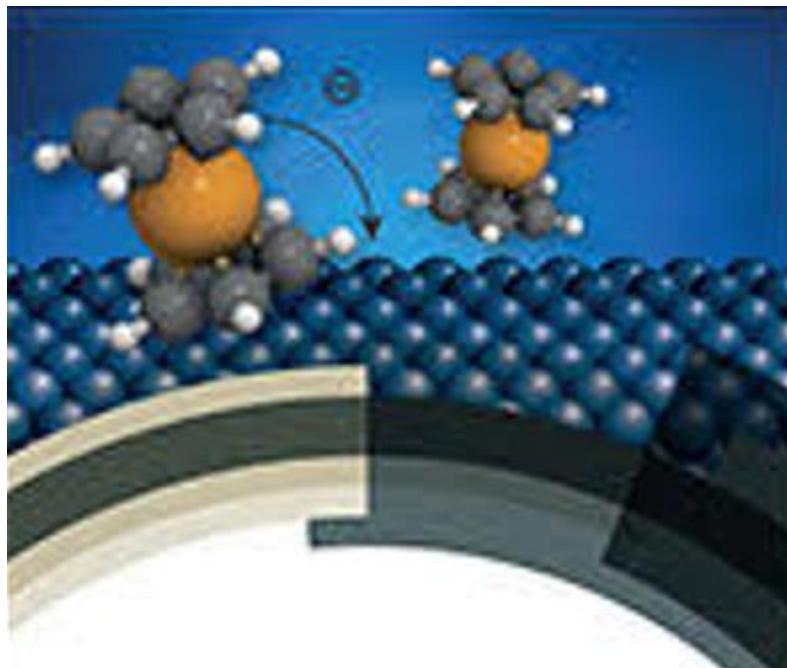


بخش دوم

آسایش و رفاه در سایه شیمی



«اوست که برق را به شانشان می دهد که هم ملیه ترس و هم ملیه امید است»

قسمت اول

قسمت اول که از صفحه‌های ۳۷ تا ۴۴ کتاب درسی را شامل می‌شود، مطالب زیر را می‌خوانید:

• مقدمه

• انجام واکنش با سفر الکترون

جای خالی

۱۲۴. هر یک از عبارتهای داده شده را با استفاده از موارد زیر کامل کنید (برخی از موارد دو بار استفاده می‌شود).

غیر قابل - نافلز - الکتروشیمی - روی - انرژی الکتریکی - انرژی شیمیایی - ازدست دادن - فلز - الکترون - باتری - لامپ LED - قابل گرفتن - مس

أ. بخشی از انرژی تندر و آذرخش به شکل میان سامانه واکنش و محیط پیرامون جاری شود. که این پدیده به دنبال داد و ستد ایجاد می‌شود.

ب. شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی با داد و ستد الکترون نقش بسزایی دارد است.

ج. یکی از فراورده‌های مهم صنعتی است که با انجام واکنش‌های شیمیایی، انرژی الکتریکی را تأمین می‌کند.

د. چراغ خورشیدی یک ابزار روشنایی است که از ، سلول خورشیدی و باتری شارژ تشکیل شده است.

۵. اغلبها، اکسینده هستند که باالکترون، می یابند.
۶. هرگاه تیغه درون محلول سولفات قرار گیرد، واکنشی انجام نمی شود.

درست یا نادرست

۱۲۵. جمله های زیر را با دقت مورد بررسی قرار دهید و درست و نادرست بودن آن ها را مشخص کنید در صورت نادرست بودن شکل صحیح جمله با علت نادرستی آن را مشخص نمایید.

۱. اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می کنند.
۲. اکسیژن عنصر بسیار واکنش پذیر است که می تواند همه فلزها را به طور خودبه خودی اکسید کند.
۳. آبکاری، سلوهای سوختی و کنترل کیفی مواد، همگی از کاربردهای دانش الکتروشیمیایی است.
۴. حل شدن آلومینیم اکسید در اسیدها یک واکنش اکسایش - کاهش است.
۵. اگر فلز M قادر باشد فلز مس را از محلول آبی دارای یون های مس(II) خارج کند، قدرت کاهندگی آن بیشتر از فلز مس است.
۶. بارمثبت گونه اکسینده در یک واکنش اکسایش - کاهش، افزایش می یابد.
۷. برای نگهداری محلول روی سولفات می توان از ظرف ساخته شده از مس استفاده نمود.
۸. برای جایه جایی الکترون می توان تیغه آهنی را در محلول منیزیم نیترات قرار داد.
۹. دمای محلول مس(II) نیترات با قرار دادن تیغه آلومینیمی بیشتر از هنگامی است که تیغه روی جایگزین می شود.
۱۰. قدرت اکسینده کاتیون های فلزات مس، روی و آهن به صورت $\text{Fe}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ است.

انتخاب کنید

۱۲۶. هر یک از عبارتهای زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده، کامل کنید.

۱. با گذشت زمان در واکنش $\text{Al}(s) + \text{Ni}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3(\text{aq}) + \text{Ni}(\text{s})$ تیغه آلومینیم الکترون به دست آورده از دست داده و

$\frac{\text{کاهش}}{\text{اکسایش}}$ یافته است و سبب $\frac{\text{کاهش}}{\text{کاهنده}}$ یون های نیکل شده اند، از این رو اتم های آلومینیم نقش $\frac{\text{کاهنده}}{\text{اکسینده}}$ و یون های نیکل نقش $\frac{\text{کاهنده}}{\text{اکسینده}}$ دارند.

و چون یک واکنش $\frac{\text{اخذ به خودی}}{\text{غير خذ به خودی}}$ است، سبب $\frac{\text{اخذ به خودی}}{\text{کاهش}}$ دمای محلول می شود.

۲. فلز نیکل با محلول دارای یون های Cu^{2+} آبی رنگ واکنش می دهد. با وارد کردن یک تیغه $\frac{\text{نیکلی}}{\text{مسی}}$ در چنین محلولی رسوب قهقهه ای مایل به سرخی که همان فلز $\frac{\text{مسی}}{\text{نیکل}}$ می نشینند. هم زمان با آن یون های $\frac{\text{سیز رنگ}}{\text{Cu}^{2+}}$ وارد

محلول می شوند. از این رو در می یابیم که یون های Cu^{2+} $\frac{\text{کاهنده تر}}{\text{اکسینده تر}}$ است.



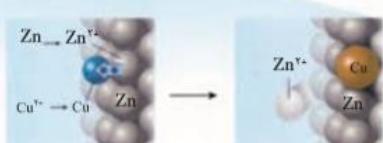
مهارتی

۱۲۷. مطابق شکل داده شده تیغه ای از جنس فلز روی درون محلول مس (II) سولفات قرار می گیرد و

رنگ محلول تغییر می کند:

۱. واکنشی گرماگیر است یا گرماده؟ چرا؟

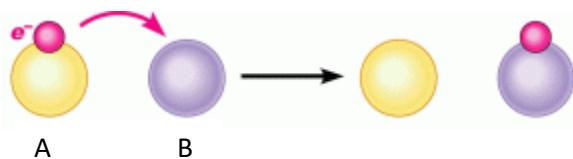
۲. کدام گونه اکسایش و کدام گونه کاهش می یابد.



ج. در رقابت برای گرفتن الکترون، کدام کاتیون برنده است؟

د. پس از گذشت زمان شدت رنگ محلول چه تغییری می‌کند؟

ه. اگر تیغه‌ای از جنس فلز مس را درون محلول روی قرار دهیم آیا واکنش انجام می‌شود؟ چرا؟



۱۲۸. با توجه به تصویر زیر تعیین کنید کدام گونه کاهنده است؟

۱۲۹. واکنش‌های زیر که به طور خودبهخودی انجام می‌شوند را در نظر بگیرید و به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

۱) $Mg(s) + Zn^{2+}(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + Zn(s)$ آ. نیمه واکنش اکسایش و کاهش را بنویسید.

۲) $Fe(s) + Co^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Co(s)$ ب. گونه اکسنده و کاهنده را در هر واکنش تعیین کنید.

ج. قدرت کاهنگی فلزات منیزیم، روی، قلع و کبالت را با هم مقایسه کنید.

۳) $Zn(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Fe(s)$ د. محلول آهن (II) سولفات رو در کدام ظرف می‌توان نگهداری کرد؟

۴) $Sn^{2+}(aq) + Co(s) \rightarrow Sn(s) + Co^{2+}(aq)$ ۱) ظرفی از جنس قلع

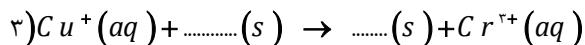
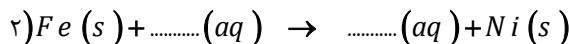
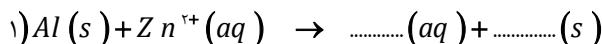
۲) ظرفی از جنس روی

ه. آیا با قرار دادن نوار منیزیم در محلول قلع (II) نیترات، شاهد انجام واکنش خواهیم بود؟ چرا؟

و. قرار دادن کدام تیغه فلزی در کدام محلول، داغ‌ترین محلول را ایجاد خواهد کرد؟

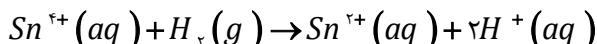
ز. قدرت اکسنده‌گی کاتیون‌های Fe^{2+} , Mg^{2+} و Sn^{2+} را با هم مقایسه کنید.

۱۳۰. واکنش‌های زیر را کامل و موازن کنید و در هر واکنش تعیین کنید چند الکترون مبادله می‌شود؟

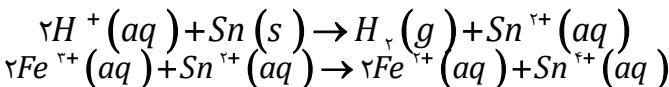


۱۳۱. فلز M در محلول مس (II) نیترات حل می‌شود ولی در محلول روی سولفات دست نخورده می‌ماند، قدرت کاهنگی فلزات Cu, Zn و M را با هم مقایسه کنید.

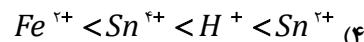
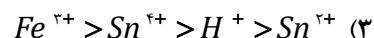
۱۳۲. با توجه به واکنش‌های زیر که به طور خود به خودی در جهت رفت پیش می‌روند، کدام ترتیب درباره قدرت اکسنده‌گی کاتیون‌ها درست است.



$$Fe^{2+} < Sn^{2+} < H^+ < Sn^{2+} \quad (1)$$



$$Fe^{2+} < Sn^{2+} < H^+ < Sn^{2+} \quad (2)$$



۱۳۳. تغيير دمای هر سامانه در اثر قرار گرفتن تيغه‌های فلزی منگنز، کادمييم، سرب در محلول نقره نيترات به ترتيب زير است.

Mn > Cd > Pb کدام عبارت درست و کداميک نادرست است؟

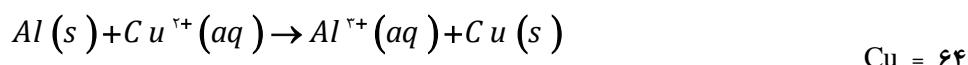
$Mn^{2+}(aq)$ ، اكسنده‌تر از $Cd^{++}(aq)$ است.

$Mn(s)$ ، کاهنده‌تر از $Ag(s)$ است.

۳) محلول نمک های مس را می توان در ظرف روی نگهداري کرد.

۴) دمای محلول کادمييم نيترات با قرار گرفتن تيغه سرب در آن، تغييری نمی‌کند.

۱۳۴. واکنش خودبه‌خودی موازن نشده زير را در نظر بگيريد و تعين کنيد کدام جمله درست و کداميک نادرست است؟ $Al = 27 \text{ g.mol}^{-1}$



أ. فلز آلومينيم به عنوان کاهنده عمل می‌کند.

ب. بر جرم مواد محلول در سامانه افروده می‌شود.

ج. فراورده‌های حاصل پايدارتر از مواد واکنش دهنده‌ها است.

د. فلز مس به عنوان اكسنده عمل کرده و سبب می‌شود رنگ محلول پررنگ‌تر گردد.

ه. در اين واکنش 3 الکترون مبادله می‌شود.

۱۳۵. در واکنش: $2Ag^+(aq) + Hg(s) \rightarrow 2Ag(s) + Hg^{++}(aq)$ ، به ازاي مصرف $1/0$ مول فلز Hg ، چند گرم نقره آزاد می‌شود؟

$$(Ag = 108 \text{ gmol}^{-1})$$

۱۳۶. هرگاه تيغه آهنی به جرم 12 گرم در 240 ميلی لیتر محلول مس (II) سولفات X مولار قرار دهيم پس از پایان واکنش جرم تيغه به اندازه $\% 20$ اوليه مطابق واکنش $Fe(s) + Cu^{++}(aq) \rightarrow Fe^{++}(aq) + Cu(s)$ افزایش می‌يابد، اگر فرض شود $\% 80$ جرم کاتيون‌های کاهش

ياافته بر روی تيغه رسوب کرده باشد، غلظت X را به دست آوريد.

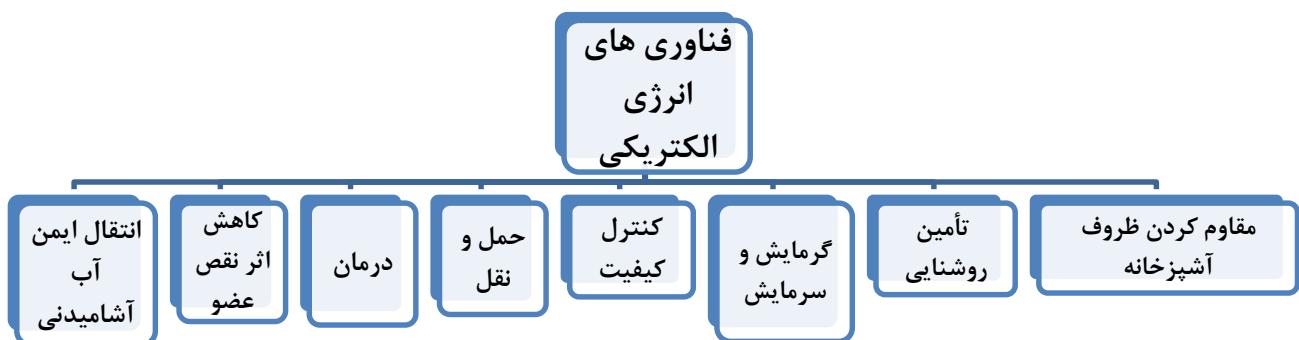
۱۳۷. يك قطعه سيم مسي در 200 mL محلول $4/0$ مولار نقره نيترات قرار داده شده است. اگر سرعت متوسط واکنش برابر $10/15 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$ باشد، چند ثانие زمان لازم است تا غلظت مس (II) نيترات به $1/0$ مول بر لیتر برسد و اگر $Ag(s)$ تنها بر روی قطعه مس بنشيند، جرم اين قطعه در اين لحظه، چند گرم تغيير می‌کند؟

بررسی نکات مهم درس:

- انرژي الکتریکی، پرکاربردترین شکل انرژی در زندگی امروزی است.
- وابستگی فراوان به انرژي الکتریکی باعث می‌شود تا همه‌ی کشورهای جهان تلاش کنند راههایی برای تولید انرژي الکتریکی ارزان و پاک

بیابند. بیشتر انرژی الکتریکی، از انجام واکنشهای شیمیایی که در آنها داد و ستد الکترون اتفاق می‌افتد تولید می‌شود.

- آگاهی از دانش الکتروشیمی (دانشی که چگونگی انجام واکنشهای شامل داد و ستد الکترون را بررسی می‌کند) میتواند راهکار مناسبی برای رفع چالش کمبود انرژی باشد.
- پدیده‌های طبیعی همچون تندر و آذرخش نشان می‌دهند که بخشی از این انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط پیرامون جاری شود. پدیده‌هایی از این دست که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می‌گیرند سبب شد تا تلاش برای شناسایی واکنش‌های شامل داد و ستد الکترون هدفمند دنبال شوند.
- تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان دستاورده از دانش الکتروشیمی است که در سایه فناوری‌های پیشرفته، افزایش سطح رفاه و آسایش را در جهان به دنبال دارد.
- الکتروشیمی افزون بر تهیه مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی می‌تواند در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.



الکتروشیمی

الکتروشیمی شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد.

- الکتروشیمی بخشی از دانش شیمی است که به مطالعه فرایندهای شیمیایی می‌پردازد که باعث حرکت الکترون‌ها می‌شود.
- در واکنش‌های الکتروشیمی انرژی شیمیایی به الکتریکی و برعکس صورت می‌گیرد.
- فرایند الکتروشیمی همیشه با دو نیمه واکنش اکسایش و کاهش همراه است.

باتری

باتری یکی از فراورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند.

- باتری، مولدی است که در آن واکنش‌های شیمیایی رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود.
- برای 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.

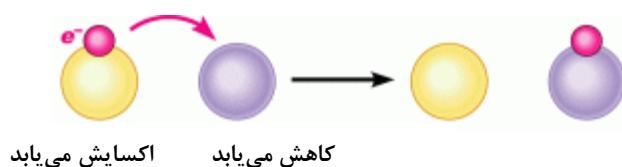
برای نمونه با یک تیغه مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روى و با میوه‌ای مانند لیمو می‌توان باتری ساخت که یک لامپ LED را روشن می‌کند.

موتورسیکلت برقی نمونه‌ای از وسایلی است که با انرژی ذخیره شده در باتری کار می‌کند.

- اغلب باتری‌ها موادی دارند که خطراتی برای موجودات زنده به دنبال خواهد داشت. برای دفع این باتری‌ها باید به گونه‌ای باشد که آب و خاک را آلوده نسازد. به همین خاطر نباید آنها را در طبیعت رها کرد و باید به مرکز بازگردانی (مرکز بازیافت) تحویل داد.

نیاز روزافزون جامعه بشری به انرژی الکتریکی، شیمی‌دان‌ها را بر آن داشت تا با بهره‌گیری از اصول الکتروشیمی به طراحی باتری‌هایی با کارایی بالا همت گمارند، باتری‌هایی که افزون بر تولید انرژی بیشتر، آلاینده‌های کمتری ایجاد کنند.

واکنش های اکسایش - کاهش



اکسایش: از دست دادن یک یا چند الکترون توسط یک ماده

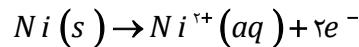
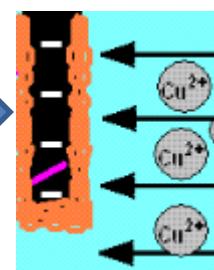
کاهش: گرفتن یک یا چند الکترون توسط یک ماده

واکنش اکسایش - کاهش: واکنشی که در آن یک یا چند الکترون را از دست بدهد و ماده‌ی دیگری همان الکترون(ها) را بگیرد.

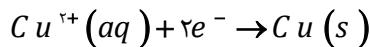
نیمه واکنش: هر واکنش اکسایش و کاهش به دو قسمت تقسیم می‌شود که هر قسمت را نیمه واکنش گویند و در هر نیمه واکنش الکترون‌های مبادله شونده، نوشته می‌شود.

- در یک واکنش اکسایش - کاهش باید تعداد الکترون‌های مبادله شده برابر باشد.

مثال: فلز نیکل با محلول دارای یون‌های Cu^{2+} (aq) آبی رنگ واکنش می‌دهد. با وارد کردن یک تیغه نیکلی در چنین محلولی رسوب قهوه‌ای مایل به سرخی که همان فلز مس است، روی تیغه نیکلی می‌نشیند. هم زمان با آن یون‌های aq^{2+} سبز Ni^{2+} رنگ نیز وارد محلول می‌شوند. از این رو در می‌یابیم که یون‌های Cu^{2+} (aq) کاهش و انم‌های Ni^{2+} اکسایش می‌یابند. واکنش کلی به صورت $\text{Ni}(s) + \text{Cu}^{2+}(aq) \rightarrow \text{Ni}^{2+}(aq) + \text{Cu}(s)$ است که به دو نیمه واکنش زیر تقسیم می‌شود:



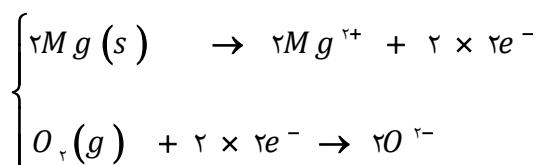
نیمه واکنش اکسایش



نیمه واکنش کاهش

و مثال دیگر سوختن نوار منیزیم است. $2\text{Mg}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{MgO}(s)$

که برای پیدا کردن رد مسیر الکترون، واکنش را به دو قسمت تقسیم می‌کنیم و در هر قسمت، اتفاقات داده برای یک ماده را بررسی می‌کنیم در



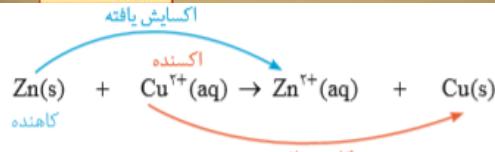
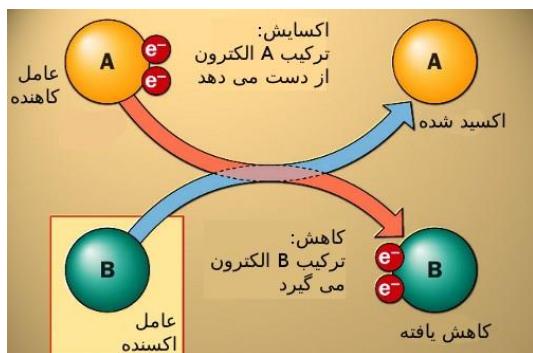
اینجا دو ماده داریم: منیزیم و اکسیژن و واکنش را به دو نیمه واکنش تبدیل می‌کنیم:

تا منیزیم الکترون از دست ندهد (اکسایش نیابد)، اکسیژن نمی‌تواند کاهش یابد چرا که برای کاهش یافتن، به دو الکترون منیزیم نیازمند است. بنابراین می‌توان گفت که منیزیم، باعث کاهش اکسیژن می‌شود و آن را می‌کاهد، به همین خامر به آن کاهنده می‌گوییم. از طرف دیگر اگر اکسیژن نباشد، منیزیم الکترونها یک را که نمی‌تواند در هوا آزاد کندا به حضور اکسیژن برای گرفتن الکترون هایش نیازمند است و این یعنی اکسیژن باعث اکسایش منیزیم می‌شود یا به عبارت دیگر، آن را می‌اکساید! به همین خاطر به آن اکسنده می‌گوییم.

گونه‌های اکسنده و کاهنده

اکسنده: ماده‌ای است که خودش کاهش می‌یابد اما باعث اکسایش ماده‌ی دیگر می‌شود.

تئیه و تنظیم : اکرم ترابی



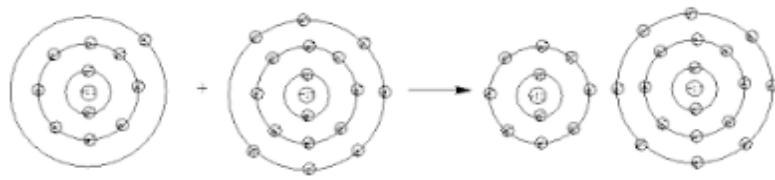
کاهنده: ماده‌ای است که خودش اکسایش می‌یابد اما باعث کاهش ماده‌ی دیگر می‌شود.

- نتیجه این که در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکتریکی یک گونه (اتم، مولکول یا یون) مثبت‌تر می‌شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه‌ای که بار الکتریکی آن منفی‌تر می‌شود، کاهش می‌یابد.

- در گذشته برای عکاسی از سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می‌شد در این واکنش Mg با نور خیرکننده‌ای در O₂ می‌سوزد.
- 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 الکtron کاهش یافته و به آئیون تبدیل می‌شوند.
- فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسیدنده هستند.
- در جدول دوره‌ای از چپ به راست با افزایش عدد اتمی قدرت اکسیدنگی افزایش می‌یابد و بلعکس قدرت کاهنده‌گی کاهش پیدا می‌کند. و از بالا به پایین قدرت اکسیدنگی کاهش و کاهنده‌گی افزایش می‌یابد.



- قدرت اکسیدنگی با خاصیت نافلزی (فلوئور قوی ترین اکسیدنده) و قدرت کاهنده‌گی با قدرت فلزی ارتباط دارد.



رقابت برای داد و ستد الکترون

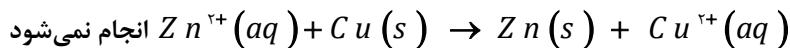
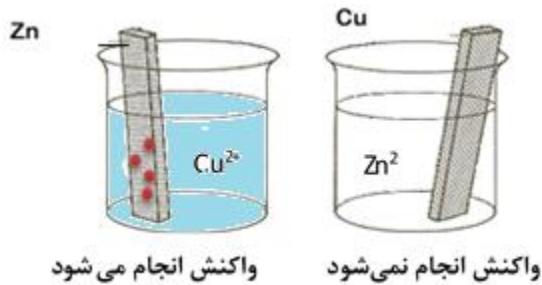
تمایل مواد و عناصر برای داد و ستد الکترون (اکسایش و کاهش) نسبت به یکدیگر متفاوت است، برای پیش‌بینی امکان انجام واکنش میان دو گونه همواره لازم است که تمایل نسبی این دو گونه به اکسایش و کاهش تعیین شود.

در شیمی ۲ آموختید که فلزات اصلی جدول دوره‌ای تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون نسبت به فلزات واسطه دارند و در میان نافلزات تمایل به گرفتن الکترون توسط هالوژن‌ها و اکسیژن بیش از دیگر نافلزها است.

قدرت اکسیدنگی و کاهنده‌گی به چندین عامل (انرژی شیکه جامد، نیروی جاذبه میان یون‌ها با مولکول‌های آب، تمایل به مبادله الکترون و)

بستگی دارد به همین دليل برای مقایسه داد و ستد الکترون بهترین راهکار انجام آزمایش و بررسی نتایج حاصل از آنهاست که در اين کتاب به دو روش تجربی اشاره كرده است:

(الف) برای نمونه مطابق با آزمایش ، واکنش $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ خودبهخودی است ولی واکنش



پس می توان نتيجه گرفت که فلز روی کاهنده تر از مس است. با اين توصيف

در يك واکنش اکسایش - کاهش، فلزی که قدرت کاهنده بیشتری دارد، می تواند

با برخی کاتیون های فلزی واکنش دهد و آنها را به اتم های فلزی بکاهد.

به عبارتی واکنش اکسایش - کاهشی خودبهخودی است که اتم های فلز کاهنده قوی تر سمت چپ واکنش (به عنوان واکنش دهنده در واکنش) قرار داشته باشد.

(ب) در واکنش های اکسایش - کاهش مخلوط واکنش گرم می شود زیرا سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می دهد. پس هر چه محلول داغ تر شود تمایل مواد و عناصر برای داد و ستد الکترون بیشتر است و در يك واکنش اکسایش - کاهش، فلزی که قدرت کاهنده بیشتری دارد، محلول را داغ تر می کند.

مطابق داده های جدول زیر که از قرار دادن تیغه های فلزی درون محلول نقره نیترات در دمای $20^{\circ}C$ به دست آمده است می توان قدرت کاهنده

فلزات را با هم مقایسه کرد.

نام فلز	نشانه شیمیایی فلز	دماي مخلوط واکنش پس از مدتی $^{\circ}C$
منگنز	Mn	۳۲
روی	Zn	۳۰
نيكل	Ni	۲۶
نقره	Ag	۲۰
طلاء	Au	۲۰

بنابراین می توان نتيجه گرفت که قدرت کاهنده بیشتر از $Mn > Zn > Ni > Ag > Au$ است. و قدرت اکسیدنگی کاتیون های آنها

برعکس می شود. $Mn^{2+} < Zn^{2+} < Ni^{2+} < Ag^{+} < Au^{+}$

- واکنش های اکسایش و کاهش را به می توان گونه ای انجام داد تا به جای تولید گرما، از الکترون های داد و ستد شده برای ایجاد جریان الکتریکی استفاده شود.

قسمت دوم

قسمت اول که از صفحه های ۴۹ تا ۴۴ کتاب درسی را شامل می شود. مطالب زیر را می خوانید:

- واکنش های شیمیایی و سفر هدایت شده الکترون ها

- سلول گالوانی
 - پتانسیل استاندارد
- جای خالی**

۱۳۸. هریک از عبارتهای داده شده را با استفاده از موارد زیر کامل کنید (برخی از موارد دو بار استفاده می‌شود).

محلول - الکترون - مثبت - آند - مسیر معین - روی - انرژی الکتریکی - روشنایی - منفی - کاتد - هیدروژن -
 یون‌های منفی - انرژی شیمیایی - یون‌های مثبت

- أ. برای ایجاد جریان الکتریکی باید الکترون‌ها را از یک عبور داد یا از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا نمود می‌توان بخشی از انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش - کاهش را به شکل در دسترس تبدیل نمود.
- ب. در سلول گالوانی به تبدیل می‌شود.
- ج. از دیواره متخلخل در سلول گالوانی به سمت قطب حرکت می‌کنند.
- د. در سلول گالوانی عمل اکسایش در انجام می‌شود و قطب سلول را تشکیل می‌دهد.
- ه. در سلول گالوانی - مس جرم تیغه آندی تغییر نمی‌کند.
- و. جرم محلول در با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

درست یا نادرست

۱۳۹. جمله‌های زیر را با دقت مورد بررسی قرار دهید و درست و نادرست بودن آن‌ها را مشخص کنید در صورت نادرست بودن شکل صحیح یا علت نادرستی را بنویسید

- أ. اگر الکترون‌ها را از طریق یک مدار بیرونی هدایت و جابه‌جا کرد آنگاه می‌توان بخشی از انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش - کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود.
- ب. در سلول گالوانی روی - نقره جرم محلول کاتد کاهش می‌یابد و بار منفی محلول زیاد می‌شود.
- ج. در دمای بالاتر از 25°C پتانسیل استاندارد هیدروژن بیشتر از صفر می‌شود.
- د. انرژی پتانسیل یک سلول گالوانی بدون دیواره متخلخل به شدت کاهش می‌یابد.
- ه. فلزاتی که E° منفی دارند، در محلول اسیدی حل شده و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند.
- و. هرچه فلزی E° منفی تری داشته باشد کاتیون آن اکسنده‌ی قوی تری است.
- ز. در تمام سلول‌های گالوانی جرم تیغه کاتد افزایش می‌یابد.

انتخاب کنید

۱۴۰. هر یک از عبارتهای زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده، کامل کنید.

أ. در یک سلول گالوانی فلزی که E° مثبت آند، نقش کاتد آن ایفا می کند و با به دست آوردن اکسایش کاهش می یابد و قطب منفی تو دارد.

مثبت منفی سلول را تشکیل می دهد و پس از مدتی جرم تیغه فلزی آن کاهش افزایش پیدا می کند.

ب. در یک سلول گالوانی طی یک واکنش خودبه خودی از طریق مبادله شیمیایی و اکنش به انرژی الکتریکی که از کترون ها در بین ها در مدار دیواره متخلخل تبدیل می شود و با حرکت بین ها سیم مسی مدار داخلي مدار الکتریکی کامل می شود.

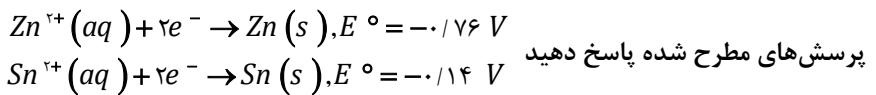
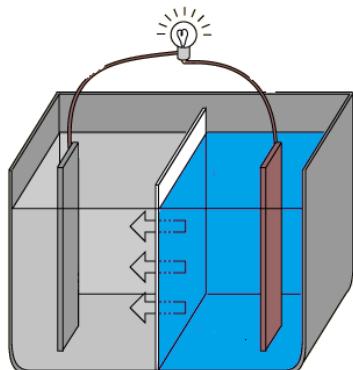
بوقاری ارتباط

۱۴۱. هر یک از عبارتهای ستون A با یک مورد از ستون B در ارتباط است، این ارتباط را پیدا کرده و حرف مربوط را داخل کادر مورد نظر بنویسید (برخی از موارد ستون B اضافی هستند).

ستون B	ستون A
O ₂ (a)	أ. عنصری که پتانسیل استاندارد آن برابر صفر در نظر گرفته شد.
(b) دیواره متخلخل	ب. کمیتی از جنس انرژی که اختلاف پتانسیل را بین دو نیمه سلول را نشان می دهد.
H ₂ (c)	ج. برای جلوگیری از مخلوط شدن مستقیم محلول دو الکتروود در سلول گالوانی
(d) نیروی الکتروموتوری	د. باتری ساختار این نوع سلول را دارد.
(e) گالوانی	ه. با اغلب فلزات واکنش می دهد و نقش اکسنده دارد.
(f) نیروی مکانیکی	
(g) الکتروولتی	

مهارتي

۱۴۲. شکل زیر مربوط به انجام واکنش خودبه خودی $Z n(s) + S n^{++}(aq) \rightarrow Z n^{++}(aq) + S n(s)$ است، با توجه به شکل به



- أ. بر روی شکل جنس تیغه ها، آند و کاتد، قطب مثبت و منفی، جهت جریان الکترون را نشان دهید.
- ب. نیمه واکنش ها را نوشته و نیروی الکتروموتوری سلول را به دست آورید.
- ج. فلاش نشان داده شده جهت حرکت چه نوع یونی را نشان می دهد؟
- د. در پایان واکنش جرم تیغه ها چه تغییری می کند؟

۱۴۳. با مقایسه E° الکتروودها که در زیر داده شده است می توان دریافت که کاهنده تر از و اکسیده تر از است. (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید).

$$E^\circ(Ni^{++}(aq)/Ni(s)) = -0.25 \text{ V} \quad V^{2+}(aq) - Fe^{2+}(aq) - Zn(s) \quad (1)$$

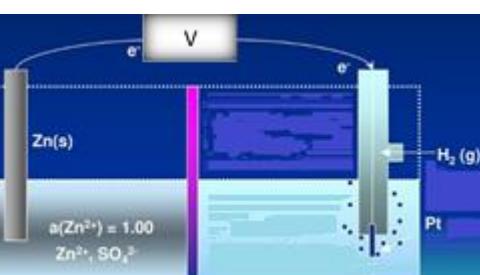
$$E^\circ(V^{++}(aq)/V(s)) = -1.20 \text{ V} \quad Zn^{2+}(aq) - V^{2+}(aq) - Fe(s) - Ni(s) \quad (2)$$

$$E^\circ(Fe^{++}(aq)/Fe(s)) = -0.41 \text{ V} \quad Ni^{2+}(aq) - Zn^{2+}(aq) - Ni(s) - V(s) \quad (3)$$

$$E^\circ(Zn^{++}(aq)/Zn(s)) = -0.76 \text{ V} \quad Fe^{++}(aq) - Ni^{++}(aq) - Zn(s) - V(s) \quad (4)$$

۱۴۴. با توجه به سلول گالوانی روبرو: الف) چرا در یک سلول گالوانی طی عمل اکسایش و کاهش با گذشت زمان محلول از نظر بار الکتریکی خنثی می‌ماند؟
 ب) آند و کاتد را مشخص کنید.

۱۴۵. با توجه به شکل زیر که طرح یک سوال الکتروشیمیایی «روی-هیدروژن» را نشان می‌دهد. کدام مطلب نادرست است؟
 $E^\circ(Zn^{++}(aq)/Zn(s)) = -0.76 \text{ V}$



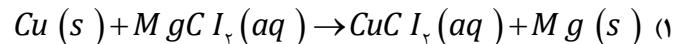
(۱) آن برابر $+0.76$ ولت است.

(۲) واکنش آن به صورت $Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$ است.

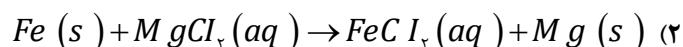
(۳) جریان الکترون از راه دیواره متخلخل، از سوی تیغه روی به سوی تیغه پلاتینی است.

(۴) در بخش کاتدی آن، گاز هیدروژن با فشار 1 atm درون محلول اسیدی با $\text{pH}=0$ قرار دارد.

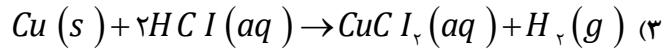
۱۴۶. با توجه به مقدار E° ها، کدام واکنش به صورتی که معادله آن نوشته شده است، انجام می‌پذیرد؟



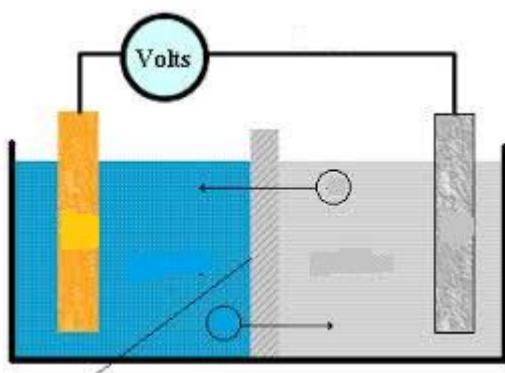
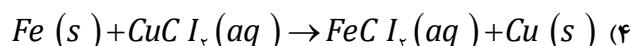
$$E^\circ(Cu^{++}(aq)/Cu(s)) = +0.34 \text{ V}$$



$$E^\circ(Fe^{++}(aq)/Fe(s)) = -0.41 \text{ V}$$

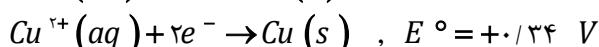
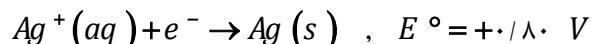


$$E^\circ(Mg^{++}(aq)/Mg(s)) = -2.38 \text{ V}$$

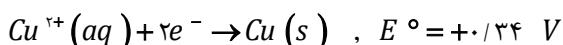


۱۴۷. در سلول گالوان $Cu|Cu(NO_3)_2||AgNO_3|Ag$ با توجه به شکل:

- أ. چرا دو محلول الکتروولیت در یکدیگر مخلوط نمی‌شوند؟ نام دیواره چیست؟
- ب. جهت‌های نشان داده شده مربوط به حرکت چه نوع یونی است؟
- ج. واکنش کلی سلول را نوشتہ و نیروی الکتروموتوری آن را به دست آورید.

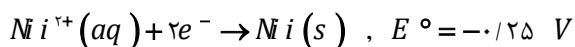
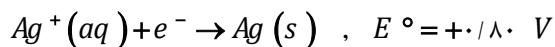
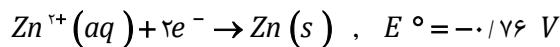


۱۴۸. با توجه به داده‌های زیر، می‌توان دریافت که کاهنده قوی‌تر



و اکسیده قوی‌تر است و E° سلول الکتروشیمیابی استاندارد

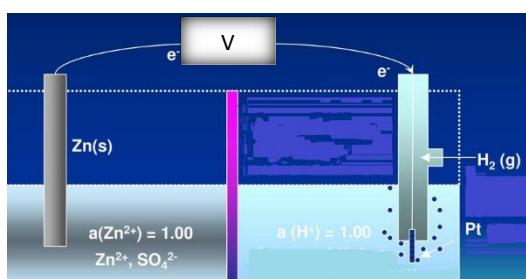
نیکل-مس، برابر ولت است.



۱۴۹. اگر E° یک سلول الکتروشیمیابی که در آن، واکنش: $A^{2+}(aq) + B(s) \rightarrow A(s) + B^{2+}(aq)$ انجام می‌گیرد با E° سلول

الکتروشیمیابی دیگری که در آن واکنش: $B^{2+}(aq) + C(s) \rightarrow B(s) + C^{2+}(aq)/B(s)$ انجام می‌گیرد، برابر باشد،

$$E^\circ(A^{2+}(aq)/A(s)) = -0.41 V, E^\circ(C^{2+}(aq)/C(s)) = -0.37 V$$



۱۵۰. با توجه به شکل رو به رو و E° الکترودها، کدام عبارت درست است؟

$$E^\circ[Zn^{2+}(aq)/Zn(s)] = 0.76 V$$

$$E^\circ[Pt^{2+}(aq).Pt(s)] = +1/2 V$$

۱) با انجام واکنش در این سلول، غلظت $Zn^{2+}(aq)$ افزایش یافته و کاتیون‌ها از دیواره

متخلخل به سوی الکترود روی حرکت می‌کنند.

۲) ضمن انجام واکنش در این سلول، جرم تیغه فلزی در کاتد، بر خلاف جرم تیغه فلزی در آند، ثابت می‌ماند.

۳) واکنش کلی این سلول به صورت: $Zn(s) + Pt^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Pt(s)$ است.

۴) الکترود روی آند است و قطب مثبت این سلول گالوانی را تشکیل می دهد.

۱۵۱. اگر E° واکنش: $B(s) + D^{r+}(aq) \rightarrow B^{r+}(aq) + D(s)$, منفی و $A^{2+}(aq) + B(s) \rightarrow B^{2+}(aq) + A(s)$ مثبت باشد، کدام گزینه همواره درست است؟

۱) ترتیب کاهنده‌گی این فلزها، به صورت: $D > A > B$ است.

۲) ترتیب اکسیدگی کاتیون‌های سه فلز، به صورت: $A^{2+} > D^{2+} > B^{2+}$ است.

۳) واکنش: $A(s) + D^{2+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + D(s)$ در شرایط استاندارد، خودبه‌خودی است.

۴) اگر پتانسیل کاهشی استاندارد الکترود D برابر $+0/33$ ولت باشد، فلز A با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد.

۱۵۲. اگر در سلول استاندارد روی-جیوه، به جای الکترود استاندارد جیوه، آهن قرار داده شود، کدام تغییر روی خواهد داد؟ (E° الکترودهای استاندارد روی، جیوه و آهن به ترتیب برابر $+0/85$ - $+0/76$ - $+0/44$ ولت است).

۱) E° سلول به اندازه $1/29$ ولت، کاهش می‌یابد.

۲) الکترود روی از آند به کاتد مبدل می‌شود.

۳) مقدار کاتیون $Zn^{2+}(aq)$ در محلول کاهش می‌یابد.

۴) جهت جریان الکترود در مدار بیرونی عوض می‌شود.

۱۵۳. با توجه به شکل زیر که طرح ساده‌ای از یک سلول گالوانی را نشان می‌دهد،

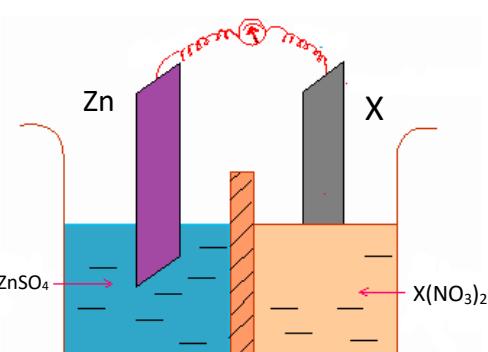
اگر X الکترود استاندارد فلز باشد،

۱) M' , کاتیون‌های دیواره متخلخل در محلول الکترود روی وارد می‌شوند.

۲) M , با انجام واکنش در سلول، از جرم تیغه روی کاسته می‌شود.

۳) M' , الکترود روی آند و E° سلول برابر $+0/44$ ولت است.

۴) الکترود روی کاتد و E° سلول برابر $+0/42$ ولت است.



$$E^\circ(Zn^{r+}(aq)/Zn(s)) = -0/79V$$

$$E^\circ(M^{r+}(aq)/M(s)) = -1/11V$$

$$E^\circ(M'^{r+}(aq)/M'(s)) = +1/47V$$

۱۵۴. با توجه به مقدار E° نیم واکنش‌های داده شده، کدام مطلب درست است؟

۱) در شرایط استاندارد، فلز آهن با محلول نمک های روی واکنش می دهد.

۲) قدرت کاهندگی این سه فلز، به صورت $\text{Ni} > \text{Fe} > \text{Zn}$ است.

$$E^\circ [\text{Ni}^{+}(aq) | \text{Ni}(s)] = -0.25 \text{ V}$$

۳) قدرت اکسندگی این سه کاتیون به صورت $\text{Zn}^{2+}(aq) > \text{Fe}^{2+}(aq) > \text{Ni}^{2+}(aq)$ است.

$$E^\circ [\text{Zn}^{+}(aq) | \text{Zn}(s)] = -0.76 \text{ V}$$

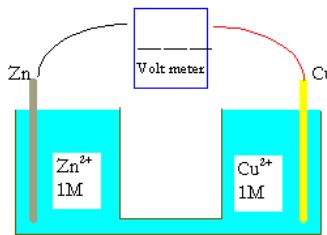
۴) تفاوت E° سلول الکتروشیمیایی آهن- نیکل با E° سلول الکتروشیمیایی روی- نیکل

$$E^\circ [\text{Fe}^{+}(aq) | \text{Fe}(s)] = -0.44 \text{ V}$$

برابر 0.32 Volt است.

۱۵۵. با توجه به شکل زیر، که تصویری از یک سلول گالوانی استاندارد است، کدام گزینه درست است؟

$$E^\circ [\text{Zn}^{+}(aq) | \text{Zn}(s)] = -0.76 \text{ V}$$



۱) آند در آن، قطب مثبت است و فلز مس در آن اکسید و به یون $\text{Cu}^{2+}(aq)$ مبدل می شود.

۲) الکترود مس کاتد و الکترود روی آند است و E° آن با کم کردن E° کاتد از E° آند به دست می آید.

۳) الکترود روی قطب منفی است و ضمن کار کردن سلول، غلظت یون $\text{Zn}^{2+}(aq)$ در آن کاهش می یابد.

۴) جریان الکترون در مدار بیرونی از سوی آند به سوی کاتد است و کاتیون از دیواره متخلخل به سوی الکترود مس حرکت می کند.

۱۵۶. با توجه به این که در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، منگنز بالاتر از آهن و مس پایین تر از هیدروژن جای دارد، می توان دریافت که:

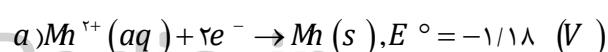
(۱) اکسندگیتر از $\text{Mn}^{2+}(aq)$ ، $\text{Cu}^{2+}(aq)$ است.

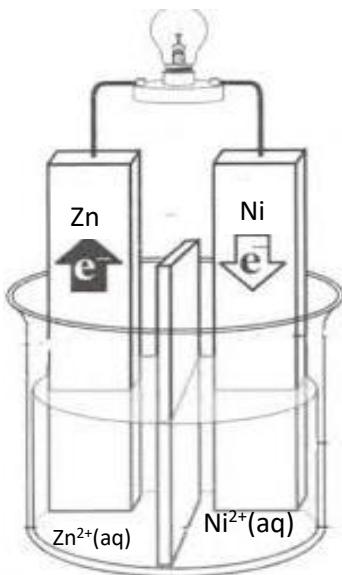
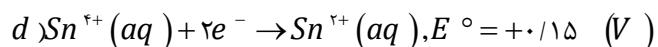
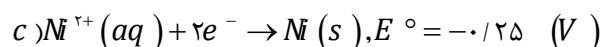
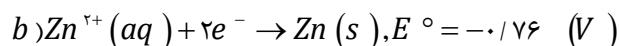
(۲) کاهنده تر از Mn(s) ، Fe(s) است.

۳) محلول نمک های مس را می توان در ظرف آهنی نگه داری کرد.

۴) E° سلول ولتاوی «منگنز- مس» از E° سلول ولتاوی «منگنز- آهن» کوچک تر است.

۱۵۷. از اتصال کدام دو نیم سلول زیر، سلول الکتروشیمیایی به وجود آمده، دارای بالاترین E° است؟





۱۵۸. با توجه به شکل زیر که به سلول الکتروشیمیایی «روی-نیکل» مربوط است، کدام مطلب درست است؟

$$E^\circ Ni^{2+}(aq)/Ni(s) = -0.25 \text{ V}$$

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

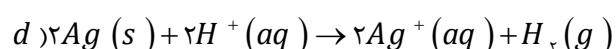
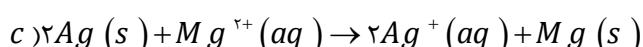
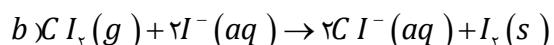
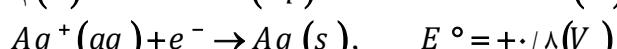
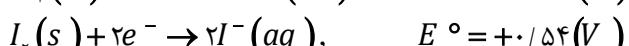
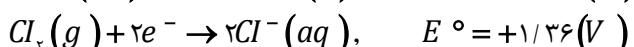
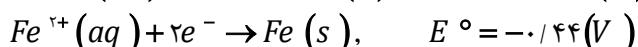
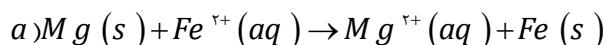
۱) آن برابر ۱/۰۱ ولت است.

۲) ضمن واکنش سلول، $[Ni^{2+}]$ افزایش می یابد.

۳) واکنش سلول، با اکسایش $Zn(s)$ و کاهش $Ni^{2+}(aq)$ همراه است.

۴) در قطب مثبت آن، نیم واکنش: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ انجام می گیرد.

۱۵۹. با توجه به پتانسیل‌های کاهشی استاندارد، نیم واکنش‌های زیر کدام واکنش(ها) زیر به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شوند؟



۱۶۰. با توجه به شکل رو به رو، که طرحی از یک سلول الکتروشیمیایی «روی-نقره» را نشان می‌دهد، کدام مطلب درباره آن، درست است؟

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

$$E^\circ (Ag^+(aq)/Ag(s)) = +0.80 \text{ V}$$

۱) آن برابر $2/36 +$ ولت است.

۲) الکترود نقره در آن قطب مثبت و محل انجام نیم واکنش اکسایش است.

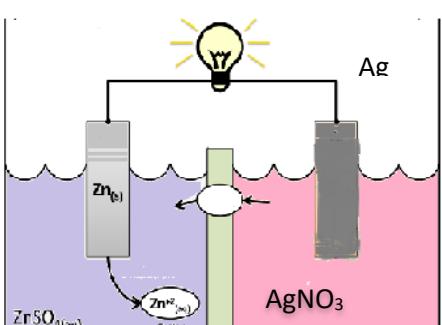
۳) الکترود روی در آن آند است و الکترون از آن در مدار بیرونی به سوی الکترود نقره جریان می یابد.

۴) واکنش کلی آن به صورت: $Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s) \rightarrow Zn(s) + 2Ag^+(aq)$ است.

۱۶۱. اختلاف پتانسیل مشاهده شده در دو نیم سلول روی - فلز X برابر $1/1$ ولت است، اگر اختلاف

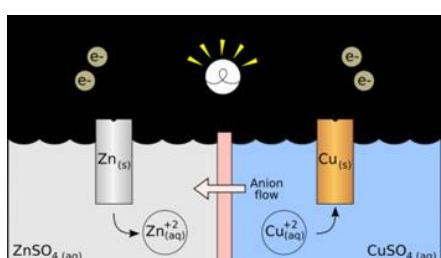
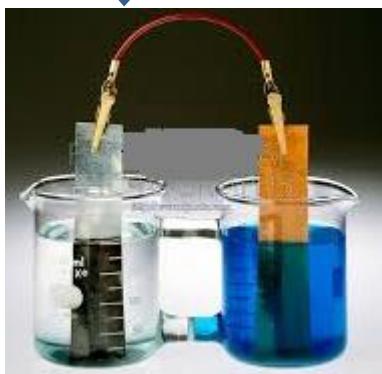
پتانسیل در سلول گالوانی نیکل - X برابر با $59/50$ ولت باشد:

أ. قدرت کاهندگی فلز نیکل بیشتر است یا روی؟ چرا؟



ب. اختلاف پتانسیل سلول روی - نیکل را به دست آورید.

بررسی نکات مهم درس



آند

- الکتروودی است که در سطح تیغه آن اکسایش صورت می‌گیرد و با آزاد کردن الکترون، تراکم بار منفی را افزایش می‌دهد.
- آندر سلول گالوانی قطب منفی را تشکیل می‌دهد.

تیغه در آند خورده و جرم کمتری پیدا می‌کند.

به طور قرارداد آند، نیم سلول سمت چپ است.

واکنش کلی آن به صورت $M(s) \rightleftharpoons M^{n+} + ne^-$ است.

- در نیم سلول سمت راست الکترون‌های انتقال یافته توسط سیم مسی از آند، کاتیون‌های اطراف خود را کاهش می‌دهد و مثل حالت قبل بین تیغه فلز (الکتروود) و محلول (الکتروولیت)، اختلاف پتانسیلی به وجود می‌آید.

کاتد

- الکتروودی است که در سطح تیغه آن کاهش صورت می‌گیرد و الکترون‌ها ارسال شده توسط سیم مسی از آند را جذب می‌کند.
- کاتد در سلول گالوانی قطب مثبت را تشکیل می‌دهد.
- بر جرم تیغه فلزی در کاتد افزوده می‌شود.
- به طور قرارداد کاتد، نیم سلول سمت راست است.
- واکنش کلی آن به صورت $M^{n+} + ne^- \rightleftharpoons M(s)$ است.

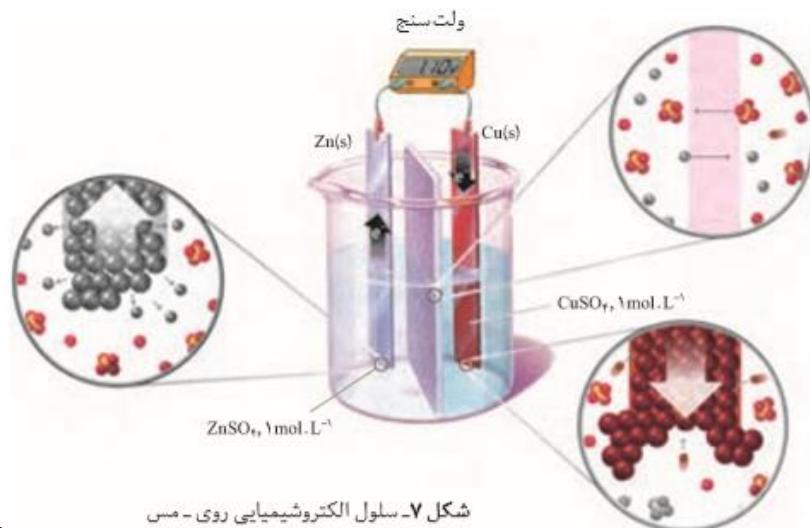
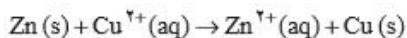
(۲) سیم مسی و عامل بارگذاری الکترون‌ها (لامپ و ولت سنج و ...)

سیم مسی جهت جایه‌جایی الکترون از یک نیم سلول به نیم سلول دیگر استفاده می‌شود. و عامل بارگذاری الکترون‌ها جهت مشاهده حریان استفاده می‌گردد.

(۳) دیواره متخلخل

برای بهم نخوردن توازن بار ناشی از عمل اکسایش و کاهش که منجر به افزایش غلظت کاتیون در محلول پیرامون الکترود آند، و افزایش غلظت آنیون‌ها در محلول پیرامون الکترود کاتد می‌شود به کار می‌رود.

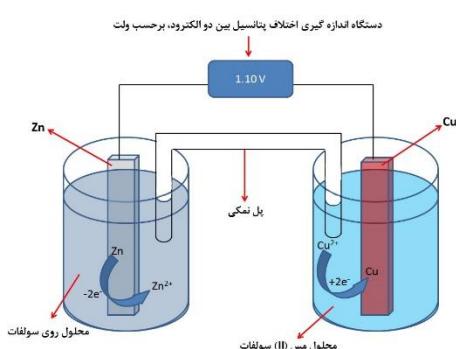
- محلول‌های موجود در هر دو ظرف باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. این مهم هنگامی امکان پذیر است که کاتیون‌ها از نیم سلول آند به کاتد و آنیون‌ها از نیم سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت کنند.



شکل ۷. سلول الکتروشیمیایی روی - مس

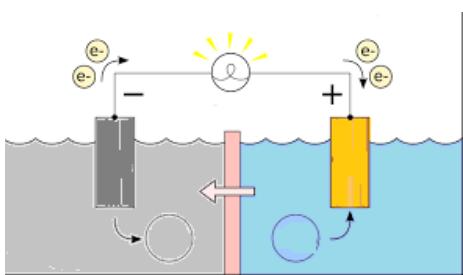
۹۹

ته

پل نمکی

در برخی از سلول‌های گالوانی به جای دیواره متخلخل می‌توان از پل نمکی که یک لوله U شکل حاوی سیرشدۀ یک الکتروولیت قوی مثل KCl استفاده نمود. و برای آن که محلول داخل پل نمکی به طور مستقیم با الکتروولیت در تماس نباشد سر لوله پنبه می‌گذارد.

جهت جریان



- جهت حرکت الکترون‌ها: همیشه جهت جریان الکترون‌ها از آند به کاتد است.
- جهت حرکت یون‌ها: همیشه کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند جریان می‌یابند.
- بسته بودن مدار جریان
- حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است و حرکت آنیون‌ها در مدار داخل محلول از کاتد به آند می‌باشد. بدین ترتیب مدار جریان کامل می‌شود.
- اگر بین دو محلول جایه‌جایی یونی برقرار نباشد، مبادله الکترون صورت نمی‌گیرد.

خلاصه نکات مربوط به آند و کاتد در جدول زیر آورده شده است:

کاتد	آند
کاهش	اکسایش
گرفتن الکترون	از دست دادن الکترون
قطب مثبت	قطب منفی
افزایش جرم تیغه در کاتد	کاهش جرم تیغه فلزی
جذب کاتیون از محلول مقابل	جذب آنیون از محلول مقابل
جرم کاتیون محلول کاهش می‌یابد	جرم کاتیون محلول افزایش می‌یابد
الکترون‌ها از طریق سیم خارج می‌شوند	

برای تشخیص کاتد و آند به روش‌های زیر توجه می‌شود:

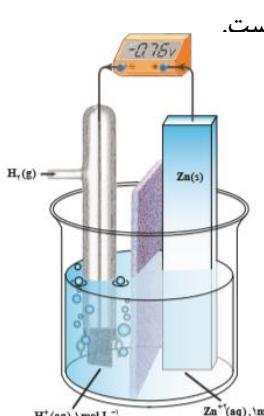
- ۱- براساس معادله واکنش: گونه‌ای که اکسایش می‌یابد نقش آند و دیگری نقش کاتد دارند.
- ۲- براساس نامی که برای سلول گالوانی به کار می‌رود سلول نیکل – مس در نوشتن فلز اولی نقش آند (نیکل) و دیگری کاتد(مس) است.
- ۳- از روی شکل سلول

أ. در صورت مثبت بودن پتانسیل سلول، آند سمت چپ و کاتد سمت راست

ب. در صورت نمایش جهت جریان الکترون، الکترون‌ها از آند به کاتد جریان می‌یابند. یعنی از قطب منفی به مثبت است.

ج. در صورت نمایش جهات حرکت یون‌ها، آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد می‌روند.

نیروی الکتروموتوری



- ولتاژی که ولت سنج در سلول گالوانی نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است کمیتی که به نیروی الکتروموتوری معروف است و با emf نمایش داده می‌شود و از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_c^{\circ} - E_a^{\circ}$$

- نیروی الکتروموتوری یک سلول همیشه مثبت است و اگر در سلولی منفی نشان داده شود به معنی جابه‌جا شدن آند و کاتد است.

تذکر: اگر پتانسیل سلول منفی نوشته شده باشد، به معنی منفی بودن پتانسیل سلول نیست بلکه نشان دهنده

این است که قطب‌های ناهمنام سلول و ولت‌سنج به هم متصل شده‌اند. در سلول روبه‌رو هیدروژن نقش کاتد و تیغه روی نقش آند دارد.

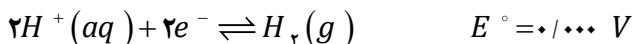
پتانسیل های الکتروودی استاندارد

هنگامی که دو نیم سلول به شکل مناسبی به یکدیگر متصل می شوند، یک سلول الکتروشیمیایی به وجود می آید. در این سلول الکتروشیمیایی، الکترون ها از الکتروودی با پتانسیل منفی تر به سمت الکتروودی با پتانسیل مثبت تر جريان می یابند. آنچه به وسیله ولت سنج اندازه گیری می شود فقط اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول یاد شده است.

از آنجا که اندازه گیری پتانسیل یک الکتروود به طور جداگانه ممکن نیست و نسبت دادن یک این مقدار مطلق به پتانسیل آن الکتروود نیز نتیجه ای در بر ندارد، شیمی دان ها برای حل مشکل، یک نیم سلول استاندارد انتخاب کردند و مقدار پتانسیل آن را برابر با صفر درنظر گرفتند. این نیم سلول استاندارد، الکتروود استاندارد هیدروژن (SHE) است.

الکتروود استاندارد هیدروژن

الکتروود استاندارد هیدروژن شامل یک الکتروود پلاتینی است که در یک محلول اسیدی با $pH = 0$ و گاز هیدروژن با فشار 1 atm از روی آن عبور داده شود. و در هر دمایی برابر صفر درنظر گرفته می شود.



به کارگیری واژه استاندارد برای پتانسیل های الکتروودی یادآور شرایط استاندارد، یعنی غلظت یک مولار برای یون های محلول و فشار یک اتمسفر برای گازهاست. و اغلب اندازه گیری ها در دمای 25°C انجام می گیرد. برای هماهنگی بیشتر و مطابق یک قرارداد، پتانسیل های الکتروودی استاندارد همواره به صورت پتانسیل های کاهشی استاندارد گزارش می شود. در هر نیم واکنش، الکترون ها در سمت چپ و گونه کاهش یافته در سمت راست قرار می گیرد. به دیگر سخن گونه کاهنده در سمت راست و گونه اکسنده در سمت چپ نوشته می شود.

در این جدول علامت E° فلزهایی که قدرت کاهنده کمتری از H_2 دارند، منفی و علامت E° فلزهایی که قدرت کاهنده کمتری از H_2 دارند، مثبت است.

جدول ۱- پتانسیل کاهشی استاندارد برای برخی نیم سلول ها

نیم واکنش کاهش	$E^\circ (\text{V})$
$\text{Au}^{+}(aq) + 3e^- \rightarrow \text{Au}(s)$	+1/5
$\text{Pt}^{+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Pt}(s)$	+1/2
$\text{Ag}^{+}(aq) + e^- \rightarrow \text{Ag}(s)$	+0/10
$\text{Cu}^{+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Cu}(s)$	+0/34
$2\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(g)$	0/00
$\text{Fe}^{+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Fe}(s)$	-0/44
$\text{Zn}^{+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Zn}(s)$	-0/76
$\text{Mn}^{+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Mn}(s)$	-1/18
$\text{Al}^{+}(aq) + 3e^- \rightarrow \text{Al}(s)$	-1/66
$\text{Mg}^{+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Mg}(s)$	-2/37



هرچه E° منفی تر باشد فلز کاهنده قوی تر است. و کاتیون آن اکسنده ضعیفتر خواهد بود.

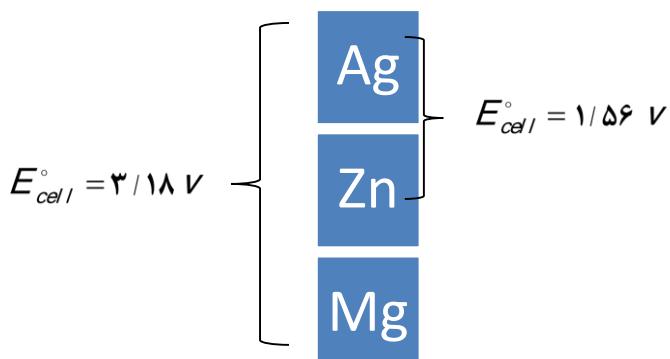
هرچه E° مثبت تر باشد کاتیون فلز یا نافلز اکسنده قوی تر است. سری الکتروشیمیایی کمک می کند تا بتوان واکنش پذیری فلزها را با هم مقایسه کرد؛ به دیگر سخن انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش های میان آنها را پیش بینی کرد. برای این کار کافی است E_{cell}° را برای سلولی محاسبه کرد که واکنش اکسایش - کاهش یاد شده در آن رخ می دهد. اگر مقدار E_{cell}° باشد، واکنش از چپ به راست خود به خودی و انجام پذیر است.

اگر مقدار E_{cell}° منفی باشد، واکنش انجام ناپذیر است. به عبارت دیگر، واکنش از راست به چپ خود به خودی است.

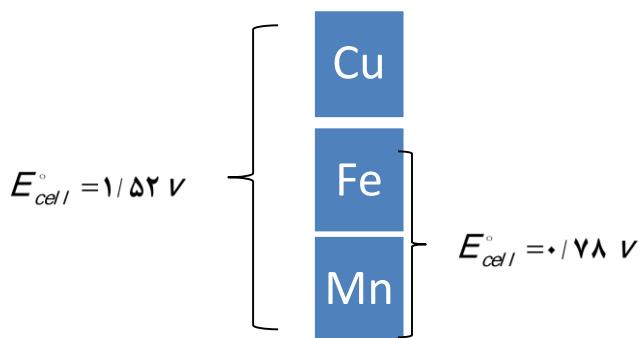
این روش به واکنش های دیگر نیز قابل تعیین است. فلزاتی که E° منفی دارند نسبت به گاز هیدروژن کاهنده قوی تری هستند، بنابراین این فلزات در اسیدها حل می شوند و گاز هیدروژن آزاد می کنند.

برای نگه داری اسیدها می توان از ظروفی که جنس آنها فلزاتی که دارای E° مثبت اند نظیر مس، نقره، پلاتین و طلا استفاده نمود.

- قوی ترین نافلز جدول دوره‌ای قوی ترین اکسندنده جدول سری پتانسیل استاندارد کاهشی خواهد بود.
- براساس این جدول قدرت کاهنده‌گی فلزات بالای جدول از کاتیون‌های پایین جدول بیشتر است. $\text{Ag} > \text{Mg}^{2+}$
- هرچه اختلاف E° دو فلز بیشتر باشد ولتاژ سلول گالوانی حاصل از آن دو فلز بیشتر خواهد بود.
- اگر دو سلول گالوانی در کاتد مشترک باشند ولی آند متفاوتی داشته باشد، قدرت کاهنده‌گی آندی بیشتر است که ولتاژ سلول آن عدد مثبت تری است. در مثال زیر فلز نقره کاتد مشترک و فلز منیزیم کاهنده قوی تری است.



- اگر دو سلول گالوانی در آند مشترک باشند ولی کاتد متفاوتی داشته باشد، قدرت اکسندنده کاتیون‌های آندی بیشتر است که ولتاژ سلول آن عدد مثبت تری است. در مثال زیر Mn آند مشترک است و کاتیون Cu^{+2} اکسندنده قوی تر است.



جدول ۱- پتانسیل‌های کاهشی استاندارد برای برخی نیمه‌سلول‌های یون فلز/فلز

- در منابع پتانسیل‌های کاهشی استاندارد به صورت زیر است.
اولاً به صورت تعادلی نوشته می‌شوند.

دوماً از پتانسیل منفی به مثبت نوشته شده است.
در این منابع قوی ترین کاهنده فلز لیتیم و قوی ترین اکسندنده مولکوهای فلورور است.

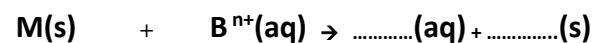
ضعیف ترین اکسندنده کاتیون لیتیم و ضعیف ترین کاهنده آنیون فلورور است.
مطابق داده‌های پتانسیل کاهشی استاندارد واکنش خودبه‌خودی و انجام پذیر است که فلز کاهنده‌تر با کاتیون اکسندنده‌تر واکنش دهد یعنی در جدول اصلی روبرو، فلز سمت راست بالایی با کاتیون سمت چپ پایینی واکنش دهد.

گونه کاهنده \rightleftharpoons + ne ⁻	E° (V)
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}(\text{s})$	-2/71
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{s})$	-2/38
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	-1/66
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	-0/76
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	-0/44
$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	0
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$	+0/18
$\text{Pt}^{4+}(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{s})$	+1/20
$\text{Au}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}(\text{s})$	+1/68

نتیجه: هنگامی یک واکنش اکسایش - کاهش خودبه خودی است که

$$E^\circ_{\text{Reaction}} > 0$$

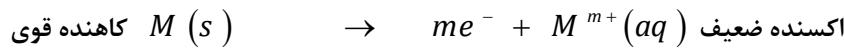
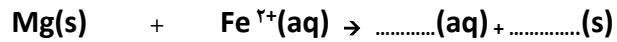
$$E^\circ_{\text{Reaction}} = E^\circ - \text{کاهش یافته}$$



کاهنده قوی اکسنده قوی

فلز سمت راست کاتیون سمت چپ

جدول پتانسیل جدول پتانسیل



قسمت سوم

قسمت سوم که از صفحه‌های ۴۹ تا ۵۳ کتاب درسی را شامل می‌شود، مطالب زیر را می‌خوانید:

- لیتیم، فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی
- سلول سوختی، منبعی برای تولید انرژی سبز
- عدد اکسایش

جای خالی

۱۶۲. هریک از عبارتهای داده شده را با استفاده از موارد زیر کامل کنید (برخی از موارد اضافی هستند).

منیزیم - گالوانی - سبز - اکسنده - ۳ - می‌تواند - کمترین - لیتیم - چگالی - دفع - دمای ذوب - کاهنده
- مواد سمی - بازیافت - فلزهای ارزشمند - فسیلی - سوختی - بالاترین - نمی‌تواند - ۵

- أ. در ساخت باتری نقش فلز پورنگ است، چون قوی ترین و کمترین را دارد.
- ب. پسماندهای الکترونیکی به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از و گران قیمت، منبعی برای این مواد هستند.
- ج. مناسب ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه ها سوخت به شمار می‌رود.
- د. سلول هیدروژن — اکسیژن رایج ترین سلول است.
- ه. در سلول سوختی گاز اکسیژن نقش دارد.
- و. اتم گوگرد در ترکیب H_2S و در ترکیب SO_3 عدد اکسایش را دارد.
- ز. ترکیب FeO هم نقش اکسنده و هم نقش کاهنده داشته باشد.
- ح. ضریب الکترون در نیم واکنش $(\text{I}) \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$ برابر است.

دروست یا نادرست

۱۶۳. جمله‌های زیر را مطالعه کرده و درست یا نادرست بودن آنها را مشخص کنید. و علت نادرستی یا شکل صحیح جمله‌های نادرست را بنویسید.
- در باتری ساعت مچی با انجام شدن نیم واکنش فقط آندی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی بوقرار می‌شود.
 - سوزاندن گاز هیدروژن در سلول سوختی بازده را تا ۲۰٪ افزایش می‌دهد.
 - در کاتد سلول سوختی، همیشه گاز اکسیژن وارد می‌شود.
 - ویژگی‌های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار شود.
 - بالاترین عدد اکسایش یک گونه می‌تواند به عنوان کاهنده نیز عمل کند.
 - حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی سمی هستند و بازیافت این مواد ارزشی ندارد.
 - عدد اکسایش فلز سدیم در اغلب ترکیبات +۱ است.
 - سلول‌های سوختی قادر به ذخیره سازی انرژی شیمیایی نیستند.

$$\text{ط. بار } q \text{ در ترکیب } \left[:N \equiv N - N \equiv N - N : \right]^q \text{ برابر } 1 \text{ است.}$$

برقراری ارتباط

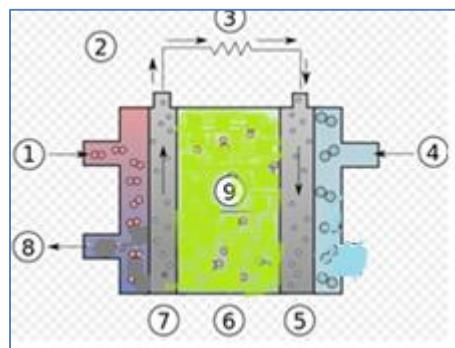
۱۶۴. هر یک از عبارتهای ستون A با یک مورد از ستون B در ارتباط است، این ارتباط را پیدا کرده و حرف مربوط را داخل کادر مورد نظر بنویسید) برخی از موارد ستون B اضافی هستند).

ستون B	ستون A
(a) باتری قلمی	نووعی سلول گالوانی که دوستدار محیط زیست است.
(b) سلول ولتاوی	فلزی که جایگاه ممتازی در تأمین انرژی جهان پیدا کرده است.
(c) لیتیم	منبعی برای بازیافت فلزهای ارزشمند و گران قیمت است.
(d) پسماند الکترونیکی	از جمله باتری‌های لیتیمی است که در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به کار می‌رود
(e) کربن	
(f) صفر	عدد اکسایش آن در تمام ترکیبات یکسان است.
(g) سلول سوختی	عنصر اصلی از جدول دوره‌ای که بیشترین محدوده تغییر عدد اکسایش را دارد.
(h) باتری دگمه‌ای	عدد اکسایش عناصر به حالت آزاد
(i) فلوئور	
(j) یک	
(k) طلا	

مهارتی

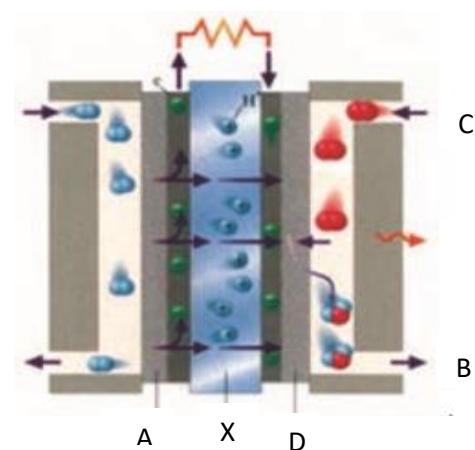
۱۶۵. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
- استخراج و مصرف بی رویه کدام نوع سوخت‌ها سبب شده تا ذخایر انرژی به سرعت کاهش یابد؟
 - چرا نباید پسماندهای الکترونیکی در طبیعت رها یا دفن شوند؟
 - چرا در فناوری ساخت باتری‌های جدید نقش فلز لیتیم پررنگ است؟

۵. یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن — اکسیژن خودنمایی می‌کند، چیست؟



۱۶۶. طرح زیر مربوط به نمایی از یک سلول سوختی است
بخش‌های شماره گذاری شده را بنویسید.

۱۶۷. اگر گاز طبیعی (متان) به جای کاربرد مستقیم در موتور خودرو، در سلول سوختی خودروها به کار رود، کدام برتری را دارد؟



۱) کاهش خطرات نگهداری و افزایش ایمنی سوخت

۲) کاهش هزینه ساخت و پیچیدگی ساختار خودروها

۳) کاهش مقدار گازهای گلخانه‌ای به ازای مصرف هر متر مکعب سوخت

۴) افزایش بازدهی تبدیل انرژی شیمیایی سوخت به انرژی الکتریکی

۱۶۸. چند مورد از مطالب داده شده درباره شکل رو به رو، که طرحی از سلول سوختی را نشان می‌دهد، نادرست است؟

۱) از آن برای تامین برق و آب آشامیدنی در فضای پیماها استفاده می‌شود.

۲) A، آند را نشان می‌دهد و B محل خروج بخار آب و هیدروژن اضافی است.

۳) کاتد را نشان می‌دهد و C محل ورود بخار آب است.

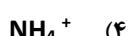
۴) دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.

۵) واکنش کلی آن به صورت $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ است.

۶) X غشای مبادله کننده یون هیدروکسیل را نشان می‌دهد.

۱۶۹. اگر در سلول سوختی به جای هیدروژن از سوخت ارزان تر و کم خطرتری مانند متان استفاده شود، برای عبور همان شمار الکترون ناشی از مصرف یک مول هیدروژن از مدار، چند گرم متان باید مصرف شود؟ ($C = 12, H = 1: g \cdot mol^{-1}$)

۱۷۰. عدد اکسایش اتم مرکزی، در هر یک از ترکیبات زیر را به دست آورید.



۱۷۱. عدد اکسایش کلیه اتمها در ترکیبات زیر را تعیین کنید.



۱۷۲. در واکنش موازن نشده : $Na_2B_4O_7(g) + HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_4BO_4(aq) + NaCl(aq)$

ا. تغییر عدد اکسایش هر اتم بور، چند است؟

ب. واکنش را موازن نمایید.

۱۷۳. اتم X در ترکیب با سدیم تولید Na_3X می نماید فرمول اکسید این اتم با بالاترین عدد اکسایش چیست؟

۱۷۴. واکنش تبدیل کدام دو گونه به یک دیگر از نوع اکسایش - کاهش است و شمار بیشتری از الکترون‌ها در آن جا به جا می‌شوند؟

(۱) یون کروم به کروم (III) اکسید (۲) سدیم اکسید به سدیم هیدروکسید

(۳) یون پراکسید به یون اکسید (۴) گوگرد تری اکسید به سولفوریک اسید

۱۷۵. در کدام دو ترکیب، عدد اکسایش گوگرد با هم برابر است؟

Na_2SO_3, Na_2SO_4 (۴) Na_2SO_4, H_2SO_4 (۳) SO_2, Na_2SO_3 (۲) SO_2, Na_2SO_4 (۱)

۱۷۶. عدد اکسایش اتم مرکزی، در کدام ترکیب بزرگتر است؟

$K_2Cr_2O_7$ (۴) H_2SO_4 (۳) $KMnO_4$ (۲) CF_4 (۱)

۱۷۷. جمع جبری عدد اکسایش اتم های کربن در مولکول بنزوئیک اسید با عدد اکسایش کدام عنصر در ترکیب داده شده، برابر است؟

(۱) S در پتاسیم سولفید (۲) C در فرمالدهید

(۳) N در نیتریک اسید (۴) Cl در پتاسیم کلرات

۱۷۸. تغییر عدد اکسایش یک اتم کربن در واکنش سوختن کامل کدام دو ماده، با هم برابر است؟

(۱) اتان و اتین (۲) اتان و بنزن (۳) اتین و اتن (۴) اتین و بنزن

۱۷۹. نسبت مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها به واکنش دهنده پس از موازن نه این واکنش کدام است؟



$\frac{5}{8}(4)$ $1(3)$ $\frac{1}{2}(2)$ $\frac{5}{7}(1)$

۱۸۰. اتم نیتروژن در کدام دو ترکیب، به ترتیب (از راست به چپ)، فقط نقش اکسیده و کاهنده را دارد؟

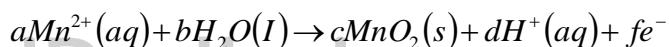
$NO - NH_4Cl$ (۴) $NH_4OH - NaNO_3$ (۳) $N_2O - N_2O_5$ (۲) $NaN_3 - HNO_3$ (۱)

۱۸۱. عدد اکسایش اتم با عدد اکسایش اتم برابر است.

(۱) در H - KH در H (۲) در Mg - Mg_2N_2 در Mg

(۳) در Fe - $FeO(OH)$ در S - Na_2SO_3 در Mn - $KMnO_4$ در Mn

۱۸۲. مجموع ضریب های a,b,c,d و f در نیم واکنش زیر، پس از موازن کدام است؟



۱۸۳. در کدام واکنش زیر گاز هیدروژن نقش اکسنده دارد؟

- ۱) $CH_3O + H_2 \rightarrow CH_3OH$
- ۲) $C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_4$
- ۳) $C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_6$
- ۴) $Ca + H_2 \rightarrow CaH_2$

بررسی نکات مهم درس

پیل‌های سوختی

- سلول سوختی ساختاری همانند سلول گالوانی دارد.
- رایج‌ترین سلول سوختی، گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده است البته می‌تواند به جای هیدروژن متانول یا متان و ترکیبات هم خانواده آن نیز باشد.

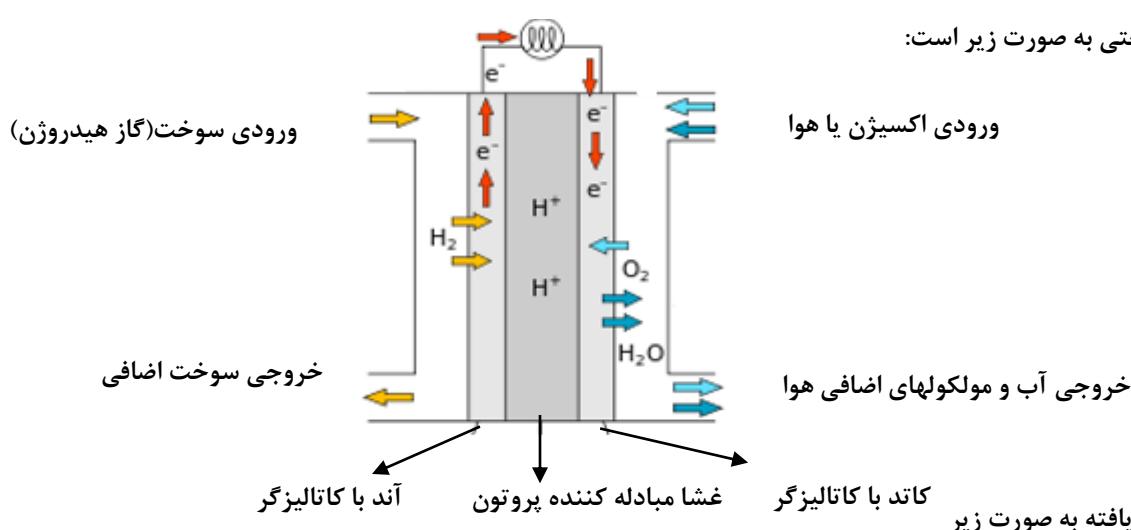
بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکترومکانیکی تبدیل می‌شود.

- هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد است. در واقع آند و کاتد کاتالیزگرهایی هستند که انجام نیم واکنش اکسایش و کاهش را آسانتر می‌کند.

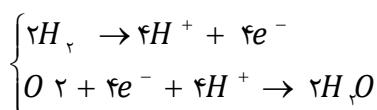
گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد شده، اکسایش می‌یابد و هم زمان با آن گاز اکسیژن در واکنش با سوخت کاهش می‌یابد.

- سلول‌های سوختی افرون بر کارایی بیشتر می‌توانند ردپای کربن دی اکسید را کاهش دهند به طوری که دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می‌روند.

شکل کلی سلول سوختی به صورت زیر است:



نیم واکنش‌های انجام یافته به صورت زیر



- بزرگ‌ترین چالش در کاربرد سلول‌های سوختی تولید گاز هیدروژن در مقیاس صنعتی است. برکافت آب راهی برای تأمین گاز هیدروژن است.

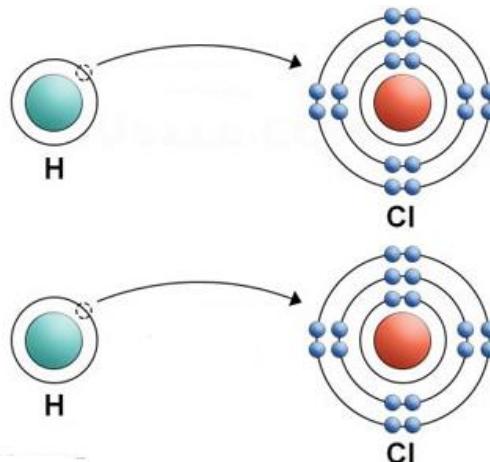
سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند.

- سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز بازدهی نزدیک به درصد ۲۰ دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر افزایش می‌دهد.

- می‌توان از سلول سوختی برای تهیه الکتریسیته و آب مورد نیاز فضانوردان استفاده کرد.

عدد اکسایش

عدد اکسایش یک اتم را به سادگی می‌توان توسط الکترون‌های واکنش زیر نشان داد. در این واکنش، دو زیر واکنش رخ می‌دهد. هیدروژن، که دارای یک الکtron تنها، در مدارش هست، آن را از دست می‌دهد و کلر که دارای ۱۷ الکترون در حالت پایدار است، الکترون هیدروژن را می‌گیرد.



به این صورت که اگر ماده‌ای الکترون از دست بدهد، عدد اکسایش آن افزایش می‌یابد. بر عکس، هنگامی که یک ماده الکترون می‌گیرد، عدد اکسایش آن کاهش می‌یابد.

به عنوان مثال، در واکنش فوق که بین هیدروژن و کلر اتفاق می‌افتد، از دست دادن الکترون توسط اتم هیدروژن، به عدد اکسایش اتم هیدروژن می‌افزاید و آن را تبدیل به بار مثبت می‌کند، در حالی که به دست آوردن الکترون توسط اتم‌های کلر، عدد اکسایش آن را کاهش می‌دهد و آن را تبدیل به بار منفی می‌کند.



قواعد تعیین عدد اکسایش

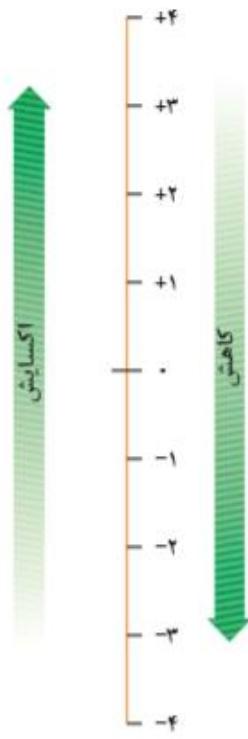
قانون ۱: عدد اکسایش عناصر ترکیب نشده، که بار الکتریکی ندارند، همواره صفر است. این موضوع به استثناء این که این عنصر به عنوان یک اتم یا مولکول چند اتمی باشد، درست است. این موضوع به این معنی است که O_2 (اکسیژن)، Mg (منیزیم)، Al (آلومینیوم) He (هلیم) S_8 (سولفور) دارای عدد اکسایش صفر هستند، چرا که عدد اکسایش اتم‌های سازنده در شکل‌گیری مولکول‌های ساده تغییری نمی‌کند. پیوند بین اتم‌های عناصر یکسان همیشه کووالانسی است، که در آن‌ها الکترون‌ها به اشتراک گذاشته شده است. بر عکس یون‌ها، از اتمی به اتم دیگر منتقل می‌شود.

قانون ۲: عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر با بار آن یون‌ها است. به عنوان مثال Na^+ (یون سدیم که یک الکترون از دست داده است) و Al^{3+} (یون آلومنیوم که سه الکترون از دست داده است) و Cl^- (یون کلر که یک الکترون به دست آورده است)، به این ترتیب دارای اعداد اکسایش $+1$ و $+3$ و -1 هستند. با این حال، فلزهای زیادی می‌توانند با نافلزهای تشکیل یون دهنده، به ویژه کربن، گوگرد و آهن، و می‌توانند اعداد

اکسایش متفاوتی داشته باشند.

بنابراین، هر چند بار الکتریکی برابر عدد اکسایش است، ممکن است در بعضی شرایط تغییر کند.

- اعداد اکسایش اعلی نافلزها در محدوده زیر تغییر می‌کند



تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت \leq عدد اکسایش نافلز \leq (۸ - الکترون‌های لایه ظرفیت)

مثال برای اتم کربن اعداد اکسایش از -4 تا $+4$ تغییر می‌کند

قانون ۳: عدد اکسایش اکسیژن تقریباً همیشه برابر -2 است. تنها زمانی عدد اکسایش اکسیژن تغییر می‌کند که در ترکیباتی به نام پروکسیدها O_2^- یا سوپر اکسیدها O_2^2- باشد، که در آن صورت عدد اکسایش برابر -1 و $\frac{1}{2}$ همچنین در ترکیبات فلوئوردار OF_2 یا (HOF و O_2F_2) که در آن صورت عدد اکسایش برابر $+2$ و $+1$ خواهد بود.

قانون ۴: به طور مشابه، عدد اکسایش هیدروژن تقریباً همیشه برابر $+1$ است. تنها زمانی این مقدار تغییر می‌کند که هیدروژن به صورت هیدریدهای یک فلز به کار رفته باشد، هیدریدهای فلزی، که فقط در این صورت عدد اکسایش آن برابر -1 می‌شود. مانند NaH

قانون ۵: عدد اکسایش در فلزات گروه اول جدول دوره‌ای شامل لیتیم، سدیم، پتاسیم و برابر 1 است. تنها زمانی این قانون تغییر می‌کند که فلزات در قالب عنصر آزاد باشند که در این صورت عدد اکسایش آنها برابر صفر است.

قانون ۶: فلزات قلیایی خاکی مانند منیزیم و کلسیم دارای عدد اکسایش $+2$ هستند. مانند قانون قبلی، این قانون نیز در صورتی که فلزات در قالب عنصر آزاد باشند، تغییر می‌کند و در این حالت عدد اکسایش آنها برابر صفر است.

قانون ۷: مجموع اعداد اکسایش همه اجزای یک ترکیب خنثی برابر صفر است. این قانون در به دست آوردن عدد اکسایش یک عنصر خاص در یک ترکیب مفید است. به عنوان مثال، اگر ترکیب پایدار H_2SO_4 (اسید سولفوریک) را در نظر بگیرید، ما می‌دانیم که عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن در این ترکیب به صورت زیر است:

$$2(1) + 4(-2) = -6$$

بنابراین، برای این که H_2SO_4 در حالت تعادل باشد، باید عدد اکسایش گوگرد برابر $+6$ باشد، که تنها یکی از اعداد اکسایش آن است.

$$-2 \leq S \leq 6$$

قانون ۸: درست مانند قانون قبلی، عدد اکسایش خالص یک یون چند اتمی نیز برابر با بار روی آن است. این قانون نیز در حقیقت همان قانون قبلی است، با این تفاوت که این قانون به ترکیبات دارای بار الکتریکی می‌پردازد در صورتی که قانون قبلی به ترکیبات پایدار الکتریکی و خنثی. به عنوان مثال، اگر ما یون باردار $-4 SO_4^{2-}$ را در نظر بگیریم، که بار آن برابر -2 است، معادله‌ای به صورت زیر خواهیم داشت:

$$1(+6) + 4(-2) = -2$$

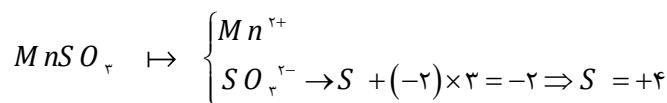
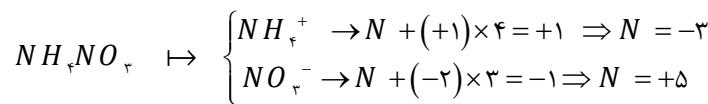
استفاده از این نوع معادلات جبری، بهترین راه برای به دست آوردن عدد اکسایش عناصر ناشناخته است.

تذکر ۱: عدد اکسایش فلزات واسطه خارجی معمولاً در بازه از صفر تا مجموع الکترون‌های ns و $(n-1)d$ تغییر می‌کند. یعنی

$$\text{داریم: } (n-1)d + ns \leq \text{عدد اکسایش فلز واسطه} \leq$$

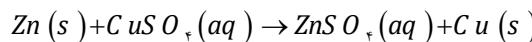
فلزات واسطه اعداد اکسایش متنوعی دارند و تنوع اعداد اکسایش برای عناصر میانی سری عناصر واسطه بیشترین است. عناصر ابتدایی سری به علت کمی تعداد الکترون‌های ظرفیت تنوع اعداد اکسایش پایینی دارند در حالیکه عناصر انتهایی سری به علت کاهش تمایل برای از دست دادن الکترون تنوع عدد اکسایش کمی دارند.

تذکر ۲: اگر عدد اکسایش خواسته شده مربوط به نمک‌های چندتایی باشد بهتر است در ابتدا کاتیون و آنیون آن از هم جدا گردد.

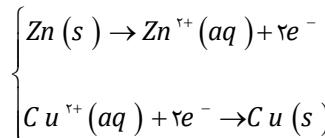
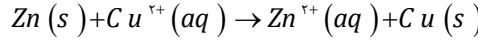


این‌ها قواعد مهم در تعیین عدد اکسایش بود.

در این واکنش، نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش به شرح زیر است:



با حذف یون ناظر معادله یونی به دست می‌آید:



از آن جایی که عدد اکسایش روی از ۰ به ۲+ تغییر کرده است، این یک معادله اکسایش است. دو الکترون آزاد شده از اتم روی توسط یون مس در معادله کاهشی زیر گرفته شده‌اند:

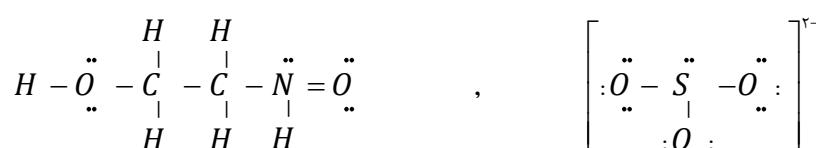
از آن جایی که عدد اکسایش مس از ۲+ به ۰ تغییر کرده، این یک واکنش کاهشی است.

محاسبه عدد اکسایش با استفاده از ساختار لوویس

اما در برخی از واکنش‌ها روندی که در معادله واکنش فوق مشاهده کردید دیده نمی‌شود زیرا همه گونه‌های شرکت کننده در واکنش، مولکول‌های

خنثی هستند و شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند.

(الف) ساختار الکترون نقطه‌ای مولکول یا یون مورد نظر را رسم کنید.

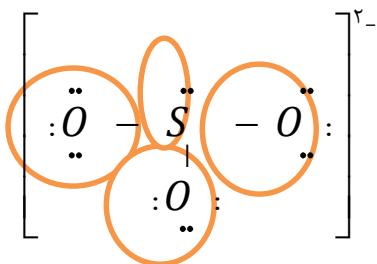


ب) برای هر جفت الکترون پیوندی موجود میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت دهید.

پ) برای هر جفت الکترون پیوندی موجود میان دو اتم متفاوت، دو الکترون به اتمی که خاصیت نافلزی بیشتری دارد، نسبت داده می‌شود.

ت) همه الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت دهید.

ث) همه الکترون‌های نسبت داده شده به هر اتم را بشمارید.



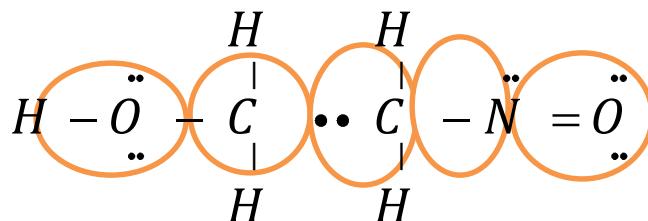
ج) تعداد الکترون‌های نسبت داده شده را از تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم باد شده کم کنید.

باقي مانده عدد اکسایش اتم مورد نظر است.

$$\text{تعداد الکترون‌های اطراف اتم} - \text{تعداد الکترون‌های ظرفیت} = \text{عدد اکسایش اتم}$$

$$\text{O} = 6 - 8 \rightarrow -2$$

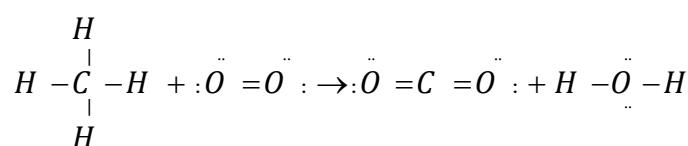
$$\text{S} = 6 - 2 \rightarrow +4$$



$$H = +1, O = -2, C = -1, N = +1$$

تذکر: مجموع اعداد اکسایش تک تک اتم‌ها برابر با بار گونه مورد بررسی است.

واکنش قبلی رو دوباره نوشته و اکنون اعداد اکسایش اتم‌ها را به دست می‌آوریم:



کربن متان برابر -4 و در کربن دی اکسید برابر $+4$ است. و اکسیژن در مولکول O_2 برابر صفر و در سایر ترکیبات برابر -2 است.

انتقال الکtron و عدد اکسایش

اکسایش: با از دست دادن الکترون عدد اکسایش بیشتر می‌شود پس اکسایش صورت می‌گیرد.

کاهش: با به دست آوردن الکترون عدد اکسایش کاهش می‌یابد پس کاهش صورت می‌گیرد.

کاهنده: هرگاه عدد اکسایش گونه‌ای افزایش یابد نقش کاهنده دارد.

اکسنده: هرگاه عدد اکسایش گونه‌ای کاهش یابد نقش اکسنده دارد.

بالاترین عدد اکسایش یک گونه فقط نقش اکسنده و پایین‌ترین عدد اکسایش فقط نقش کاهنده دارد.

بالاترین عدد اکسایش $+4$ - پایین‌ترین عدد اکسایش -4

به عنوان نمونه نقش کربن در ترکیبات مختلف آن به صورت زیر است:

CH_4 : عدد اکسایش کربن برابر ۴ - و فقط نقش کاهنده دارد چون فقط عدد اکسایش آن می‌تواند افزایش یا اکسایش یابد.

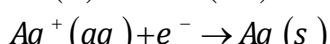
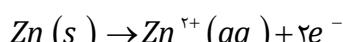
CO_2 : عدد اکسایش کربن برابر ۶ + و فقط نقش اکسنده دارد چون فقط عدد اکسایش آن می‌تواند کاهش یابد.

H_2CO و CO و HCOOH هم نقش اکسنده و هم نقش کاهنده دارند چون اعداد اکسایش آنها بین دو عدد ۴ + و ۴ - قرار دارد.

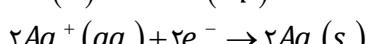
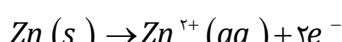
موازنی واکنش با استفاده از موازنی نیم واکنش‌ها

- موازنی بار در هر نیم واکنش با استفاده از الکترون انجام می‌شود. حضور الکترون‌ها در یک معادله بدین معنی است که آن معادله یک نیم واکنش می‌باشد $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Ag}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}(\text{s}) + \text{Ag}^+(\text{aq})$.

هنگامی که دو نیم واکنش مربوط به یک معادله اکسایش-کاهش با هم جمع شود، معادله موازنی شده نهایی به دست می‌آید.

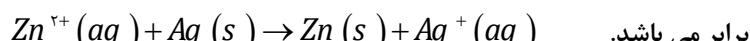


- توجه کنید که در این فرایند جمع کردن، الکترون‌ها که تعداد آنها در دو طرف یکسان است، حذف می‌شوند و در معادله موازنی شده



نهایی وجود ندارند.

- دلیل حذف شدن آنها این است که تعداد کل الکترون‌های از دست رفته در نیم واکنش دوم برابر می‌باشد.



نکته: به طور خلاصه، موازنی کردن با استفاده از این روش شامل سه مرحله می‌باشد که عبارت اند از:

اول: معادله اولیه موازنی نشده را به دو نیم واکنش اولیه موازنی نشده تفکیک می‌کنیم.

دوم: هر نیم واکنش را موازنی می‌کنیم. (هر معادله اکسایش-کاهش مجموع دو نیم واکنش موازنی شده است).

سوم: با جمع کردن دو نیم واکنش موازنی شده، واکنش اکسایش-کاهش موازنی شده نهایی را به دست می‌آوریم، برای انجام این عمل، هر نیم واکنش موازنی شده را در صورت نیاز در یک ضرب می‌کنیم تا به این ترتیب، تعداد کل الکترون‌های از دست رفته در نیم واکنش اول با تعداد کل الکترون‌های گرفته شده در نیم واکنش دوم برابر شود، در نتیجه تمام الکترون‌ها حذف شده و در معادله موازنی شده ظاهر نمی‌شوند. (اگر الکترونی در معادله نهایی وجود داشته باشد، آن معادله نادرست می‌باشد).

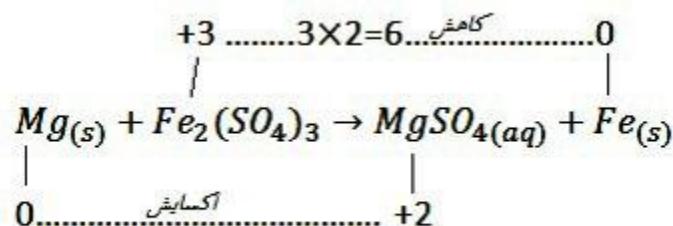
موازنی واکنش با استفاده از عدد اکسایش

در واکنش‌های اکسایش-کاهش می‌توان از تغییر عدد اکسایش برای موازنی واکنش استفاده کرد.

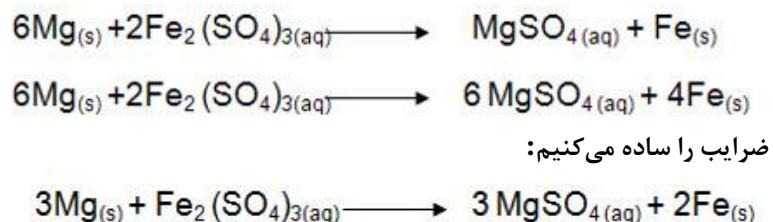
به واکنش زیر توجه کنید:



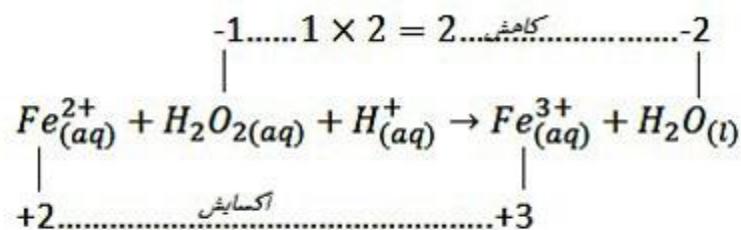
برای موازنی این واکنش ابتدا تغییر عدد اکسایش هر یک از عناصر را بدست می‌آوریم و اگر عنصری در سمت چپ واکنش زیروندی به غیر از یک داشت، تغییر عدد اکسایش را در آن زیروند ضرب می‌کنیم. توجه داشته باشید میزان تغییر عدد اکسایش بدون علامت در زیروند ضرب می‌شود.



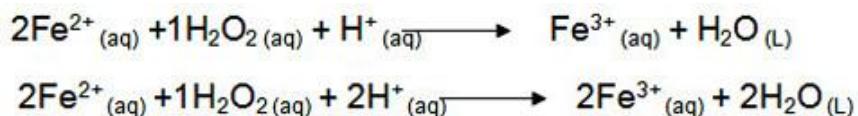
Mg اکسایش یافته و کاهنده است. Fe کاهش یافته و اکسنده است.
حال در سمت چپ واکنش تغییر عدد اکسایش ماده‌ی کاهنده را به عنوان ضریب ماده‌ی اکسنده و تغییر عدد اکسایش ماده‌ی اکسنده را به عنوان ضریب ماده‌ی کاهنده قرار داده و شروع به موازنه عناصر می‌کنیم.



یک مثال دیگر: به موازنه‌ی زیر توجه نمایید:



Fe اکسایش یافته و کاهنده است. O کاهش یافته و اکسنده است.



قسمت چهارم

قسمت چهارم که از صفحه‌های ۵۴ تا ۵۶ کتاب درسی را شامل می‌شود، مطالب زیر را می‌خوانید:

برقافت آب، راهی برای تولید گاز هیدروژن •

- سلول الکترولیت
- برقکافت NaCl مذاب و تهیه فلز سدیم

جای خالی

۱۸۴. هریک از عبارتهای داده شده را با استفاده از موارد زیر کامل کنید (برخی از موارد اضافی هستند).

الکترولیتی - برقکافت - سدیم - انژی - فلز سدیم - منفی - منیزیم هیدروکسید - الکتریکی - رسانایی - شیمیایی - آند - کاتد - یک - گرافیتی - فلزی - دانز - منیزیم کلرید - مثبت - دو - گالوانی - گاز کلر

- أ. برای آب و افزایش الکتریکی آن باید آندکی الکترولیت به آب افزود.
- ب. در سلول‌های الکترولیتی انژی به انژی تبدیل می‌شود.
- ج. حجم گاز آزاد شده در دو برابر حجم گاز آزاد شده در در اثر تجزیه الکتریکی آب است.
- د. در سلول الکترولیتی، دو الکترود درون الکترولیت قرار دارند. الکترودهای بی‌اثری که در واکنش شرکت نمی‌کنند و اغلب هستند.
- ه. برقکافت سدیم کلرید مذاب در سلول انجام می‌شود و در کاتد تهیه می‌شود.
- و. برای نمونه فلز منیزیم را در صنعت از برقکافت مذاب تهیه می‌کنند.
- ز. در سلول الکترولیتی، الکترود آند دارای بار و کاتد دارای بار است.

درست یا نادرست

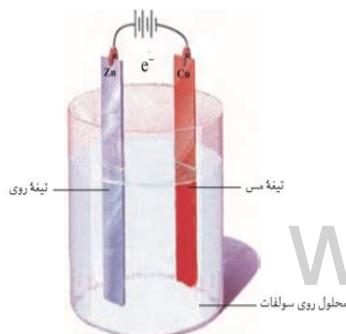
۱۸۵. جمله‌های زیر را مطالعه کرده و درست یا نادرست بودن آنها را مشخص کنید. و شکل صحیح جمله‌های نادرست را بنویسید.

- أ. سلول‌های سوختی نوعی سلول الکترولیتی اند که آند و کاتد در آن‌ها می‌تواند از جنس گرافیت باشد.
- ب. در سلول الکترولیتی، بر اثر نیروی برق، تغییر شیمیایی در مواد به وجود می‌آید.
- ج. در استخراج سدیم الکترودی که به قطب منفی منبع برق متصل است، محل اکسایش است.
- د. در سلول الکترولیتی، یک واکنش شیمیایی در جهت طبیعی پیش رانده می‌شود.
- ه. از سلول دانز، برای تهیه سدیم از محلول غلیظ کلرید آن، استفاده می‌شود.

انتخاب کنید

۱۸۶. هر یک از عبارتهای زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده، کامل کنید.

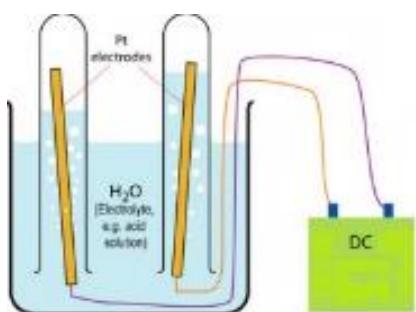
- أ. شکل رو به رو، نوعی سلول $\frac{\text{کالوانی}}{\text{الکترولیتی}}$ را نشان می‌دهد که در آن بخش سمت چپ، $\frac{\text{آند}}{\text{کاتد}}$ است



و الکترون از تیغه $\frac{\text{روی}}{\text{مس}}$ در مدار $\frac{\text{بیرونی}}{\text{دروپی}}$ به سمت تیغه $\frac{\text{روی}}{\text{مس}}$ می‌رود.

ب. در شکل سوال قبلی طی یک واکنش $\text{H}_{\text{O}}^{\text{H}} \text{H}_{\text{O}}^{\text{H}}$ به انرژی E^{H} که از $\text{H}_{\text{O}}^{\text{H}}$ به انرژی E^{H} تبدیل می‌شود

و با گذشت زمان جرم تیغه آندی $\frac{\Delta m}{\text{افراش}} = \frac{\Delta m}{\text{کاهش}}$ و جرم تیغه کاتدی $\frac{\Delta m}{\text{افراش}} = \frac{\Delta m}{\text{کاهش}}$ می‌یابد.

**مهارقی**

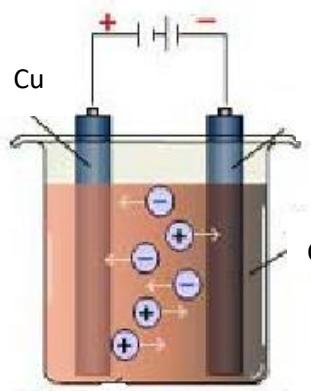
۱۸۷. با توجه به شکل زیر که مربوط به برقکافت آب است،

ا. آند و کاتد را مشخص کنید.

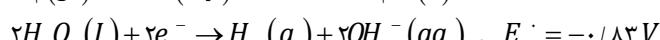
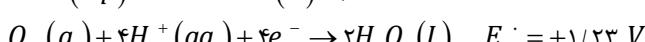
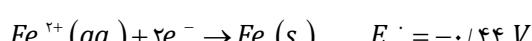
ب. نیم واکنش‌های آندی و کاتدی را بنویسید و موازن نمایید.

ج. کاغذ pH در کاتد به چه رنگی در می‌آید؟

۱۸۸. مخلوطی از نمک‌های کلرید مذاب که حاوی کاتیون‌های Zn^{2+} , Cu^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} است در یک سلول اکتروولیت وارد و جریان برق برقرار می‌شود، تعیین کنید که کدام فلز زودتر آزاد می‌شود؟ چرا؟



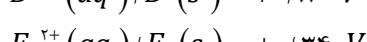
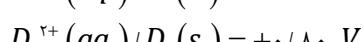
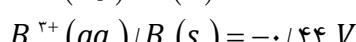
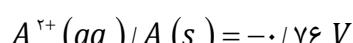
۱۸۹. اگر به سلول زیر که مربوط به فلز مس است کمی محلول نقره نیترات اضافه کنیم چه تغییری در روند واکنش‌های سلول به وجود می‌آید؟



۱) در آند، گاز هیدروژن آزاد می‌شود.

۲) جرم گاز آزاد شده پیرامون هر دو قطب، یکسان است.

۳) با عبور جریان برق، مقداری آهن (II) هیدروکسید به وجود می‌آید.



۴) تیغه آهنی در کاتد دست نخورده می‌ماند.

۵) با اعمال ولتاژ در شروع برقکافت هیچ گازی آزاد نمی‌شود.

۱۹۱. اگر برقکافت یک سلول اکتروولیتی با ولتاژ $1/5$ ولت قابل انجام باشد، با اتصال سلول گالوانی استاندارد تشکیل شده از الکترودهای کدام دو فلز به آن، برقکافت در آن انجام می‌شود؟

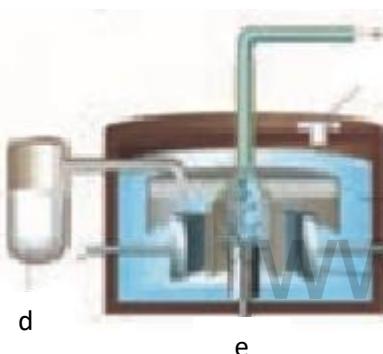
۱۹۲. طرح زیر مربوط به برقکافت سدیم کلرید مذاب است با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید

ا. نام سلول به کارفته چیست؟

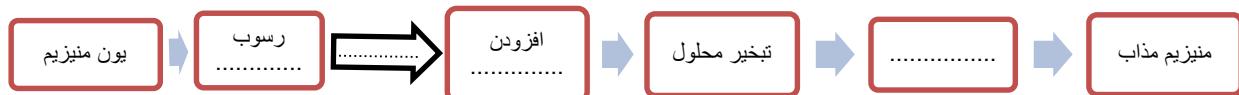
ب. برای تهیه چه عنصری استفاده می‌شود؟

ج. کمک ذوب نمک سدیم کلرید چیست؟

د. نیمه واکنش‌های انجام شده در کاتد و آند را بنویسید.

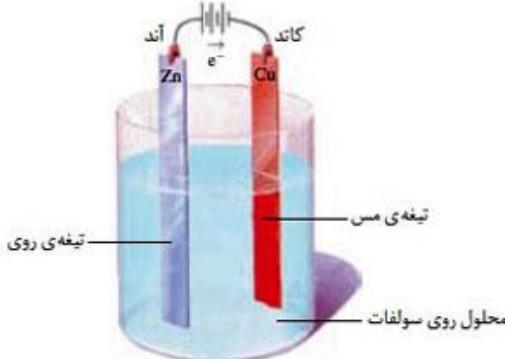


- ه. حروف e, b, a, c و d هر کدام بیانگر کدام بخش از این سلول است؟
- و. به ازای تولید ۵ لیتر گاز در شرایط STP چند گرم فلز سدیم تولید می‌شود؟
- ز. آیا می‌توان برای سرد کردن سدیم تولید شده از آب استفاده کرد؟ چرا؟
۱۹۳. مراحل تهیهٔ منیزیم از آب دریا در طرح زیر آورده شده است جای خالی عبارت‌های نوشته نشده را بنویسید.



بررسی نکات مهم درس:

- علاوه بر سلول‌های گالوانی گروه دیگری از سلول‌های الکتروشیمیایی وجود دارند که به آن‌ها سلول‌الکتروولیتی می‌گویند.
- در سلول‌های الکتروولیتی انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود و با اعمال یک ولتاژ بیرونی، هر دو نیم واکنش الکترودی با صرف انرژی به سمت ایجاد تغییر شیمیایی دلخواه در جهتی خلاف جهت طبیعی، رانده می‌شوند. در نتیجه مواد به گونه‌هایی باردار شکسته می‌شوند که می‌توانند در میدان الکتریکی ایجاد شده در محلول، به سمت قطب ناهمنام خود جریان یابند.



- یک سلول الکتروولیت شامل دو الکترود است که در یک محلول الکتروولیت فرو رفته است. محلول الکتروولیت می‌تواند یک ترکیب یونی مذاب یا محلول یک مادهٔ یونی در آب باشد.

آند

- در سلول الکتروولیتی، الکترودی که به قطب مثبت باتری وصل می‌شود آند نامیده می‌شود.
- آند در محلول الکتروولیت الکترون‌های حاصل از اکسایش گونه‌های موجود در الکتروولیت را از آن خارج می‌کند.

کاتد

- الکترودی که به قطب منفی باتری وصل می‌شود کاتد نامیده می‌شود.

کاتد در محلول الکتروولیت الکترون‌های مورد نیاز برای کاهش گونه‌های موجود در الکتروولیت را از منبع به الکتروولیت انتقال می‌دهد.

جهت جریان

- جریان الکترون‌ها همیشه از آند به کاتد است بنابراین در سلول‌الکتروولیتی از قطب مثبت به منفی است.

داخل محلول، یون‌های مثبت به سمت کاتد که قطب منفی است می‌روند که به آن‌ها کاتیون گفته می‌شود و یون‌های منفی به سمت آند که قطب مثبت است حرکت می‌کنند و آنیون نامیده می‌شوند.

کاتیون‌ها در سطح کاتد کاهش یافته و آنیون‌ها در سطح آند اکسایش می‌یابند. وقوع نیم واکنش کاهش و نیم واکنش اکسایش در الکتروودها به غلظت محلول و موقعیت یون‌ها در جدول (E°) بستگی دارد.

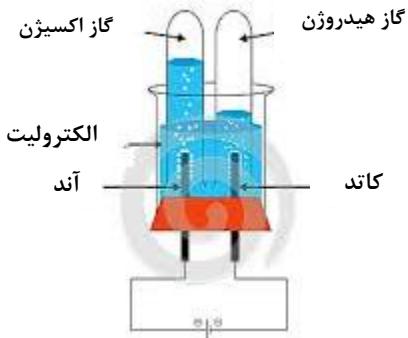
در محلول‌ی از یون‌ها و مولکول‌های سطح الکتروود آنیونی زودتر اکسایش می‌یابد که E° منفی‌تر دارد و در کاتد کاتیونی زودتر کاهش می‌یابد که E° مثبت‌تر دارد.

- سلول‌های الکترولیتی در تجزیه‌ی محلول‌ها و مواد مذاب، پالایش و آبکاری فلزها مورد استفاده قرار می‌گیرند.
 - مقایسه‌ی سلول‌های گالوانی و الکترولیتی**
- برای سادگی مقایسه در جدول زیر آورده شده است:

سلول الکترولیتی	سلول گالوانی
<p>در این سلول‌ها هدف انجام یک واکنش غیرخودبه‌خودی با صرف جریان برق است. $E^\circ < 0$</p> <ul style="list-style-type: none"> انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. یک واکنش خودبه‌خودی از نوع اکسایش- کاهش انجام می‌شود. سطح انرژی فراوردها از سطح انرژی واکنش دهنده‌ها بالاتر است. واکنش دهنده‌ها از پایداری بیش‌تری برخوردارند. آند و کاتد با توجه به نوع قطب‌ها در اثر جریان الکترون‌ها از سمت باقی مشخص می‌شود. تجمع کاتیون‌ها در قطب منفی برای عمل کاهش که در کاتد صورت می‌گیرد. (کاتد \leftarrow قطب منفی) تجمع آنیون‌ها در قطب مثبت برای عمل اکسایش که در آند صورت می‌گیرد. (آند \leftarrow قطب مثبت) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است. جهت جریان الکترون‌ها از قطب منفی به قطب مثبت است. یک نوع الکترولیت که معمولاً از جنس الکترود آند است. بین تیغه آند و کاتد، یک منبع جریان قرار داده شده است. جهت حرکت یون‌ها در الکترولیت به سمت الکترودها نیز همانند سلول گالوانی است، آنیون‌ها به آند و کاتیون‌ها به کاتد می‌روند. جهت حرکت الکtron با کاتیون همسو ولی حرکت آن با آنیون ناهمسو است. 	<p>در این سلول‌ها هدف تولید برق است $E^\circ > 0$</p> <ul style="list-style-type: none"> انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. یک واکنش خودبه‌خودی انجام می‌شود و از نوع اکسایش- کاهش است. سطح انرژی فراوردها از سطح انرژی واکنش دهنده‌ها پایین‌تر است. فراءوردها از پایداری بیش‌تری برخوردارند. آند و کاتد با توجه به E° هر الکترود مشخص می‌شود. فلز با E° منفی تر نقش آند پس اکسایش صورت می‌گیرد و قطب منفی است. (آند \leftarrow قطب منفی) فلز با E° مثبت‌تر نقش کاتد پس کاهش صورت می‌گیرد و قطب مثبت است. (کاتد \leftarrow قطب مثبت) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است. جهت جریان الکترون‌ها از قطب منفی به قطب مثبت است. دارای دو نوع الکترولیت با یک دیواره متخلخل است. بین تیغه آند و کاتد، ولت متر، آمپرسنچ یا لامپ قرار داده شده است. از دیواره متخلخل آنیون‌ها همیشه به آند و کاتیون‌ها به کاتد می‌روند. جهت حرکت الکtron با کاتیون همسو ولی حرکت آن با آنیون ناهمسو است.

برقکافت آب

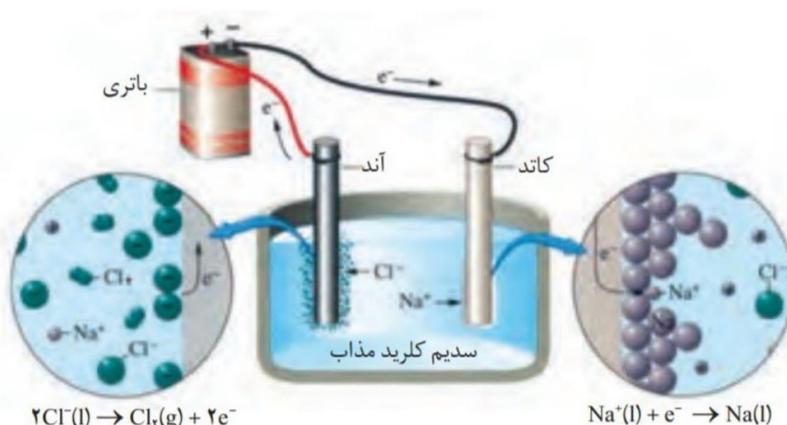
- آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.
- از الکترودهای بی اثری که در واکنش شرکت نمی کنند و اغلب گرافیتی هستند، استفاده می شود.
- کاتد به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است و الکترولیت محتوی یون هایی است که آزادانه جابه جای شوند.



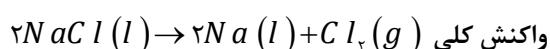
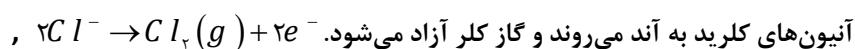
- در آند نیم واکنش (aq) $\rightarrow O_2(g) + 4e^- + 4H^+ (l)$ انجام می شود.
- در کاتد نیم واکنش (aq) $\rightarrow 2H_2(g) + 4e^- + 4H^+ (l)$ انجام می شود.
- حجم گاز آزاد شده در کاتد دو برابر گاز آزاد شده در آند است. ارتفاع آب در لوله الکترود آند (سمت چپ) بیشتر از ارتفاع آب در لوله الکترود کاتد (سمت راست) است.
- کاغذ pH در محلول پیرامون کاتد به رنگ آبی ($pH > 7$) در آند به رنگ قرمز ($pH < 7$) در می آید.

برقکافت سدیم کلرید مذاب و تهیه فلز سدیم

- فلز سدیم یک کاهنده قوی است که 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 یون های سدیم بسیار پایدارتر از اتم های آن هستند.
- برای تهیه فلز سدیم انرژی زیادی لازم است.
- برای تهیه فلز سدیم از برقکافت نمک مذاب سدیم کلرید استفاده می شود.
- نمک ذوب سدیم کلرید خالص کلسیم کلرید است تا دمای ذوب سدیم کلرید را از دمای ۸۰۱ درجه سانتیگراد تا ۵۸۷ درجه سانتیگراد پایین می آورد.
- برای تهیه سدیم در صنعت، سلول دانز که یک سلول الکترولیتی است به کار می رود. در این سلول، برقکافت سدیم کلرید مذاب انجام می شود.



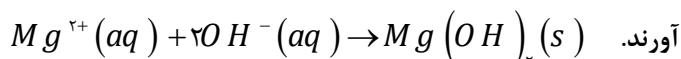
۱. در سلول دانز کاتیون های سدیم روانه کاتد شده و چون دما بالا است سدیم مذاب تولید می شود. $2Na^+ (l) + 2e^- \rightarrow 2Na (l)$



۲. برای تهیه فلزات فعال گروه اول و دوم جدول دوره ای و فلزاتی که کاهنده قوی هستند از برقکافت نمک های مذاب آنها استفاده می شود.

تهیه منیزیم از آب دریا

(۱) کاتیون‌های منیزیم در آب دریا محلول هستند پس با اضافه کردن یون هیدروکسید، کاتیون‌های منیزیم را به صورت رسوب در می‌آورند.

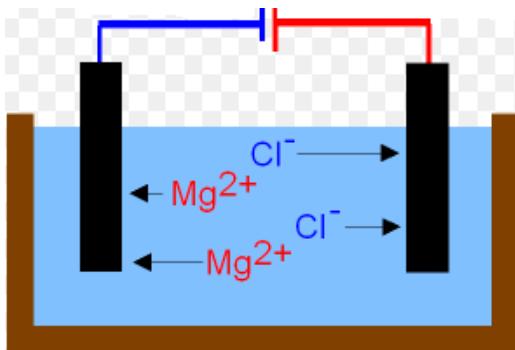


(۲) رسوبات را بوسیله صافی جدا می‌کنند.

(۳) برای جدا کردن ناخالصی‌ها به آن هیدروکلریک اسید اضافه می‌کنند تا به منیزیم کلرید تبدیل شود.

(۴) منیزیم کلرید بوسیله تبخیر محلول، بازیافت می‌شود.

(۵) فلز منیزیم بوسیله برقکافت نمک مذاب منیزیم کلرید به دست می‌آید.



قسمت پنجم

قسمت پنجم که از صفحه‌های ۵۶ تا ۵۹ کتاب درسی را شامل می‌شود، مطالب زیر را می‌خوانید.

• خوردگی، یک واکنش اکسایش — کاهش ناخواسته

• فداکاری فلزها برای حفاظت آهن

جای خالی

۱۹۴. هریک از عبارت‌های داده شده را با استفاده از موارد فوق کامل کنید (برخی از موارد اضافی هستند).

اکسنده — رنگ کردن — خوردگی — اکسیژن — کاهنده — اکسید — مرطوب — آلوده — حفاظت کاتدی — آهن سفید — گالوانی — حلیبی — الکتروولیتی — آبکاری — آهن — آزاد — $Fe(OH)_3$ — Fe_2O_3

- أ. به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش — کاهش گفته می‌شود.
- ب. اکسیژن به عنوان تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آنها را کند.
- ج. فرمول زنگ آهن است و هنگامی که وسایل آهنی در هوای قرار گیرند، یک واکنش اکسایش — کاهش انجام می‌شود. واکنشی که به طور طبیعی باعث اکسایش می‌شود.
- د. ساده ترین راه برای جلوگیری از خوردگی آهن، است.
- ه. آهن گالوانیزه، نام دیگر است و اگر در هوای مرطوب خراشی در سطح آن به وجود آید، در محل خراش یک سلول به وجود می‌آید.

درست و نادرست

۱۹۵. جمله‌های زیر را مطالعه کرده و درست یا نادرست بودن آنها را مشخص کنید. و علت نادرستی یا شکل صحیح جمله‌های نادرست را بنویسید.

أ. فلز مس دچار خوردگی نمی‌شود بلکه با اکسایش به شکل اکسید در می‌آیند.

- ب. خوردگی فقط به معنی واکنش با اکسیژن و اکسید شدن آنهاست.
- ج. با گذشت زمان فلز طلا در هوای مرطوب و حتی در اعماق دریا همچنان به صورت عنصر باقی می‌ماند.
- د. آهن سفید آلیاژی از فلز آهن و منیزیم است.
- ه. قوطی‌هایی از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان‌تر دچار خوردگی می‌شوند.
- و. در رقابت آهن و آلمینیم برای از دست دادن الکترون در یک نمونه آلیاژ، آهن برنده است.
- ز. واکنش اکسیژن با منیزیم اکسایش ولی با آهن در مجاورت رطوبت زنگ خوردگی نام دارد.

انتخاب کنید

۱۹۶. هر یک از عبارتهای زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده، کامل کنید.

أ. هرگاه دو قطعه فلزی متفاوت در هوای مرطوب با یکدیگر در تماس باشند بین آنها نوعی سلول الکترولیتی گالوانی به وجود می‌آید که در آن فلزی که

منفی تو دارد، نقش کاتد را دارد و بر اثر کاهش یافتن، اکسایش دچار خوردگی محافظت می‌شود.

ب. در فرایند حفاظت کاتدی اشیای آهنی (فولادی)، باید از فلزی مانند روی استفاده کرد که E° آن از E° آهن منفی تو باشد، تا آهن نقش کاتد را پیدا کند و خوردگی نشود.

ج. اگر بخواهیم فلزی در اثر خراش زودتر و آسان‌تر دچار خوردگی شود، باید از فلزی مانند فلز روی استفاده کرد که E° آن از E° آهن منفی تو باشد، تا آهن نقش کاتد را پیدا کند و اکسایش کاهش یابد.

مهارتی

۱۹۷. دلیل هریک از توضیحات داده شده را بنویسید.

أ. آهن در محیط اسیدی با سرعت بیشتری خوردگی می‌شود.

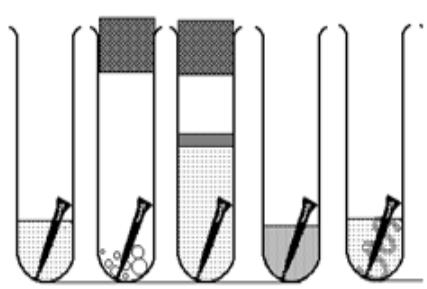
ب. با گذشت زمان فلز طلا در هوای مرطوب و حتی در اعماق دریا همچنان درخشان باقی می‌ماند.

ج. آلمینیم کاهنده قوی‌تری است ولی زنگ نمی‌زند.

د. از آهن گالوانیزه در ساخت تانکر و پل فلزی و کanal کولر استفاده می‌شود.

ه. آب باران سرعت خوردگی آهن را افزایش می‌دهد.

۱۹۸. در کدام شکل زیر سرعت زنگ زدن میخ آهنی بیشتر و کدامیک کمترین است و علت را بیان کنید؟



۱. آب خالص

۲. بلور نمک

۳. آب جوشیده با لایه‌ی سطحی از روغن

۴. مخلوط آب و سرکه

۵. پیچیده شده با نوار منیزیم



$$E^\circ [S\ n^{+}(aq)/S\ n(s)] = -0.14\ V$$

$$E^\circ [Fe^{+}(aq)/Fe(s)] = -0.44\ V$$

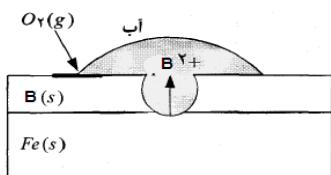
۱۹۹. شکل داده شده:

أ. چه نوع ورقه‌ی آهنی را نشان می‌دهد؟

ب. آیا آهن در ورقه‌ی بدون خراش زنگ می‌زند؟ چرا؟

ج. در صورت خراش چه نوع واکنشی در کاتد روی می‌دهد معادله واکنش را بنویسید.

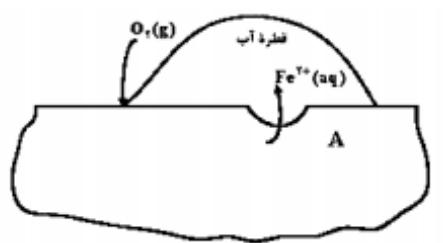
۲۰۰. مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادله واکنش اکسایش آهن (II) هیدروکسید و تبدیل آن به آهن (III) هیدروکسید، در فرایند زنگ زدن آهن چند است؟



۲۰۱. شکل مقابل یک قطعه آهن را نشان می‌دهد که با لایه نازکی از فلز B پوشیده شده است.

آ) Kدام یک از فلزهای (Cu ، Mg) می‌تواند باشد؟ چرا؟

ب) نیم واکنش انجام شده در کاتد را بنویسید.



۲۰۲. با توجه به شکل زیر که به زنگ زدن آهن مربوط است، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

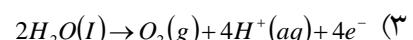
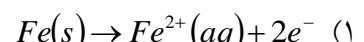
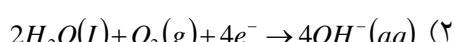
أ. پایگاه کاتدی در نقطه A قرار دارد.

ب. نیم واکنش آندی در جایی که غلظت اکسیژن زیاد است، انجام می‌شود.

ج. با کاهش هر مول گاز اکسیژن در آب، ۴ مول یون هیدروکسید تولید می‌شود.

د. جهت حرکت کاتیون‌های آهن در قطره آب، مخالف جهت حرکت الکترون‌ها در قطعه آهن است.

۲۰۳. Kدام واکنش یا نیم واکنش در فرایند زنگ زدن آهن در هوای مرطوب، دخالت ندارد؟



۲۰۴. با توجه به تصویر زیر و اطلاعات داده شده :

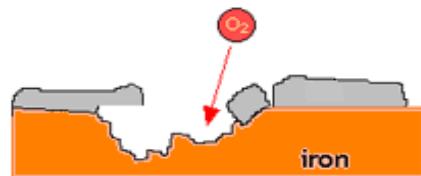
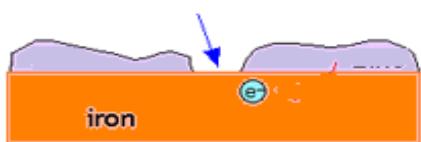
أ. تعیین کنید Kدام نوع روکش باعث حفاظت کاتدی آهن شده است؟

ب. در هر تصویر تعیین کنید فلز روکش شده بر روی فلز آهن چیست؟

ج. برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذایی از Kدام یک استفاده می‌شود؟

$$E^\circ [Zn^{+}(aq)/Zn(s)] = -0.76\ V$$

$$E^\circ [Fe^{+}(aq)/Fe(s)] = -0.44\ V$$

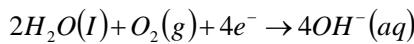
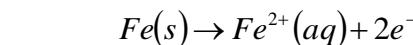
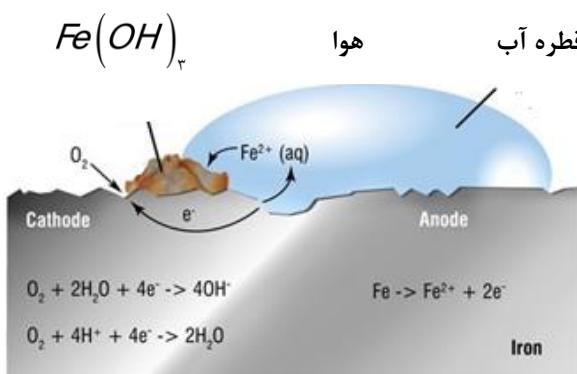


(ب)

(آ)

بررسی نکات مهم درس

- خوردگی به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش — کاهش گفته می شود. نمونه های خوردگی:
- زنگ زدن آهن
- تیره شدن نقره
- زنگار سبز بر سطح مس
- هنگامی که فلزها در هوای 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 می شود که به تدریج فرو می ریزد
- در حقیقت آهن را به ندرت می توان به صورت خالص در طبیعت پیدا کرد.
- فرایند الکتروشیمیایی شامل آند (یک قطعه فلز که به راحتی الکترون از دست می دهد)، الکتروولیت (مایعی که به حرکت یون ها کمک می کند) و یک کاتد (گونه ای که به راحتی الکترون می پذیرد) است. وقتی از فلزی الکترون آزاد می شود (پایگاه آندی) و الکترون های آزاد شده در آند از طریق رسانای الکترونی (خود فلز) به سمت کاتد جریان یافته تا مولکول های اکسیژن در حضور رطوبت کاهش یابند. و یون ها در آب جریان می یابند تا مدار کامل شود.



نیم واکنش آند

نیم واکنش کاتد

- با وجود اکسیژن زیاد در پایگاه کاتدی Fe^{2+} ناپایدار دوباره اکسایش پیدا می کند و به زنگ آهن با فرمول $Fe(OH)_3$ تبدیل می شود.
- $$4Fe(OH)_2(s) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$

شرایط زنگ زدن آهن

آهن، آب و اکسیژن.

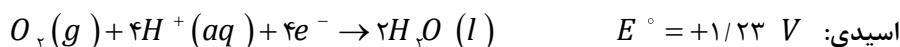
اثر محیط الکتروولیت در فرایند زنگ زدن

- مایعاتی مانند باران های اسیدی، آب دریا و افسانه نمکی برای ذوب کردن برف جاده های یخی به علت ترکیبات موجود در آنها نسبت به آب الکتروولیت های قوی تری هستند.
- الکتروولیت به دو دلیل فرایند زنگ زدن آهن را بیشتر می کند:
 - (۱) رسانایی یونی را تقویت می کند و به عبارتی مدار الکتریکی را کامل می کند.
 - (۲) از تجمع یون ها در پایگاه های آندی و کاتدی و به هم زدن توازن بار جلوگیری می کند.

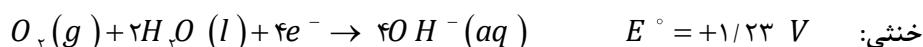
به همین دلیل آهن و فلزات دیگر در الکتروولیت قوی با سرعت بیشتری زنگ زده و خوردگه می شوند.

مقایسه فرایند زنگ زدن آهن در pH های مختلف

تأثیر pH بر محیط الکتروولیت بیشتر به دلیل تغییر قدرت کاهنده‌ی مولکول‌های اکسیژن است. مقدار E° در محیط‌های مختلف به صورت زیر است.



بازی: در محیط بازی غلظت یون‌های هیدروژن بهشدت کاهش می‌باید و فعالیت نیم واکنش کاهش اکسیژن را کم می‌کند.



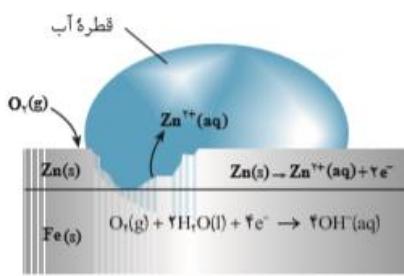
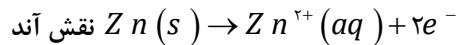
سرعت زنگ زدن آهن به صورت « محیط بازی > محیط خنثی > محیط اسیدی » است.

راه‌های جلوگیری از خوردگی آهن

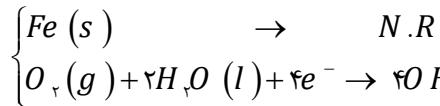
- حفظت فیزیکی:** ساده‌ترین راه مبارزه با خوردگی، اعمال یک لایه رنگ است. با استفاده از رنگها بصورت آستر و رویه، می‌توان ارتباط فلزات را با محیط تا اندازه‌ای قطع کرد و از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کرد. پوششی که با روش‌هایی مانند رنگ زدن، قیرانود کردن و روکش دادن ایجاد می‌شود و در نتیجه موجب محافظت فلز می‌شود.
- حفظت با استفاده از فلزهای کاهنده‌تر (حفظت کاتدی):** اگر دو فلز که با یکدیگر در تماس هستند در معرض هوا و رطوبت قرار بگیرند، بین آنها نوعی سلول گالوانی به وجود می‌آید. که در این سلول فلزی که E° کوچک‌تری دارد نقش آند را ایفا می‌کند و با اکسایش یافتن دچار خوردگی می‌شود. این در حالی

است که فلزی با E° بزرگ‌تر، نقش کاتد را بازی کرده و نسبت به خوردگی محافظت

می‌شود. برای حفاظت کاتدی آهن آن را با یک فلز‌فعال‌تر مانند Zn یا Mg مجاور می‌کنند.

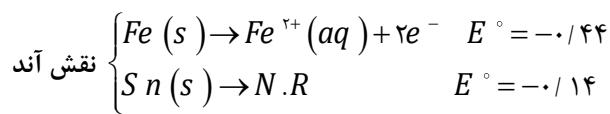
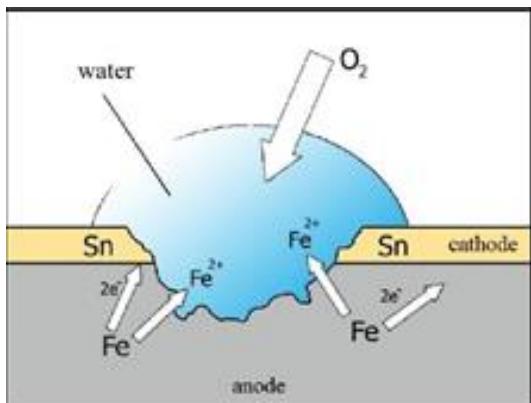
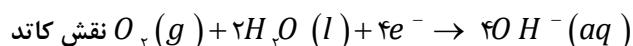


نقش کاتد، چون آهن در کاتد دست نخوردده می‌ماند پس در کاتد محافظت می‌شود.



ظروف بسته بندی مواد غذایی

گاهی برای برخی از کاربردهای آهن لازم است که سرعت خوردگی را افزایش دهیم تا در اثر خراش زودتر و آسان‌تر فلز دچار خوردگی شود و به محیط زیست آسیب نرساند. در این صورت دو فلز که با یکدیگر در تماس هستند به صورت یک سلول گالوانی عمل می‌کنند. با بوجود آمدن رقابت در اکسید شدن در این سلول، فلزی که E° منفی‌تری دارد نقش آند را ایفا می‌کند و ضمن اکسایش، سریع‌تر دچار خوردگی می‌شود. برای واکنش پذیری آهن آن را با یک فلز ضعیف‌تر مانند Sn یا Cu مجاور می‌کنند.



از ورقه های حلبي برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذائي استفاده می شود.

زيرا قوطى هاي از جنس حلبي در اثر خراش زودتر و آسان تر دچار خوردگي می شوند.

قسمت ششم

قسمت ششم که از صفحه های ۶۰ تا ۶۴ کتاب درسی را شامل می شود، مطالب زیر را می خوانید.

- آبکاري
- استخراج فلز آلومينium

جاي خالي

۲۰۵. هو يك از عبارتهای زير را با انتخاب يكی از موارد داده شده، کامل کنيد. برخی از موارد اضافی و برخی ممکن است دوبار استفاده شود.

زيبايني - گاز كربن دی اکسید - آبکاري - سلامتی بدن - آند - کاتد - آلومينium - نقره - گاز اکسیژن - گرافيت

- أ. پوشاندن سطح يك فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، نام دارد.
- ب. خوردگی اين فلزها از يك سو سبب از بين رفتن وسیله می شود و از سوی ديگر به آسيب می رساند.
- ج. در آبکاري، شيء مورد آبکاري را باید در دستگاه برقکافت جاي داد.
- د. فلزي که اکسایش می یابد اما خورده نمی شود است.
- ه. در سلول الکتروليتي مورد استفاده در روش هال، در آند توليد می شود و جنس آند و کاتد به کار رفته به ترتیب و است.

درست یا نادرست

۲۰۶. جمله های زير را مطالعه کرده و درست یا نادرست بودن آنها را مشخص کنيد. و علت نادرستی یا شکل صحیح جمله های نادرست را بنویسید.
 - أ. در سلول الکتروليتي برای آبکاري قاشق توسط نقره نیم واکنش اکسایش - کاهش برای يك نوع ذره نوشته می شود.
 - ب. الکتروليت مورد استفاده برای آبکاري باید دارای یون های فلزي باشد که قرار است لایه نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد.
 - ج. در توليد آلومنينium به روش هال جنس الکترود کاتد از آهن است.
 - د. لازم نیست جسمی که روکش فلزي روی آن ایجاد می شود، رسانا یاشد.
 - ه. حفاظت آهن در مقابل خوردگی و آبکاري فلزات از کاربردهای سلول الکتروليتي است.
 - و. به ازای تولید هر مول آلومنينium در فرایند هال ۱۶/۸ لیتر گاز در شرایط STP تولید می شود.
 - ز. در برقکافت نمک خوراکی مذاب، شما مول های فراورده ها در کاتد دو برابر آند است.

۲۰۷. هر یک از عبارتهای زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده، کامل کنید.

أ. برای آبکاری مجسمه مسی توسط فلز نقره از سلول $\frac{\text{گالوانی}}{\text{کاترولیتی}}$ استفاده می‌شود که در آن فلز نقره، نقش $\frac{\text{آند}}{\text{کاتد}}$ را دارد و بر اثر $\frac{\text{کاهش}}{\text{اکسایش}}$

به کاتیون‌های آن تبدیل می‌شود و وارد کاترولیت $\frac{\text{مس (II) سولفات}}{\text{نقره نیترات}}$ شده و سپس جذب قطب $\frac{\text{مثبت}}{\text{منفی}}$ می‌شود. تا ضمن عمل $\frac{\text{کاهش}}{\text{بر اکسایش}}$ روی سطح مجسمه بنشیند.

ب. در استخراج فلز $\frac{\text{آلومینیم}}{\text{مس}}$ به روش هال، آنیون‌های اکسید جذب آند $\frac{\text{گرافیتی}}{\text{آهنی}}$ شده و با تولید $\frac{\text{اکسیژن}}{\text{گوبن دی اکسید}}$ از سلول کاترولیتی

خارج می‌شود و کاتیون‌های آن جذب قطب $\frac{\text{مثبت}}{\text{منفی}}$ که نقش $\frac{\text{آند}}{\text{کاتد}}$ دارند، می‌شود و ضمن عمل $\frac{\text{اکسایش}}{\text{کاهش}}$ به صورت $\frac{\text{مذاب}}{\text{جامد}}$ از قسمت $\frac{\text{فوچانی}}{\text{پایینی}}$ سلول استخراج می‌شود.

۲۰۸. هر یک از عبارتهای ستون A با یک مورد از ستون B در ارتباط است، این ارتباط را پیدا کرده و حرف مربوط را داخل کادر مورد نظر

بنویسید (برخی از موارد ستون B اضافی هستند).

ستون B	ستون A
(a) سولفوریک اسید	أ. نقش کمترین عدد اکسایش یک گونه
(b) سدیم	ب. فلزی که در فرایند هال استخراج می‌شود.
(c) کاهنده	ج. نقش اکسیژن در فرایند خوردگی آهن
(d) آلومینیم	د. عنصری که در قطب مثبت سلول دانز آزاد می‌شود.
(e) کلر	ه. محلول کاترولیت به کار رفته در فلزی با روکش نقره
(f) اکسنده	و. کمک ذوب نمک طعام
(g) نقره نیترات	ز. این اقدام ۷٪ از انرژی مصرفی برای تولید فلز لازم دارد..
(h) کلسیم کلرید	ح. جنس ظروف بسته‌بندی که آسان و سریع خوردگه می‌شود.
(i) گالوانیزه	
(j) بازیافت	
(k) حلبی	
(l) برکافت	

مهارتی

۲۰۹. در چه تعداد از واکنش‌های ذکر شده جرم تیغه آند بدون تغییر می‌ماند؟

أ. برکافت NaCl مذاب در سلول دانز

ب. تولید آلومینیم به روش هال

ج. سلول گالوانی $\text{H}_2 - \text{Cu}$

د. آبکاری قاشق مسی با فلز نقره

ه. استخراج فلز منیزیم از برکافت نمک مذاب منیزیم کلرید

و. برکافت آب با الکترودهای نیکلی

ز. سلول گالوانی $H_2 - Zn$



۲۱۰. با توجه به شکل رو به رو تعیین کنید:

ا. نوع سلول را مشخص کنید.

ب. جای X چه چیزی قرار می‌گیرد؟

ج. کاتد و آند را مشخص کنید.

د. جهت جریان کاتیون‌ها را در الکترولیت مشخص کنید.

۲۱۱. شکل زیر فرایند تولید آلومینیم را نشان می‌دهد، با توجه به آن سوالات مطرح شده را پاسخ دهید:

ا. از شماره ۱ تا ۵ بخش‌های مختلف سلول را نام‌گذاری کنید.

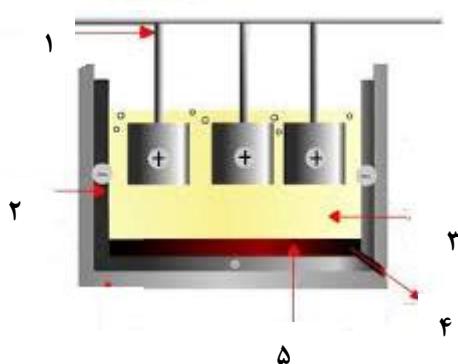
ب. نام روش به کار رفته چیست؟

ج. چرا و کدام یک از الکتروودها را پس از مدتی تعویض می‌کنند؟

د. چرا آلومینیم برخلاف کاهنده قوی بودن دچار خوردگی نمی‌شود؟

ه. مزایای بازیافت آلومینیم را بنویسید.

و. برای تولید $1/35$ تن آلومینیم چند مترمکعب گاز در شرایط STP تولید می‌شود؟



۲۱۲. شکل زیر نشان دهنده یک قاشق آبکاری شده با نقره را نشان می‌دهد با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید:

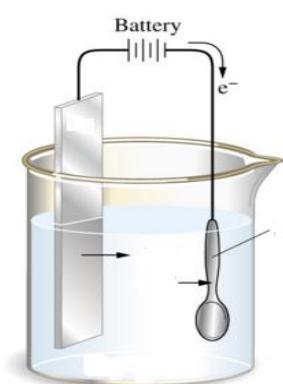
ا. قاشق فلزی به کدام قطب باتری متصل شده است؟

ب. این قاشق نقش کدام الکتروود را دارد؟

ج. جهت‌های نشان داده شده حرکت چه ذره‌ای را نشان می‌دهد؟

د. الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید دارای چه شرایطی باشد؟

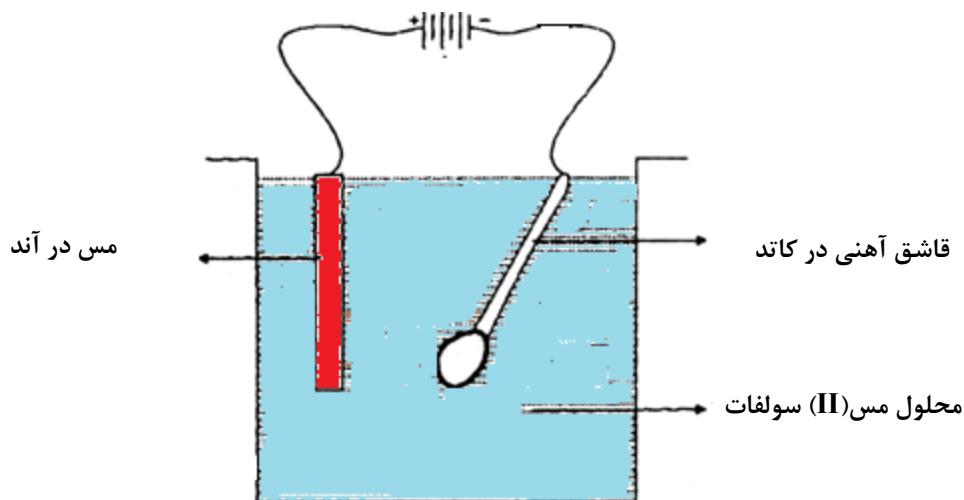
ه. نیم واکنش‌های آندی و کاتدی در این فرایند را بنویسید.



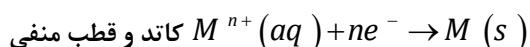
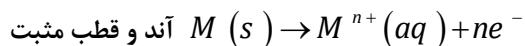
بررسی نکات مهم درس

آبکاری

- پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد.
- جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می‌شود باید رسانای جریان برق باشد.
- فلزی که به عنوان روکش استفاده می‌شود، در آند قرار می‌دهند تا با عمل اکسایش کاتیون‌های آن در محلول آزاد شود.
- جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می‌شود، به قطب منفی باتری متصل می‌شود، تا کاتیون‌ها جذب جسم شده و با کسب الکترون به صورت روکش در می‌آینند.
- فلز در آند خورده و در کاتد بر روی جسم، کاهش می‌یابد.



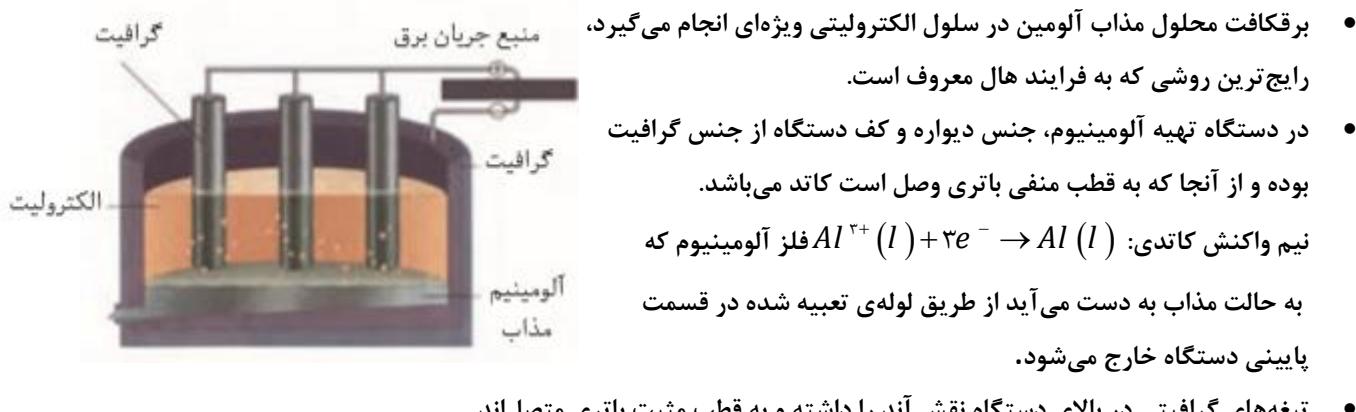
- واکنش اکسایش - کاهش برای یک نوع فلز و کاتیون آن نوشته می‌شود.



- الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید دارای یون‌های فلزی ($M^{n+}(aq)$) باشد تا لایه نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد و کاتیون دیگری جذب نشود.

استخراج آلومینیم

- آلومینیم یکی از ارزشمندترین و پرکاربردترین فلزها به شمار می‌آید. در صنعت، آلومینیم را از سنگ معدن بوکسیت (آلومینای ناخالص) Al_2O_3 به دست می‌آورند.

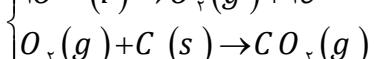
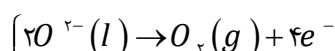


- برقکافت محلول مذاب آلومین در سلول الکترولیتی ویژه‌ای انجام می‌گیرد، رایج‌ترین روشی که به فرایند هال معروف است.

- در دستگاه تهیه آلومینیوم، جنس دیواره و کف دستگاه از جنس گرافیت بوده و از آنجا که به قطب منفی باتری وصل است کاتد می‌باشد.

نیم واکنش کاتدی: $Al(l) + 3e^- \rightarrow Al^{3+}(l)$ فلز آلومینیوم که به حالت مذاب به دست می‌آید از طریق لوله‌ی تعییه شده در قسمت پایینی دستگاه خارج می‌شود.

- تیغه‌های گرافیتی در بالای دستگاه نقش آند را داشته و به قطب مثبت باتری متصل‌اند.



نیم واکنش آندی: چون دما بالا هست اکسیژن آزاد شده گرافیت را می‌سوزاند و به کربن دی اکسید تبدیل می‌شود.

- به دلیل سوختن آند گرافیتی باید مرتب تعویض شوند.

نهایتاً واکنش کلی مربوط به فرایند هال به این ترتیب خواهد بود: $2Al 2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$

- فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه‌ی بالایی را در بردارد، لذا با بازیافت فلز آلومینیوم ضمن افزایش طول عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر، برخی هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد. برای نمونه، تولید قوطی‌های آلومینیومی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷ درصد از انرژی لازم برای تهیه همان قوطی از فرایند هال نیاز دارد.
- كمک ذوب آلومین ماده‌ای به نام کریولیت است. یعنی آلومین در کریولیت حل شده و به جای aq عبارت sol نوشته می‌شود. فرمول کریولیت Na_3AlF_6 است.