تهیه شود. این نوع آهن به آهن گالوانیزه یا آهن سفید معروف است. که در ساخت تانکرهای آب، کانال کولر، صنایع خودروسازی و... به کار می رود. هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می آید و هر دو فلز آهن و روی در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می گیرند با یکدیگر بر سر اکسایش رقابت می کند. همانطور که قبلاً نیز گفته شد به دلیل کمتر بودن پتانسیل کاهشی فلز روی نسبت به آهن این فلز روی است که در رقابت پیروز شده اکسایش می یابد و به این ترتیب از آهن محافظت کرده و آهن دست نخورده باقی خواهد ماند.



بخشی از یک ورقه ی گالوانیزه

حلبی: به آهنی که به وسیله لایه نازکی از فلز قلع پوشیده شده است حلبی می گویند. تا زمانی که سطح حلبی خراشیده نشود به عنوان پوشش محافظ از طریق حفاظت فیزیکی از خوردگی آهن جلوگیری می کند. اما به محض خراشیده شدن سطح حلبی و هنگامی که قلع و آهن در مجاورت هوا و رطوبت قرار گرفتند، به دلیل آنکه پتانسیل کاهشی قلع بیشتر از آهن است در رقابت این دو فلز بر سر اکسایش این بار آهن پیروز رقابت است و تبدیل به آند شده و اکسایش یافته و این قلع است که از خوردگی محافظت می

شود و آهن از بین خواهد رفت و زنگ می زند. این نشان می دهد که حلبی برخلاف آهن گالوانیزه تنها با رویکرد حفاظت فیزیکی از آهن محافظت می کند. با این حال از ورقه های حلبی برای ساخت ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده میشود، زیرا اسیدهای موجود در مواد غذایی بر فلز قلع اثر نمی کنند در حالی که این اسیدها با فلز روی واکنش می دهند در نتیجه روی وارد مواد غذایی شده و آنها را فاسد می کند. به همین دلیل مواد غذایی در مجاورت حلبی مدت بیشتری سالم می ماند.

آبکاری

در زندگی روزانه از وسایل و ابزارهای گوناگونی مانند: وسایل آشپزخانه شیرآلات ساختمان دستگیره در و ... استفاده می شود. فلز اصلی سازنده آنها آهن یا مس است. خوردگی این فلزها از یک سو سبب از بین رفتن زیبایی وسیله میشود و از سوی دیگر به سلامتی بدن آسیب می رساند. به همین دلیل سطح اغلب این وسایل فلزی را با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می پوشانند.

پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی را آبکاری گویند فرآیندی که در سلول الکترولیتی انجام میشود.

در فرایند آبکاری به نکات زیر توجه نمایید:

جسمی را که روکش فلزی روی آن ایجاد می شود به عنوان کاتد سلول الکترولیتی قرار می دهند و آن را به قطب منفی باتری وصل میکنند ضمناً این جسم حتماً باید رسانای جریان برق باشد.

فلزی که قرار است روی جسم مورد نظر بنشیند فلز پوشاننده یا فلز روکش را به عنوان آند سلول الکترولیتی قرار می دهند و آن را به قطب مثبت باتری وصل میکنند.

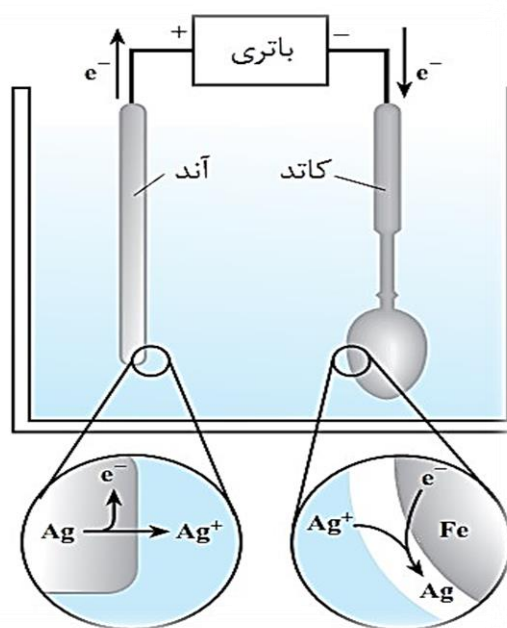
محلول الکترولیت مورد استفاده در آبکاری باید دارای یون های فلز پوشاننده یا همان فلزی روکش باشد.

به عنوان مثال در شکل زیر آبکاری یک قاشق فولادی با فلز نقره نشان داده شده است.



پیش از آبکاری

پس از آبکاری



با توجه به این شکل به نکات زیر دقت کنید:

۱- ابتدا در آند اتم های نقره با فرایند اکسایش به یون های نقره تبدیل می شوند و با پیشرفت واکنش تیغه آند لاغرتر می شود و یون های نقره در محلول الکترولیتی حل می شود.

۲- در کاتد یون های نقره موجود در محلول الکترولیت کاهش یافته و به صورت یک لایه نازک فلز نقره بر روی قاشق قرار می گیرند. بنابراین با پیشرفت واکنش قاشق ضخیم تر می شود .

توجه !!!همونطور که دیدید در فرآیند آبکاری واکنشهای آندی و کاتدی هردو متعلق به فلز پوشاننده که در این مثال نقره است می باشد. با توجه به اینکه هر چقدر یون نقره در آند تولید می شود به همان مقدار در کاتد مصرف می شود بنابراین غلظت محلول الکترولیت فرایند آبکاری ثابت است .

در سلول الکترولیتی مربوط به آبکاری برخلاف سلول های الکترولیتی که تا الان خوانده ایم الکتروود آند بی اثر نیست و در واکنش شرکت می کند .

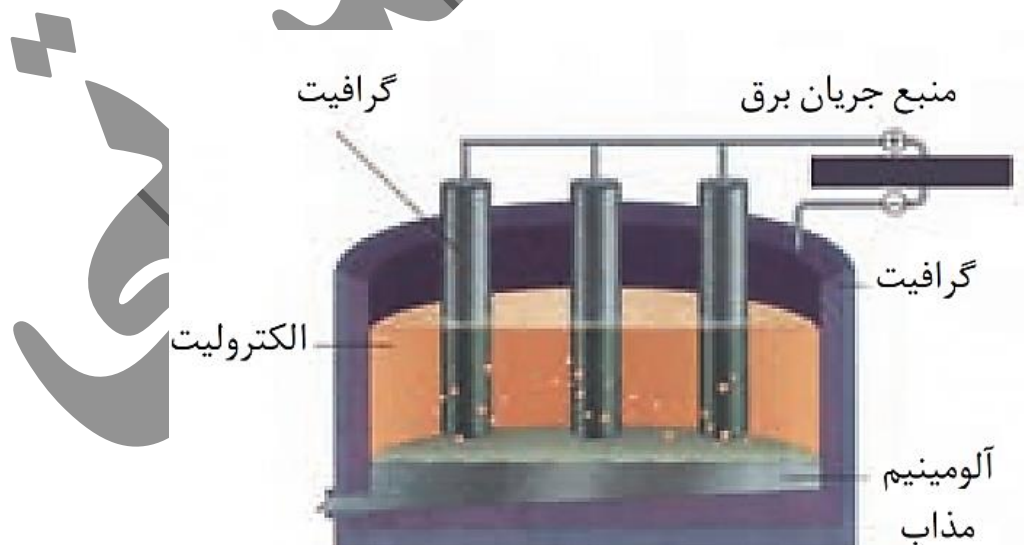
فرایند هال

برخی فلزها با اینکه اکسایش می یابند اما خورده نمی شوند ، از این فلز ها می توان برای ساخت وسایل گوناگون بهره برد که برای مدت طولانی استحکام خود را حفظ کنند. آلومینیوم یکی از این فلز هاست ، فلزی فعال که به سرعت در هوا اکسید می شود . این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم به نام آلومینیوم اکسید از ادامه اکسایش جلوگیری میکند . به طوری که لایه های زیرین برای مدت طولانی دست نخورده باقی می ماند و استحکام خود را حفظ می کند . این ویژگی آلومینیوم سبب شده که از آن در ساخت لوازم خانگی ، هواپیما ، کشتی و... استفاده شود .

آلومینیوم همانند دیگر فلز های فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می شود از این رو این فلز تنها از برقکافت نمکهای مذاب آن به دست می آید به این روش فرایند هال گویند.

فرایند هال در یک سلول الکترولیتی ویژه انجام می شود که آند و کاتد آن هر دو از جنس گرافیت هستند . اگر کمی به شکل دقت کنید خواهید دید که دیواره ها و کف این سلول نقش کاتد را دارند و به قطب منفی وصل شده اند در حالی که تیغه های گرافیتی نقش آنرا دارند فقط به قطب مثبت باتری متصل میباشند .

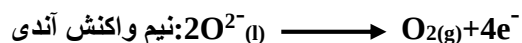
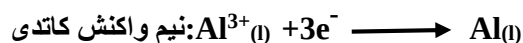
الکترولیت مورد استفاده در این فرایند نیز آلومینیوم اکسید مذاب است است .



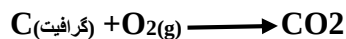
توجه!!! گرافیت کاتد نقشی در این واکنش ندارد در نتیجه جرم آن بدون تغییر باقی می ماند.

چگالی آلومینیوم مذاب تولید شده در کاتد بیشتر از الکترولیت موجود در سلول است . بنابراین آلومینیوم مذاب پایین تر از الکترولیت مذاب قرار می گیرد و بر روی کاتد گرافیتی ته نشین میشود و به کمک یک لوله از قسمت پایینی سلول جمع آوری می شود.

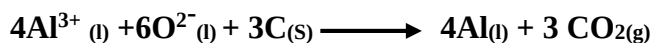
نیم واکنش آندی و کاتدی در فرایند هال به صورت زیر است



پس از تولید گاز اکسیژن در آند در دمای بالایی که وجود دارد اکسیژن با کربن گرافیتی آند میسوزد و کربن دی اکسید تولید می کند به همین دلیل رفته رفته از جرم آنان کم میشود .



از جمع چه واکنش بالا به واکنش کلی در فرایند هال دست خواهیم یافت:



امروزه آلومینیوم یکی از مهمترین منابع تجدید ناپذیر طبیعت است . از آنجا که فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد با بازیافت فلز آلومینیوم می توان ضمن افزایش عمر این منبع برخی از هزینه های تولید این فلز ارزشمند را کاهش داد.

با استفاده از واژه‌های درون کادر، عبارت‌های زیر را کامل کنید. (پنج مورد از واژه‌های درون کادر اضافی است).

همگن - اکسند - اسید - کاهش - هیدرونیوم - ناهمگن - باز - اکسایش - هیدروکسید - کاهنده

* در یک واکنش اکسایش - کاهش گونه‌هایی که الکترون از دست می‌دهند یافته‌اند و محسوب می‌شوند.

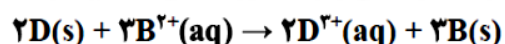
نیم واکنش کاهش	$E^{\circ} (V)$
$A^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow A(s)$	$+1/23$
$B^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow B(s)$	$+0/87$
$C^{2+}(aq) + e^{-} \rightarrow C^{+}(aq)$	$-0/12$
$D^{2+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow D(s)$	$-1/59$

با توجه به جدول زیر، پاسخ دهید:

(آ) گونه‌های کاهنده را بر حسب کاهش قدرت کاهندگی مرتب کنید.

(ب) کدام گونه یا گونه‌ها می‌توانند یون $C^{2+}(aq)$ را اکسید کنند؟ چرا؟

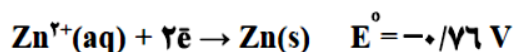
(پ) آیا واکنش زیر به طور طبیعی انجام‌پذیر است؟ چرا؟



برای هریک از جمله‌های زیر دلیل بنویسید.

(آ) فلز پلاتین را می‌توان در بخش‌های مختلف بدن هنگام جراحی به کار برد.

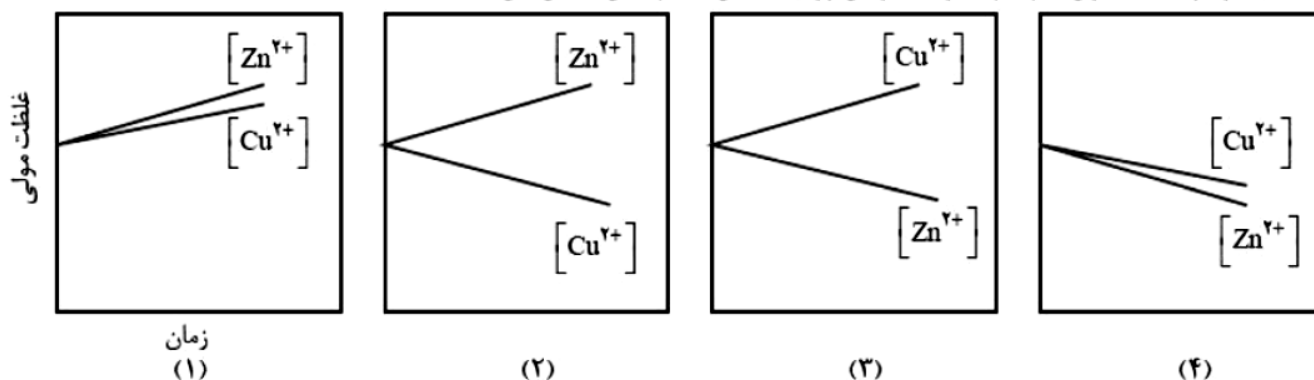
با توجه به پتانسیل کاهش استاندارد مس و روی به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



(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 غلظت یون‌ها را در سلول گالوانی روی - مس به درستی نشان می‌دهد؟



با استفاده از واژه‌های درون کادر، عبارت‌های زیر را کامل کنید.

صابون - افزایش - اسید - کاهش - هیدرونیوم - پاک کننده غیر صابونی - اکسایش - هیدروکسید - باز

* در یک سلول گالوانی کاتد الکترودی است که در آن نیم‌واکنش رخ می‌دهد و با گذشت زمان جرم آن می‌یابد.

با توجه به واکنش $Sn^{2+}(aq) + Fe^{3+}(aq) \rightarrow Sn^{4+}(aq) + Fe^{2+}(aq)$ پاسخ دهید.

(آ) کدام گونه کاهش یافته است؟ دلیل بنویسید.

(ب) کدام گونه کاهنده است؟

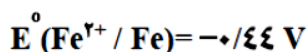
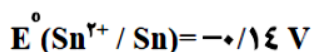
(پ) معادله نیم واکنش اکسایش را نوشته و آن را موازنه کنید.

درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید. شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

(آ) در آبکاری یک قاشق مسی با فلز نقره، قاشق باید به قطب مثبت باتری متصل شود.

برای هریک از عبارت‌های زیر دلیل بنویسید.

(آ) در اثر ایجاد خراش در سطح حلبی، فلز آهن خورده می‌شود.



با توجه به جدول زیر، پاسخ دهید:

نیم واکنش کاهش	E° (V)
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \bar{e} \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+۰/۸
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\bar{e} \rightarrow \text{Pt}(\text{s})$	+۰/۸۷
$\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + \bar{e} \rightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{aq})$	-۰/۱۲
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\bar{e} \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-۱/۵۹

- (آ) آیا با کاتیون پلاتین (Pt^{2+}) می توان یون کروم (Cr^{3+}) را اکسید کرد؟ چرا؟
 (ب) آیا محلول نقره نیترات را می توان در ظرفی از جنس فلز آلومینیوم نگهداری کرد؟ چرا؟

با توجه به جدول زیر به پرسش ها پاسخ دهید.

نیم واکنش کاهش	E° (V)
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\bar{e} \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-۰/۴۴
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+۰/۳۴
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\bar{e} \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-۰/۷۶

- (آ) کدام فلز کاهنده تر است؟ چرا؟
 (ب) در سلول گالوانی آهن - روی، با گذشت زمان از جرم کدام فلز کاسته می شود؟
 (پ) کدام ظرف (مسی یا آهنی) برای نگهداری محلول ۱ مولار روی نیترات مناسب تر است؟ چرا؟

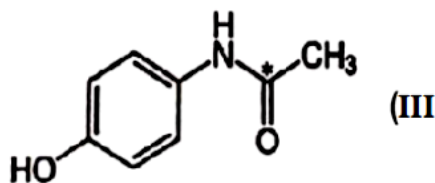
با توجه به نیم واکنش $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$ به پرسش ها پاسخ دهید.

- (آ) با وارد کردن نماد الکترون ($\bar{e}$) در این نیم واکنش، مشخص کنید این نیم واکنش اکسایش یا کاهش است؟
 (ب) معادله این نیم واکنش را موازنه کنید.
 (پ) این نیم واکنش در قطب مثبت یا منفی یک سلول الکترولیتی می تواند انجام شود؟

برای هریک از عبارت های زیر دلیل بنویسید.

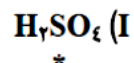
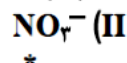
- (آ) قدرت کاهندگی فلزات بیشتر از نافلزات است.

پاسخ دهید.



(III)

- (آ) عدد اکسایش اتم نشان دار شده با ستاره را مشخص کنید.



- (ب) فرآیند هال برای تولید چه فلزی در صنعت مورد استفاده قرار می گیرد؟

با استفاده از واژه های درون کادر، عبارت های زیر را کامل کنید.

هیدرونیوم - اکسنده - آمونیوم - کاهش - اسید - کاهنده - باز - اکسایش - هیدروکسید - منیزیم

* در یک واکنش اکسایش - کاهش گونه ای که الکترون می گیرد یافته است و محسوب می شود.

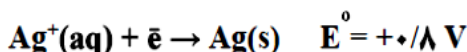
با توجه به جدول زیر، پاسخ دهید:

نیم واکنش کاهش	E° (V)
$\text{A}^+(\text{aq}) + \bar{e} \rightarrow \text{A}(\text{s})$	+۰/۸
$\text{B}^{2+}(\text{aq}) + 2\bar{e} \rightarrow \text{B}(\text{s})$	+۰/۳۴
$\text{C}^{2+}(\text{aq}) + 2\bar{e} \rightarrow \text{C}(\text{s})$	-۰/۴۴
$\text{D}^{3+}(\text{aq}) + 3\bar{e} \rightarrow \text{D}(\text{s})$	-۰/۷۶

- (آ) کدام گونه قوی ترین اکسنده است؟

- (ب) آیا واکنش اکسایش - کاهش زیر به طور طبیعی انجام پذیر است؟ چرا؟
 $\text{C}(\text{s}) + \text{A}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{C}^{2+}(\text{aq}) + \text{A}(\text{s})$

در سلول گالوانی (مس - نقره) با توجه به E° های داده شده، به پرسش ها پاسخ دهید.



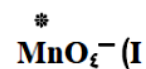
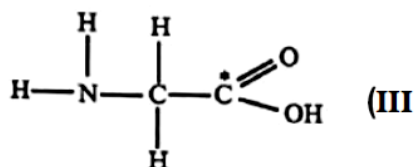
- (آ) کدام فلز نقش آند را ایفا می کند و نیم واکنش انجام شده در آند را بنویسید.

- (ب) emf سلول مس - نقره را حساب کنید.

- (پ) با انجام واکنش جرم کدام الکترود افزایش می یابد؟ چرا؟

پاسخ دهید.

(ا) عدد اکسایش اتم نشان‌دار شده با ستاره را مشخص کنید.

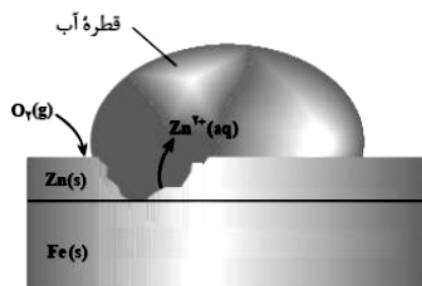


با توجه به شکل روبه‌رو پاسخ دهید.

(ا) نام این نوع آهن را بنویسید.

(ب) در اثر خراش در سطح این نوع آهن کدام فلز خورده می‌شود؟ چرا؟

(پ) آیا از این نوع آهن می‌توان برای ساخت ظروف نگهداری مواد غذایی استفاده کرد؟ چرا؟



در هر مورد از بین دو واژه داده شده، واژه مناسب را انتخاب کرده و در پاسخ‌نامه بنویسید.

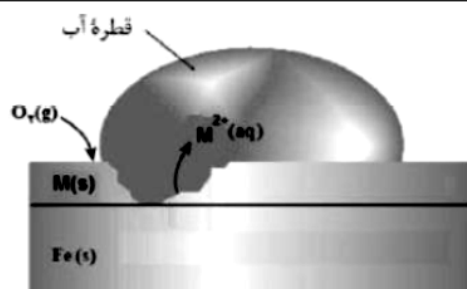
(ا) سلول دانهز نوعی سلول «گالوانی» است.

درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست بودن شکل صحیح آن را در پاسخ‌نامه بنویسید.

(ا) جسمی که آبکاری می‌شود به قطب مثبت باتری اتصال دارد.

(ب) در سلول برقکافت آب، کاغذ pH در پیرامون آند، به رنگ آبی درمی‌آید.

شکل زیر بخشی از یک ورقه آهنی را نشان می‌دهد که از فلز M(s) پوشیده شده است.



(ا) فلز M کدام یک از فلزهای مس (Cu) یا منیزیم (Mg) می‌تواند باشد؟ چرا؟

(ب) نیم‌واکنش موازنه شده کاهش را بنویسید.

$$E^\circ(\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}) = -2/37 \text{ V}$$

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

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

با توجه به شکل روبه‌رو، که طرحی از یک سلول گالوانی «روی-نیکل» را نشان می‌دهد به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

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

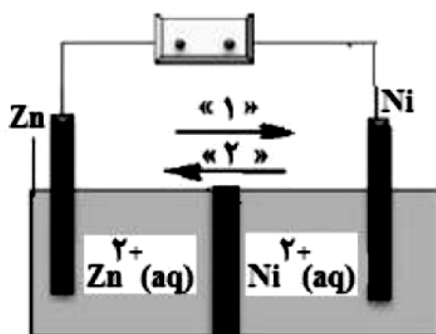
$$E^\circ(\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}) = -0/25 \text{ V}$$

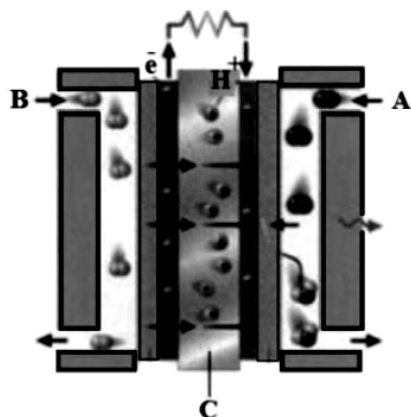
(ا) کدام الکترود نقش کاتد را دارد؟

(ب) در شکل مقابل 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.





- شکل زیر نوعی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را نشان می‌دهد.
 (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.

با استفاده از واژه‌های درون کادر، عبارت‌های زیر را کامل کنید.

صابون - اکسنده - اسید - کاهش - هیدرونیوم - پاک کننده غیرصابونی - اکسایش - هیدروکسید - کاهنده

* در یک سلول گالوانی آند الکترودی است که در آن نیم‌واکنش رخ می‌دهد و با گذشت زمان جرم آن می‌یابد.

با توجه به واکنش $\text{Zn(s)} + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe(s)}$ پاسخ دهید.

(آ) کدام گونه اکسید شده است؟ دلیل بنویسید

(ب) کدام گونه اکسنده است؟

(پ) معادله نیم واکنش کاهش را نوشته و آن را موازنه کنید.

برای هر یک از عبارت‌های زیر دلیل بنویسید.

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

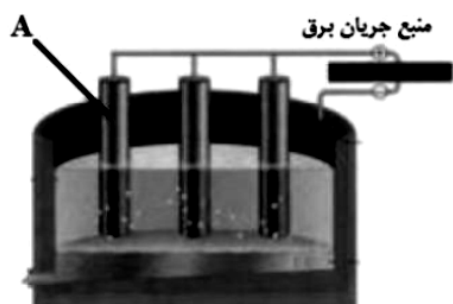
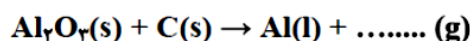
(آ) از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده کرد.

شکل روبه‌رو فرآیند هال برای تولید آلومینیم را نشان می‌دهد.

(آ) نوع این سلول چیست؟ (گالوانی یا الکترولیتی) چرا؟

(ب) جنس الکترود A را بنویسید. الکترود A در این سلول آند است یا کاتد؟

(پ) معادله واکنش این فرآیند را کامل کنید.



درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست بودن شکل درست آن را در پاسخ‌نامه بنویسید.

(آ) در ساخت باتری‌های جدید از فلز لیتیوم استفاده می‌شود که در میان فلزها کمترین چگالی و E° را دارد.

(ب) اکسایش گاز هیدروژن در سلول‌های سوختی بازدهی سلول را تا سه برابر کاهش می‌دهد.

با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

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

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

(آ) این نوع آهن به چه نامی معروف است؟

(ب) در اثر ایجاد خراش در سطح این نوع آهن، کدام فلز خورده می‌شود؟

(پ) نیم واکنش کاهش را بنویسید.

(ت) آیا از این نوع آهن می‌توان برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده کرد؟ چرا؟



شادی افشاری

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

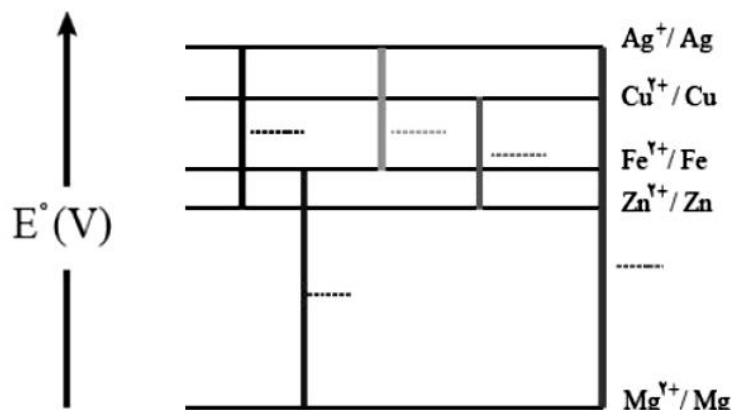
$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}) = -0.44 \text{ V}$$

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

$$E^{\circ}(\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}) = +0.34 \text{ V}$$

$$E^{\circ}(\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}) = -2.37 \text{ V}$$

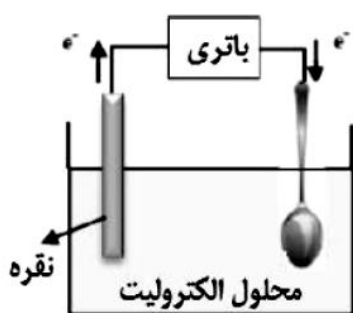
$$E^{\circ}(\text{Ag}^{+} / \text{Ag}) = +0.8 \text{ V}$$



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

(ب) نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی روی نقره (Zn - Ag) را حساب کنید.

(پ) بین ذره‌های (Cu^{2+} ، Cu، Zn، Zn^{2+}) کدام یک کاهنده قوی‌تری است؟ چرا؟



شکل روبه‌رو آبکاری یک قاشق را با نقره نشان می‌دهد.

(آ) فرآیند آبکاری در چه سلولی (گالوانی یا الکترولیتی) انجام می‌شود؟ چرا؟

(ب) قاشق به کدام قطب باطری متصل شده است؟

(پ) نیم واکنش انجام شده در الکتروود نقره را بنویسید.

(ت) محلول الکترولیت باید دارای چه یون(هایی) باشد؟

با استفاده از واژه‌های درون پرانتز (کمانک)، عبارت‌های زیر را کامل کنید.

(آ) در آبکاری، جسمی که آبکاری می‌شود به قطب باتری وصل می‌شود. (منفی / مثبت)

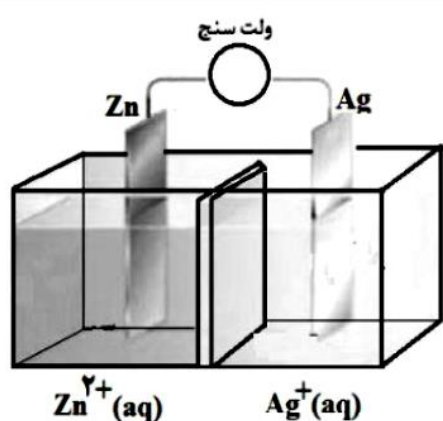
درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید. دلیل نادرست بودن یا شکل صحیح عبارت‌های نادرست را بنویسید.

(آ) در آهن حلبی، فلز قلع نقش حفاظت از آهن را دارد.

(ب) بازده سوزاندن هیدروژن در سلول سوختی، کمتر از بازده سوزاندن این گاز در موتورهای درون سوز است.

برای هر مورد زیر دلیل بنویسید.

(آ) چرا باز یافت پسماندهای الکترونیکی ضروری است.

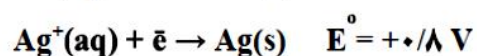
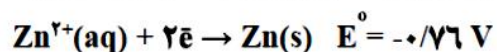


با توجه به شکل زیر که نمایی از یک سلول گالوانی است، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

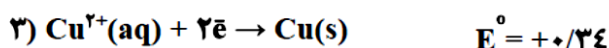
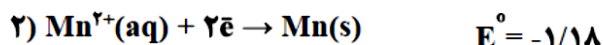
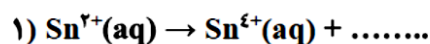
(آ) نیم واکنش آندی این سلول را بنویسید.

(ب) با انجام این واکنش در این سلول، جرم الکتروود کاتد چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

(پ) نیروی الکتروموتوری (emf) این سلول را محاسبه کنید.



با توجه به نیم واکنش های داده شده، پاسخ دهید.



ا) نیم واکنش (۱) را با قرار دادن الکترون موازنه کنید.

ب) نیم واکنش (۲) اکسایش است یا کاهش؟ چرا؟

پ) با توجه به E° نیم واکنش های (۲) و (۳)، کدام گونه کاهنده تر است؟ (Cu یا Mn) دلیل بنویسید.

در هر مورد از بین دو واژه داده شده، واژه مناسب را انتخاب کرده و در پاسخنامه بنویسید.

ا) در ساخت باتری نقش فلز «لیتم» پررنگ است، چون قوی ترین «اکسنده» می باشد و کمترین چگالی را دارد.

درستی یا نادرستی هر یک از عبارت های زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست بودن شکل درست آن را در پاسخ نامه بنویسید.

ا) در فرآیند هال، گاز کربن دی اکسید در آند تولید می شود.

با توجه به ولتاژی که ولت سنج در سلول گالوانی نشان داده، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

ا) در این سلول کدام فلز (Fe یا M) نقش کاتد را ایفا می کند؟

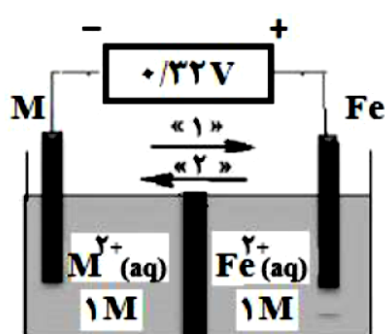
ب) با انجام واکنش جرم کدام تیغه (Fe یا M) کاهش می یابد؟

پ) کدام مورد «۱» یا «۲» جهت حرکت آنیون ها را نشان می دهد؟

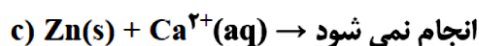
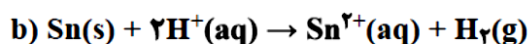
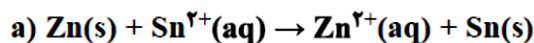
ت) کدام ذره اکسنده است؟

ث) اگر پتانسیل کاهشی استاندارد Fe^{2+}/Fe برابر $-0/44\text{V}$ باشد، پتانسیل کاهشی

استاندارد M^{2+}/M را محاسبه کنید.



با توجه به واکنش های زیر پاسخ دهید.



ا) فلزات Zn، Sn و Ca را به ترتیب افزایش قدرت کاهندگی مرتب کنید.

ب) اگر فلز کلسیم را درون محلول هیدروکلریک اسید قرار دهیم، آیا گاز هیدروژن آزاد می شود؟ دلیل بنویسید.

شکل رو به رو آبکاری یک قاشق فولادی را با فلز مس نشان می دهد.

ا) قاشق نقش کدام الکترود (کاتد یا آند) را دارد؟

ب) در این فرآیند، از محلول کدام نمک مس II سولفات یا نقره نیترات، به عنوان الکترولیت استفاده

می کنیم؟ دلیل بنویسید.

پ) نیم واکنش آندی را بنویسید.

ت) این فرآیند در چه نوع سلول الکتروشیمیایی (گالوانی یا الکترولیتی) انجام می شود؟ چرا؟

