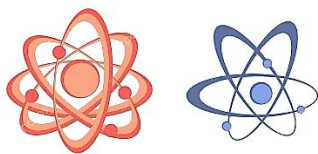


به نام خداوند بخشنده و مهربان

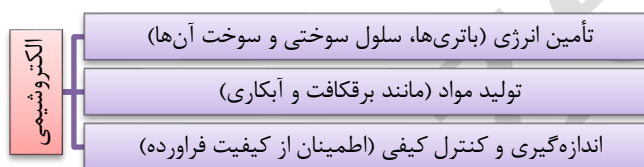


دوپینگ شیمی گروه آموزشی ماز

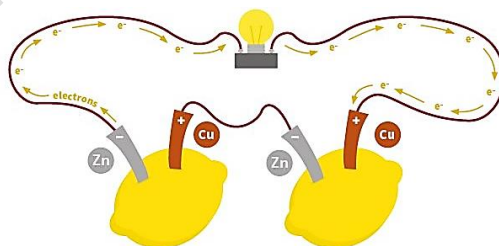
خلاصه نکات فصل دوم شیمی پایه دوازدهم

اهمیت نکات حفظی این فصل در شیمی کنکور: ★★★★★

- علم الکتروشیمی دارای دستاوری‌های زیادی بوده که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به موارد روبرو اشاره کرد. ۱- تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان
- ۲- افزایش سطح رفاه و آسایش را در جهان ۳- تهیه مواد جدید ۴- پیاده کردن اصول شیمی سبز
- الکتروشیمی شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد.
- پدیده‌های طبیعی همچون تندر و آذرخش از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می‌گیرند و شامل داد و ستد الکترون می‌شوند. در این پدیده‌ها، بخشی از انرژی آزاد شده در قالب انرژی الکتریکی مبادله می‌شود.
- اتاق باتری، سمعک، انتقال ایمن آب و قطار برقی، نمونه‌هایی از فناوری‌هایی هستند که نقش الکتروشیمی را در رفاه و آسایش نشان می‌دهند.
- دو رکن اساسی تحقق فناوری‌های وابسته به الکتروشیمی، موارد روبرو است: ۱- دستیابی به مواد مناسب ۲- تأمین انرژی
- پرکاربردترین شکل انرژی در به کارگیری فناوری‌های مختلف انرژی الکتریکی است.
- در جدول زیر به برخی قلمروهای الکتروشیمی می‌پردازیم:

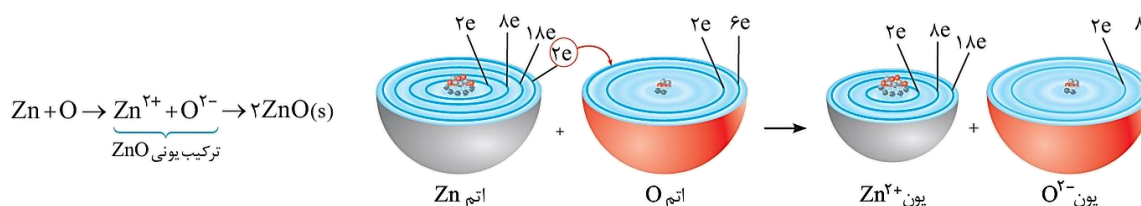


- باتری یکی از فراورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند. برای نمونه تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم کننده ضربان قلب، سمعک، تلفن همراه، اندام مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه قابل حمل و خودروی الکتریکی به باتری وابسته است. در ساختار باتری‌ها، بخشی از انرژی شیمیایی ذخیره شده در مواد در قالب انرژی الکتریکی آزاد می‌شود.
- ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های محتوی مواد غذایی، لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم هستند و مانع از آلوده شدن آب و مواد غذایی می‌شوند، همچنین کسب اطمینان از کیفیت تولید فراورده‌های دارویی، بهداشتی و غذایی، چهره‌های دیگری از استفاده‌های علم الکتروشیمی هستند.
- یکی از راه‌های بهره‌گیری از انرژی ذخیره شده در فلزها، اتصال آن‌ها در شرایط مناسب به یکدیگر است. برای نمونه با یک تیغه مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روی و با میوه‌ای مانند لیمو می‌توان نوعی باتری ساخت و با آن یک لامپ LED را روشن کرد که در آن روی نقش آند و مس نقش کاتد را ایفا می‌کند. ساختار این باتری‌ها به صورت زیر است:



- چراغ خورشیدی یک ابزار روشنایی است که با استفاده از لامپ LED، سلول خورشیدی (نوعی مولد که در ساختار آن سیلیسیم وجود داشته و با استفاده از نور خورشید، انرژی الکتریکی تولید می‌کند) و باتری قابل شارژ تشکیل شده است.
- باتری، مولدی است که در آن واکنش‌های شیمیایی رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود. انرژی حاصل از این فرایند، می‌تواند یک موتور الکتریکی را به حرکت در بیاورد.
- اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می‌دهد و آن‌ها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند، در حالیکه با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی‌دهد. اتم اکسیژن حین واکنش با فلزات ۲ عدد الکترون از فلز گرفته و به لایه آخر خود اضافه می‌کنند و به آرایش پایدار می‌رسند.

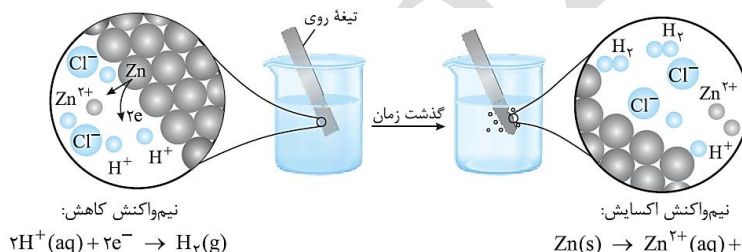
- روی، از جمله فلزهایی است که با اکسیژن واکنش می‌دهد. تصویر زیر نمایی از این واکنش را نشان می‌دهد:



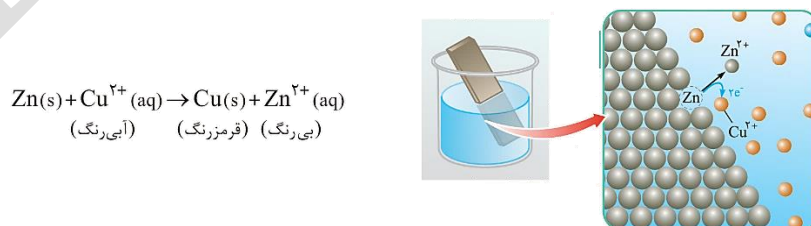
- در واکنش‌های الکتروشیمیایی، **گرفتن الکترون** را **کاهش** و از **دست دادن الکترون** را **اکسایش** می‌نامیم. در این شرایط، گونه‌ای که الکترون از دست می‌دهد را **کاهنده** و گونه‌ای که الکترون دریافت می‌کند را **اکسنده** می‌نامیم. **آند** الکترودی است که در آن نیم واکنش اکسایش انجام شده و **کاتد** الکترودی است که در آن نیم واکنش کاهش رخ می‌دهد. در جدول زیر به خلاصه‌ی مطالب بالا می‌پردازیم

کاهنده	اکسنده
الکترون از دست می‌دهد	الکترون می‌گیرد
اکسید می‌شود	کاهش می‌یابد
گونه دیگر را کاهش می‌دهد	گونه دیگر را اکسید می‌کند

- شیمی‌دان‌ها هریک از فرایندهای گرفتن و از دست دادن الکترون را با یک نیم‌واکنش نمایش می‌دهند که هر نیم واکنش باید از لحاظ جرم (تعداد اتم‌ها) و بار الکتریکی موازنه باشد.
- اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل شوند. نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون کاهش یافته و به آنیون تبدیل می‌شوند. از این رو فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند.
- اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می‌کنند. تصویر زیر، نمایی از این واکنش را نشان می‌دهد:

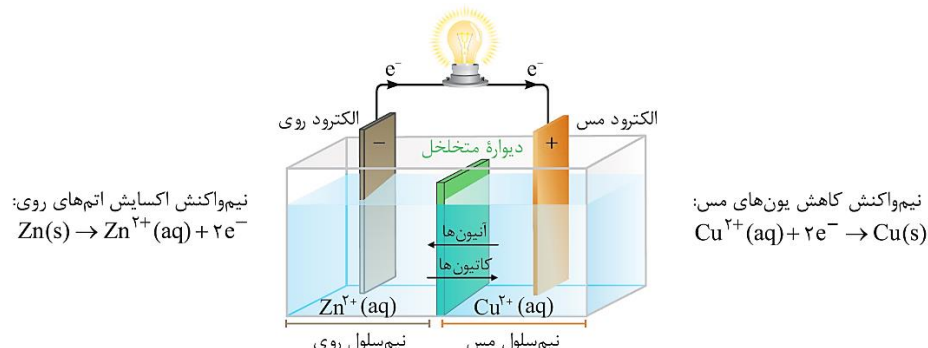


- می‌دانیم که همه‌ی واکنش‌ها با مبادله انرژی همراه هستند. در برخی واکنش‌های اکسایش-کاهش افزون بر داد و ستد الکترون، انرژی نیز آزاد می‌شود. به عنوان مثال، فلزهایی مانند منیزیم و سدیم در اکسیژن می‌سوزند، نور و گرما تولید می‌کنند.
- در گذشته برای عکاسی از فرایند سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می‌شده است. در این واکنش، فلز منیزیم با نور خیره کننده‌ای در $\text{O}_2(\text{g})$ می‌سوزد و به منیزیم اکسید تبدیل می‌شود. در واکنش مورد نظر، **منیزیم کاهنده** و **اکسیژن اکسنده** است.
- تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در محلول‌های آبی یکسان نیست. به دیگر سخن فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند. برای نمونه فلز روی کاهنده‌تر از مس است. در واکنش‌هایی از این دست که خود به خود انجام می‌شوند، مخلوط واکنش گرم‌تر می‌شود زیرا سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد. به عنوان مثال، واکنش میان محلول مس(II) سولفات با فلز روی به صورت زیر است:



- در واکنش محلول مس(II) سولفات با فلز روی، هیچ جریان الکتریکی بدست نمی‌آید چون واکنش مورد نظر در سطح تیغه انجام می‌شود.
- برای ایجاد جریان الکتریکی باید الکترون‌ها را از یک مسیر معین عبور داد یا از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا نمود. بنابراین برای استفاده از جریان الکتریکی حاصل از واکنش‌های اکسایش-کاهش، از سلول‌های گالوانی استفاده می‌کنیم.

- سلول گالوانی، سلولی است که شامل دو نیم سلول می شود. به طور مثال، در سلول روی-مس، تیغه روی درون محلولی از روی سولفات (نیم سلول روی) و تیغه مس درون محلولی از مس (II) سولفات (نیم سلول مس) قرار می گیرد. در این سلول، روی نقش کاهنده و مس نقش اکسند را دارد. نیم سلول ها توسط سیم (مدار خارجی) به یکدیگر وصل می شوند و الکترون ها در مدار بیرونی جابه جا شده و جریان الکتریکی ایجاد می شود. تصویر زیر، نمایی از این سلول را نشان می دهد:

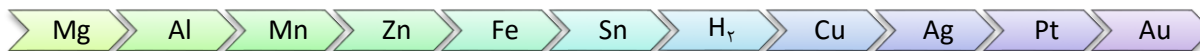


- در سلول گالوانی روی-مس، پس از مدتی جرم تیغه روی کم و جرم تیغه مس زیاد شده، زیرا به دلیل بیشتر بودن واکنش پذیری روی نسبت به مس، در طی واکنش، هر اتم روی دو الکترون از دست می دهد و به شکل یون روی وارد محلول می شود. الکترون های تولید شده در سطح الکتروود روی، از طریق مدار بیرونی (سیم رابط) به سوی کاتد (الکتروود مس) روانه می شوند. هر یون مس موجود در محلول کاتدی، این دو الکترون را می گیرد و به شکل اتم مس بر سطح تیغه می نشیند و باعث افزایش جرم تیغه می شود.
- برای ادامه واکنش اکسایش-کاهش در سلول های گالوانی، محلول های موجود در دو نیم سلول باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. بین دو نیم سلول موجود در یک سلول گالوانی، یک دیواره متخلخل وجود دارد که از طریق آن، آنیون موجود در کاتد به سمت آند می رود و کاتیون موجود در محلول آند به سمت کاتد می رود. این فرایند، باعث خنثی شدن بار الکتریکی تجمع یافته در هر نیم سلول می شود.
- در سلول گالوانی، به دلیل تولید الکترون در سمت الکتروود آندی، این الکتروود را با علامت منفی نشان می دهند.
- اگر در سلول گالوانی به جای لامپ، ولت سنج قرار گیرد، ولتاژی که ولت سنج نشان می دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است. کمیتی که به نیروی الکتروموتوری معروف است و با emf نمایش داده می شود.
- هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد. در این سلول ها با تغییر هر یک از اجزای سلول، ولتاژ تغییر می کند.
- اندازه گیری پتانسیل یک نیم سلول به طور جداگانه ممکن نیست و باید این کمیت به طور نسبی اندازه گیری شود.
- برای مقایسه پتانسیل الکتریکی نیم سلول های مختلف، نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر گرفتند و با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم سلول با SHE، توانستند پتانسیل استاندارد بسیاری از نیم سلول ها را اندازه گیری کرده و در جدولی ثبت کنند. شکل زیر، نمایی این جدول را که به سری الکتروشیمیایی معروف است، نشان می دهد:

نیم واکنش کاهش			$E^{\circ}(\text{V})$
ولتاژ	گونه کاهنده	الکترون	گونه اکسند
+۱/۵۰	Au(s)	$\rightarrow +3\text{e}^{-}$	$\text{Au}^{3+}(\text{aq})$
+۱/۲۰	Pt(s)	$\rightarrow +2\text{e}^{-}$	$\text{Pt}^{2+}(\text{aq})$
+۰/۸۰	Ag(s)	$\rightarrow +\text{e}^{-}$	$\text{Ag}^{+}(\text{aq})$
+۰/۳۴	Cu(s)	$\rightarrow +2\text{e}^{-}$	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$
۰/۰۰	$\text{H}_2(\text{g})$	$\rightarrow +2\text{e}^{-}$	$2\text{H}^{+}(\text{aq})$
-۰/۴۴	Fe(s)	$\rightarrow +2\text{e}^{-}$	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$
-۰/۷۶	Zn(s)	$\rightarrow +2\text{e}^{-}$	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$
-۱/۶۶	Al(s)	$\rightarrow +3\text{e}^{-}$	$\text{Al}^{3+}(\text{aq})$
-۲/۳۷	Mg(s)	$\rightarrow +2\text{e}^{-}$	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$

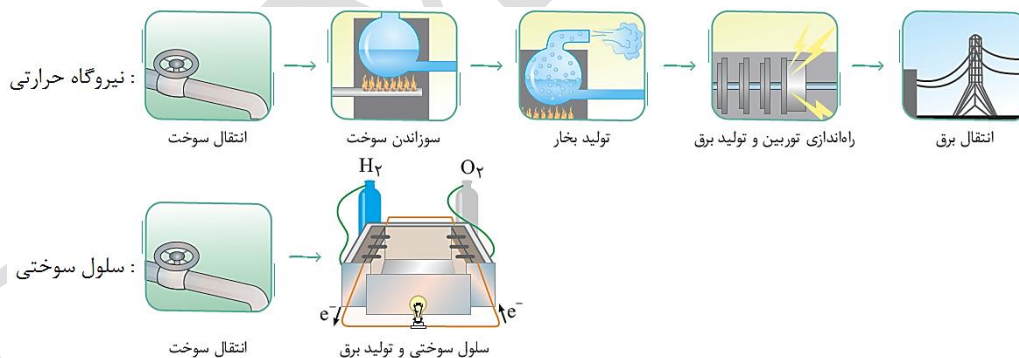
- در جدول نشان داده شده، نیم واکنش ها به شکل کاهش نوشته شده اند و این پیشنهاد آیوپاک است برای هماهنگی در همه منابع علمی معتبر به کار می رود. در هر نیم واکنش، گونه کاهنده در سمت راست و گونه اکسند در سمت چپ نوشته می شود.

- اندازه‌گیری‌های پتانسیل استاندارد نیم‌سلول‌ها در شرایط روبرو انجام شده است: ۱- دمای 25°C ۲- فشار ۱ اتمسفر ۳- غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت‌ها. در این شرایط پتانسیل اندازه‌گیری شده را پتانسیل استاندارد نیم‌سلول می‌نامند و با E° نمایش می‌دهند.
- رتبه بندی فلزها بر اساس کاهش مقدار E° آن‌ها در یک جدول، سری الکتروشیمیایی نامیده می‌شود.
- در شکل زیر، از چپ به راست عناصری که دارای قدرت کاهندگی بیش‌تری هستند را مشاهده می‌کنید.



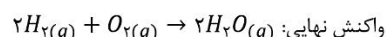
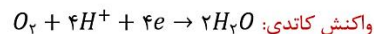
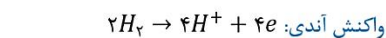
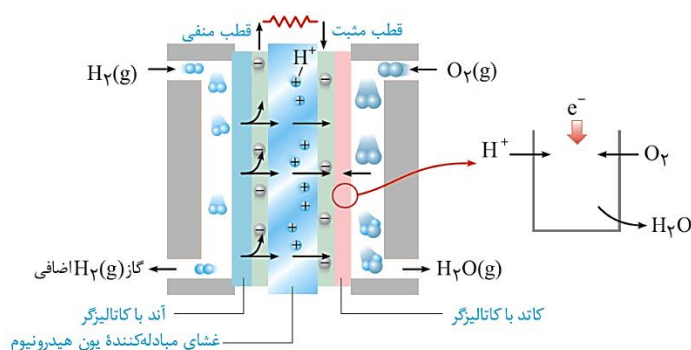
- برای ایجاد یک سلول گالوانی، عنصری با E° بیش‌تر، نقش کاتد و عنصری با E° کمتر، نقش آند را ایفا می‌کند و مقدار emf (نیروی الکتروموتوری) سلول نیز طبق رابطه‌ی روبرو محاسبه می‌شود:

$$emf = E^{\circ}(\text{آند}) - E^{\circ}(\text{کاتد})$$
- در فناوری ساخت باتری‌های جدید، نقش فلز لیتیم پررنگ است زیرا لیتیم در میان فلزها، کمترین چگالی و پایین‌ترین مقدار E° را دارد. این ویژگی‌های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی ذخیره بیش‌تر انرژی هموار شود.
- دسته‌ای از باتری‌های لیتیومی آنهایی هستند که در تلفن و رایانه همراه به کار می‌روند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد. باتری‌های لیتیومی از نوع دگمه‌ای نیز در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به کار می‌روند.
- باتری روی-نقره از جمله باتری‌های دگمه‌ای است که در آن واکنش: $\text{Zn}_{(s)} + \text{AgO}_{(s)} \rightarrow \text{ZnO}_{(s)} + 2\text{Ag}_{(s)}$ انجام می‌شود. در این واکنش، فلز Zn نقش آند را داشته و Ag نیز نقش کاتد را دارد.
- سالانه از میلیاردها باتری لیتیومی درون دستگاه‌های الکترونیک در سرتاسر جهان استفاده می‌شود و سرانجام این دستگاه‌ها به همراه باتری‌های درون خود به شکل پسماند دور ریخته می‌شوند. به این ترتیب حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی تولید می‌شود.
- پسماندهایی مانند تلفن و رایانه همراه، دارای باتری‌های لیتیومی بوده و به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند زیرا محیط زیست را آلوده می‌کنند. از سوی دیگر برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.
- سوخت‌های فسیلی رایج ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند.
- در هر یک از روش‌های زیر، مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی نشان داده شده است.

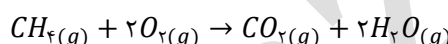


- در روش اول اتلاف انرژی به روش گرما بیشتر است زیرا برخلاف روش دوم، انرژی شیمیایی مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل نمی‌شود. تبدیل انرژی‌ها در روش اول به صورت (شیمیایی) $\leftarrow$ گرمایی $\leftarrow$ مکانیکی $\leftarrow$ الکتریکی است. در صورتی که در روش دوم انرژی شیمیایی مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.
- سوزاندن گاز H_2 در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰٪ دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازدهی را تا ۳ برابر افزایش می‌دهد.
- سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است که شیمی‌دان‌ها برای گذر از تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست پیشنهاد می‌دهند. این سلول‌ها افزون بر کارایی بیشتر، می‌توانند ردپای کربن‌دی‌اکسید را کاهش دهند به طوری که دوستدار محیط‌زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می‌روند. فرایند تولید انرژی در این سلول‌ها تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که تزریق سوخت به سلول در حال انجام شدن باشد.
- رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن-اکسیژن است. دستگاهی که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. در این سلول گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد می‌شود.

- معادله‌های زیر، واکنش‌های صورت گرفته در سلول را نشان می‌دهند:



- هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد به طوری که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد می‌شود. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.
- چون گونه‌های شرکت کننده در برخی از واکنش اکسایش-کاهش، مولکول‌های خنثی هستند و شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند، شیمی‌دان‌ها با معرفی عدد اکسایش، راه حل مناسبی برای مشخص کردن گونه‌های اکسند و کاهنده، مشخص کردند.
- افزایش عدد اکسایش به معنای از دست دادن الکترون و فرایند اکسایش است، در حالی که کاهش عدد اکسایش به معنای به دست آوردن الکترون و فرایند کاهش است.
- با پیشرفت علم و فناوری، سلول‌های سوختی تازه‌ای طراحی شده‌اند که در آن‌ها به جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می‌شود. واکنش کلی زیر، واکنش صورت گرفته در این سلول سوختی را نشان می‌دهد که کربن نقش کاهنده و اکسیژن نقش اکسند را دارد.



- عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن به حالت آزاد برابر با صفر است. عدد اکسایش دیگر عناصرها نیز به حالت آزاد برابر با صفر خواهد بود. این در حالی است که عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر با بار الکتریکی آن‌ها است.
- اغلب نافلزها و فلزهای واسطه عدد اکسایش گوناگونی در ترکیب‌های خود دارند. برای نمونه عدد اکسایش آهن می‌تواند برابر با ۲ یا ۳ باشد. بازه‌ی کلی عدد اکسایش نافلزات را در جدول زیر مشاهده می‌کنید:

شماره‌ی گروه	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
بیشترین عدد اکسایش (یکان شماره گروه)	+۴	+۵	+۶	+۷
کمترین عدد اکسایش (۱۸ - گروه شماره)	-۴	-۳	-۲	-۱

- فلوئور نافلزترین عنصر جدول تناوبی است و عدد اکسایش آن در ترکیب با سایر عناصر برابر ۱- می‌شود.
- بعد از فلوئور، اکسیژن نافلزترین عنصر جدول تناوبی است؛ پس به جز فلوئور، عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن در ترکیب با سایر عناصر برابر ۲- است. جدول زیر، موارد استثنای عدد اکسایش اتم‌های اکسیژن را نشان می‌دهد:

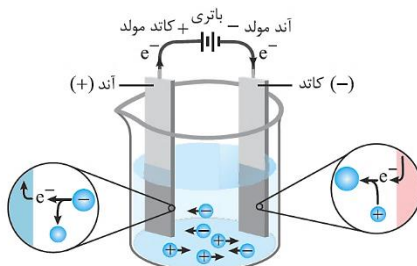
گونه‌ی شیمیایی	OF_2	O_2F_2	HOF	O_2^-	O_2^{2-}	H_2O_2
عدد اکسایش اکسیژن	+۲	+۱	۰	-۱/۵	-۱	-۱

- برای تأمین انرژی الکتریکی می‌توان از واکنش‌های اکسایش-کاهش در سلول‌های گالوانی مانند باتری‌ها و سلول‌های سوختی بهره برد.
- سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند، اما در آن‌ها نیز پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده، مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود. یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن-اکسیژن خودنمایی می‌کند، تأمین سوخت آن‌ها است. برق‌کافت آب، یکی از راه‌های تولید سوخت مورد نیاز این سلول‌ها است.
- نوع دیگری از سلول‌های الکتروشیمیایی وجود دارند که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت، می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش راند. این سلول‌ها به سلول‌های الکترولیتی معروف هستند.
- در سلول‌های الکترولیتی آند به قطب مثبت باتری (منبع انرژی) و کاتد به قطب منفی آن متصل می‌شود.
- در سلول گالوانی، انجام یک واکنش اکسایش-کاهش منجر به تولید انرژی الکتریکی شده اما در سلول الکترولیتی با اعمال ولتاژ بیرونی معین، یک واکنش اکسایش-کاهش دلخواه انجام می‌شود.

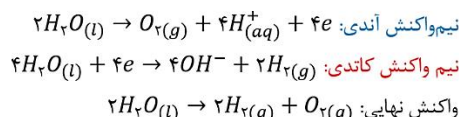
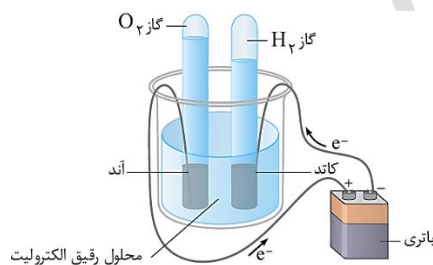
- در جدول زیر به مقایسه‌ی سلول گالوانی با الکترولیتی می‌پردازیم.

سلول الکترولیتی	سلول گالوانی	کاتد
قطب (-)	قطب (+)	
قطب (+)	قطب (-)	آند
به سمت کاتد	به سمت کاتد	جهت حرکت کاتیون‌ها
به سمت آند	به سمت آند	جهت حرکت آنیون‌ها
از آند به سمت کاتد	از آند به سمت کاتد	جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی
- (واکنش غیر خودبه‌خودی)	+ (واکنش خودبه‌خودی)	E° سلول

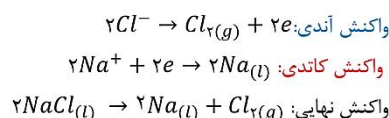
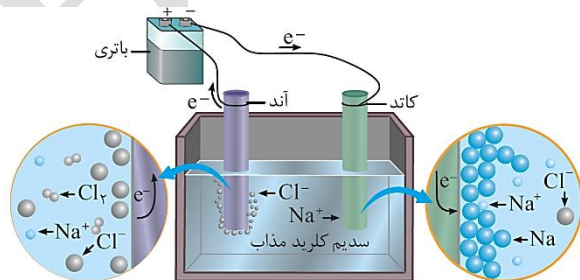
- در سلول الکترولیتی، دو الکتروود درون یک الکترولیت قرار دارند. الکتروودهای این سلول‌ها اغلب گرافیتی هستند. در این سلول‌ها، کاتد الکتروودی است که به قطب منفی باتری متصل بوده و آند الکتروودی است که به قطب مثبت باتری متصل شده و الکترولیت نیز محتوی یون‌هایی است که آزادانه جابه‌جا می‌شوند. تصویر زیر، نمایی از این سلول‌ها را نشان می‌دهد:



- الکترولیت، یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است. هنگامیکه به این سلول ولتاژ معینی اعمال شود، یون‌ها به سوی الکتروود با بار ناهمنام حرکت می‌کنند. به طوری که کاتیون‌ها به سوی کاتد و آنیون‌ها به سوی آند روانه می‌شوند تا به سطح الکتروودها برسند و در نیم واکنش اکسایش و کاهش شرکت کنند.
- برقکافت آب یک نمونه از واکنش‌هایی است که در سلول‌های الکترولیتی انجام می‌شود. واکنش‌های انجام شده در آن به صورت زیر است:

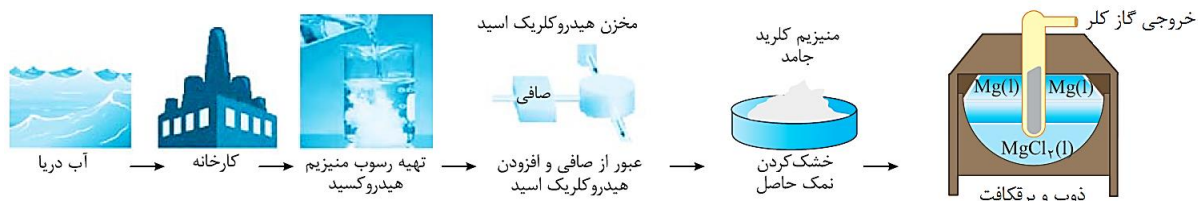


- در سلول برقکافت آب، نیم‌واکنش کاتدی محیط را قلیایی می‌کند و نیم واکنش آندی سبب اسیدی شدن محیط می‌شود.
- آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.
- برقکافت $NaCl(l)$ نمونه‌ی دیگری از سلول‌های الکترولیتی است. تصویر زیر، نمایی از سلول برقکافت سدیم کلرید را نشان می‌دهد:

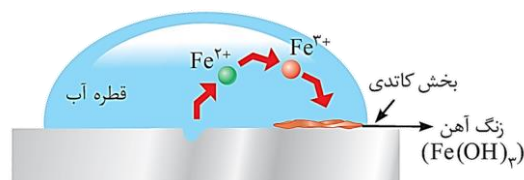


- همان طور که در شکل مشاهده می‌کنید، برقکافت $NaCl(l)$ شامل ۲ نیم‌واکنش آندی و کاتدی مجزا است.
- توجه داریم که از $NaCl(aq)$ نمی‌توان در سلول الکترولیتی استفاده کرد. در واقع، با وجود آب در سلول، این ماده در رقابت کاتدی با سدیم پیروز می‌شود و واکنش برقکافت سدیم کلرید انجام نمی‌شود. از آنجا که دیگر فلزهای فعال مثل آلومینیوم و منیزیم نیز کاهنده‌های قوی هستند، باید آن‌ها را همانند سدیم از برقکافت نمک مذاب آنها تهیه کرد.

- فلز سدیم یک کاهنده قوی است که در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود. این عنصر در ترکیب‌های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد. یون‌های سدیم بسیار پایدارتر از اتم‌های آن هستند و به همین دلیل، برای تهیه فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد.
- سدیم کلرید خالص در دمای 801°C ذوب می‌شود. افزودن مقداری کلسیم کلرید (CaCl_2) به این ماده، دمای ذوب را تا حدود 587°C پایین می‌آورد. بر این اساس، می‌توان گفت برای مصرف انرژی کمتر، از کلسیم کلرید استفاده می‌کنیم.
- فلز منیزیم را در صنعت از برقکافت منیزیم کلرید مذاب تهیه می‌کنند. شکل زیر مراحل تهیه فلز منیزیم را از آب دریا نشان می‌دهد:



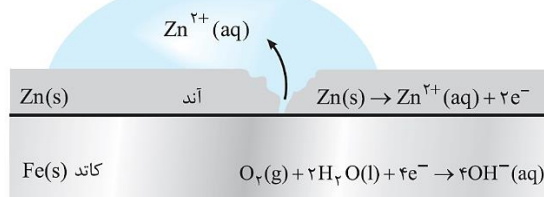
- توجه داریم که چگالی منیزیم مذاب در مقایسه با منیزیم کلرید مذاب کمتر است.
 - سالانه صدها میلیون تن از فلزهای گوناگون به ویژه آهن برای ساختن اسکله نفتی، اسکلت ساختمان، پل، کشتی، لوکوموتیو و راه آهن، خودرو و هواپیما مصرف می‌شود. هنگامی که فلزها در مجاورت با هوا قرار می‌گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می‌آیند.
 - در فلزهایی مانند آهن، با ادامه فرایند اکسایش، لایه‌ای ترد و شکننده تشکیل می‌شود که به تدریج فرو می‌ریزد. در این حالت می‌گویند فلز خورده شده است. خوردگی به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش-کاهش گفته می‌شود. زنگ زدن آهن و ایجاد زنگار سبز بر سطح فلز مس، نمونه‌هایی از فرایند خوردگی هستند.
 - از آنجا که آهن پرمصرف‌ترین فلز در جهان است، خوردگی آن خسارت‌های هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند، به طوری که سالانه حدود ۲۰٪ از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده شده مصرف می‌شود.
 - پتانسیل کاهشی اغلب فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهشی اکسیژن مثبت است. با این توصیف، اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آن‌ها را اکسید کند. هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند، یک واکنش اکسایش-کاهش انجام می‌شود.
 - واکنش‌های انجام گرفته در فرایند خوردگی آهن به صورت زیر است:
- نیم‌واکنش آندی مرحله اول:** $2\text{Fe(s)} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ **نیم واکنش کاتدی:** $\text{O}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O(l)} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$
- معادله کلی واکنش مرحله اول خوردگی آهن: $4\text{Fe(s)} + 2\text{O}_{2(\text{g})} + 4\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 4\text{Fe(OH)}_2(\text{s})$
- معادله کلی واکنش مرحله دوم خوردگی آهن: $4\text{Fe(OH)}_2(\text{s}) + \text{O}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 4\text{Fe(OH)}_3(\text{s})$
- واکنش کلی خوردگی آهن (مجموع واکنش‌های مرحله اول و دوم): $4\text{Fe(s)} + 6\text{H}_2\text{O(l)} + 3\text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 4\text{Fe(OH)}_3(\text{s})$
- با توجه به معادله واکنش‌های بالا، برای تولید زنگ آهن، آهن ابتدا به $\text{Fe(OH)}_2(\text{s})$ که سبز رنگ است تبدیل می‌شود و سپس به دلیل واکنش‌پذیری بالای اکسیژن، این ترکیب با اکسیژن و آب دوباره واکنش داده و به $\text{Fe(OH)}_3(\text{s})$ قهوه‌ای رنگ تبدیل می‌شود. تصویر زیر، نمایی از فرایند خوردگی آهن را نشان می‌دهد:



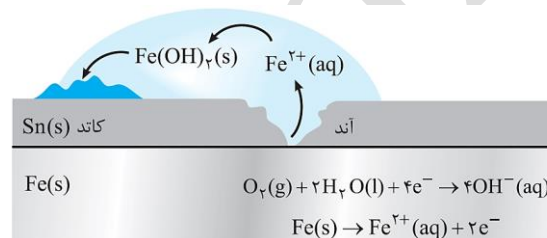
- فلزهای نجیبی مانند طلا و پلاتین حتی در محیط‌های اسیدی اکسایش نمی‌یابند، اما وسایل آهنی در هوای مرطوب دچار خوردگی می‌شوند و خوردگی فلزات در محیط اسیدی بیشتر رخ می‌دهد.
- قدرت اکسندگی اکسیژن در محیط‌های اسیدی افزایش می‌یابد، پس محیط اسیدی باعث افزایش سرعت فرایند خوردگی آهن می‌شود.
- ساده‌ترین راه برای 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.
- توجه داریم که روش‌هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن، نمی‌توانند به طور کامل از خوردگی آهن پیشگیری کنند، زیرا به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزه‌های این پوشش‌ها به درون پوشش نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و خوردگی دوباره آغاز می‌شود.

در صورتی که برای ثبت نام در آزمون ماز به راهنمایی نیاز دارید، عدد ۲۰ را به سامانه ۰۸۵۸۵۲۰۰۰ ارسال کنید.

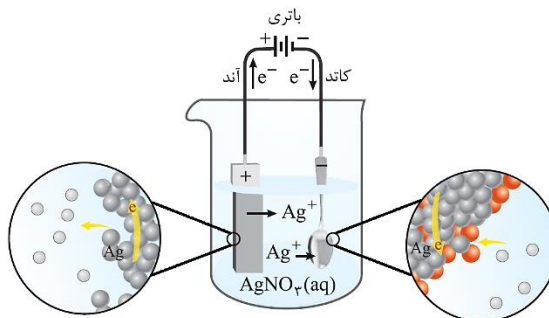
- هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می کنند. بدیهی است که فلز کاهنده تر در این رقابت برنده می شود. پس یکی از راهکارهای حفاظت از یک فلز، استفاده از فلزی کاهنده تر برای برنده شدن در از دست دادن الکترون است. به چنین فرایندی، به اصطلاح حفاظت کاتدی گفته می شود.
- در زندگی روزمره، نمونه های مختلفی از حفاظت فلز آهن به وسیله ی منیزیم دیده می شود به طور مثال در بدنه ی کشتی و یا لوله های نفتی!
- پتانسیل کاهشی استاندارد روی کمتر از آهن است. بر این اساس، می توان گفت فلز روی از دیگر عناصری است که می تواند از آهن حفاظت کند. فداکاری فلز روی برای حفاظت از آهن سبب شد تا در صنعت ورقه های آهنی با پوششی از فلز روی تهیه شود. این نوع آهن به آهن گالوانیزه (آهن سفید) معروف است. آهن گالوانیزه در ساخت تانکر آب و کانال کولر به کار می رود.
- هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می آید، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می گیرند و برای اکسایش رقابت می کنند. بدیهی است که فلز روی به دلیل داشتن E° کمتر، اکسید شده و آهن محافظت می شود. تصویر زیر نمایی از این فرایند را نشان می دهد:



- اگر ورقه ی آهنی با لایه ی نازکی از قلع پوشیده شود، به این نوع آهن، حلبی می گویند. از ورقه های حلبی برای ساختن قوطی های روغن نباتی و کنسرو استفاده می شود. چون پتانسیل کاهشی استاندارد آهن کمتر از قلع است، در اثر ایجاد خراش در سطح این نوع آهن، فلز آهن خورده می شود. توجه داریم که قوطی هایی از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان تر دچار خوردگی می شوند. تصویر زیر، نمایی از فرایند خوردگی حلبی را نشان می دهد:

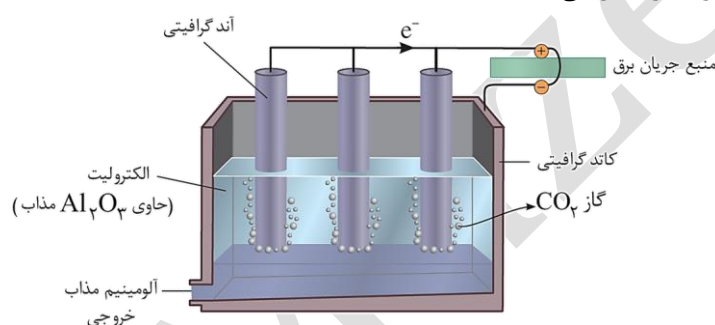


- چون فلز روی با اسید موجود در برخی از مواد غذایی واکنش می دهد، برخلاف حلبی از آهن گالوانیزه نمی توان برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده کرد.
- در زندگی روزانه از وسایل و ابزار گوناگونی مانند وسایل آشپزخانه، شیرآلات ساختمان و دستگیره در استفاده می شود که فلز اصلی سازنده آن ها آهن یا مس است. برای جلوگیری از خوردگی این فلزات، سطح اغلب این وسایل 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، آبکاری نام دارد، که در سلول الکترولیتی انجام می شود. شکل زیر آبکاری یک قاشق فولادی را با فلز نقره نشان می دهد:

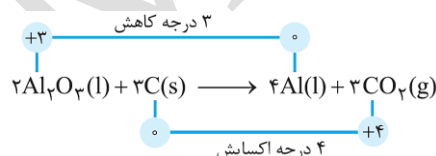


- در سلول الکترولیتی بالا، تیغه ی نقره در نقش آند و قاشق فلزی نیز در نقش کاتد است.
- در این سلول، جسمی که به عنوان کاتد است باید رسانای جریان برق باشد و محلول الکترولیت برای آبکاری نیز باید دارای یون های فلزی باشد که قرار است لایه نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد. به طور مثال، در مثال بالا محلول حاوی یون Ag^+ است.

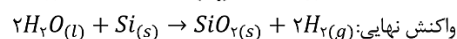
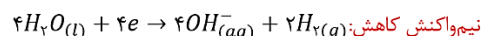
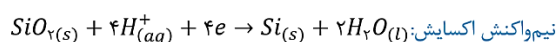
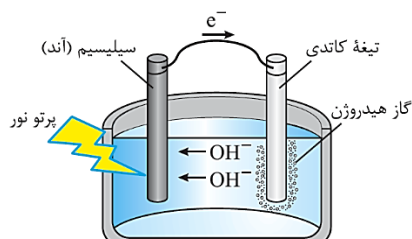
- در فرایند آبکاری، آن جسمی که قرار است توسط گونه‌ی دیگر آبکاری شود به قطب منفی باتری متصل می‌شود. طی این فرایند، اگر جنس تیغه‌ی آندی مشابه به جنس کاتیون‌های موجود در الکترولیت باشد، غلظت کاتیون در الکترولیت ثابت باقی می‌ماند.
- در سلول مربوط به آبکاری، همانند سلول‌های گالوانی، جرم تیغه متصل به آند به مرور زمان کاهش پیدا می‌کند (تیغه آندی لاغرتر می‌شود) و جرم جسم متصل به کاتد نیز به مرور زمان افزایش پیدا می‌کند.
- برای آبکاری از فلزات گروه ۱ و ۲ و آلومینیوم نمی‌توان استفاده کرد، زیرا این فلزها در رقابت کاندی با آب، در برابر در برابر آب بازنده می‌شود.
- آلومینیوم، همانند سدیم و منیزیم در دسته فلزهای فعال قرار داشته و به همین خاطر، در طبیعت به حالت آزاد وجود ندارد و به شکل ترکیب با سایر عناصر یافت می‌شود.
- از آلومینیوم می‌توان برای ساخت وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی تری استحکام خود را حفظ می‌کنند. آلومینیوم فلزی فعال است که به سرعت در هوا اکسید می‌شود. این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم Al_2O_3 در سطح خود، از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند به طوری که لایه‌های زیرین برای مدت طولانی دست نخورده باقی می‌ماند و استحکام خود را حفظ می‌کند.
- برخی کاربردهای آلومینیوم عبارتند از استفاده در لوازم خانگی، هواپیما، کشتی، چرخ گوشت و قطعه‌ای از موتور خودرو
- فلز آلومینیوم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است. آلومینیوم همانند دیگر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود؛ از این رو این فلز هم از برقکافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید. رایج ترین روشی که به فرایند هال معروف است. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



- واکنش صورت گرفته در سلول برقکافت آلومینیوم اکسید مذاب، به صورت زیر است:



- در سلول مربوط به برقکافت آلومینیوم اکسید مذاب، بدنه‌ی کربنی ظرف نقش کاتد را دارند (مکانی که نیم‌واکنش کاهش رخ می‌دهد). در این فرایند، یون آلومینیوم نقش اکسند داشته و تیغه‌های گرافیتی موجود در محلول نیز نقش کاهنده را دارد.
- فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد، از این رو با بازیافت فلز آلومینیوم می‌توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر طبیعت، برخی از هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد.
- تولید قوطی‌های آلومینیومی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷٪ از انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.
- در برخی سلول‌های الکتروشیمیایی، برای انجام واکنش اکسایش-کاهش، می‌توان از نور بهره برد. این سلول‌ها را سلول نور الکتروشیمیایی می‌نامیم. به طور مثال نمونه‌ای از آن‌ها برای تهیه گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود که در آن نیم‌واکنش‌های زیر انجام می‌شود:



- این سلول دارای emf، بازده و سرعت انجام کمی است اما به دلایل زیست‌محیطی، از آن در تهیه گاز هیدروژن استفاده می‌شود.

- جدول زیر، مقایسه برخی از انواع سلول‌های الکتروشیمیایی را نشان می‌دهد:

نام سلول	نوع سلول	گونه‌ی اکسند	گونه‌ی کاهنده	علامت E°
سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن	گالوانی	O_2	H_2	+
باتری روی-نقره	گالوانی	Ag	Zn	+
سوختن منیزیم در عکاسی	گالوانی	O_2	Mg	+
برقکافت آب	الکترولیتی	H_2	O_2	-
برقکافت سدیم کلرید (سلول دانز)	الکترولیتی	Na	Cl	-
برقکافت منیزیم کلرید	الکترولیتی	Mg	Cl	-
آبکاری با نقره	الکترولیتی	Ag	Ag	-
فرایند هال	الکترولیتی	Al	C	-

سلام بچه‌ها! امیدوارم که حالتون خوب باشه...

احتمالا تا الان سوالات انگور ۹۹ رو بررسی کردین و میدونین که سوالات شیمی این انگور، نسبت به سال‌های دیگه خیلی سخت‌تر بودن! خب ممکنه انگور ۱۴۰۰ سخت باشه یا آسون، ممکنه تعداد مسائلش بیشتر از پارال باشه یا کمتر، اما در هر حال این انگور هم شامل تعداد سوالات حفظی میشه و همونطور که می‌دونید، ارزش یک سوال حفظی برابر با ارزش یک سوال شیمی و این یعنی اینکه با حل کردن کل سوالات حفظی و بخش از مسائل، می‌تونیم نمره یک تایم کم، به یک دردم معقول نمره شیمی برسیم! نمره این جزوات، معر کردیم تمام نکات مهم و پر تکرار کتاب درس رو براتون به صورت تصبیح شده بیاریم و هدفمون این بوده که با خوندن مطالب این جزوه، بتونید به راحتی از پس سوالات حفظی و بخش از مفاهیم انگور بر بیاید!

تا انگورتون مدت زمان زیادی باقی نمانده! اگه از همین فرصت باقی‌مانده خیلی خوب استفاده کنید، می‌تونید نمره این رقابت از بقیه جلو بیفتید و موقعیت بهتری پیدا کنید. شاید این چند ماه از مهم‌ترین بازه‌های زمان زندگی‌تون محسوب بشه! همین یادتون باشه که سخت‌کوشی با آردا هست باعث میشه بتونیم موقعیت‌های خوب و خفن نمره زندگی‌تون بدست بیاریم، پس دست از تلاش بردارید. در آخر، تشکر میکنم از همسر دوستم خونم در گروه فاز که شبانه‌روز تلاش می‌کنن تا بهترین نتیجه‌ها رو برامون رقم بزنه.

ساحل امین

سلام به همسر بچه‌های فاز عزیز! ایضاً که حالتون خوب باشه و این روزها حسابی مشغول درس خوندن باشید! توضیحات مهم در رابطه با جزوه جمع‌بندی حفظیات رو خانم ساحل امین در قفسه بالا گذاشته! کسی که خودش یک سال پیش در موقعیت مشابه به شما بود و امسال، در کنار تحصیل در رشته دندانپزشکی، به عنوان یک نفر از اعضای فعال در تیم شیمی فاز حضور داره و در تالیف این جزوه هم نقش خیلی زیادی داشته. مطالب این جزوه با دقت و وسواس زیادی جمع‌آوری شده و امیدوارم که خوندن اون بتونه به شما در جمع‌بندی مطالب حفظی و مفاهیم شیمی انگور کمک کنه! امیدوارم که موفق باشید و در امتحان این مسیر، به اهداف خودتون برسید...

دکتر فرشاد هادیانفر - مسئول دیپارتمان شیمی فاز