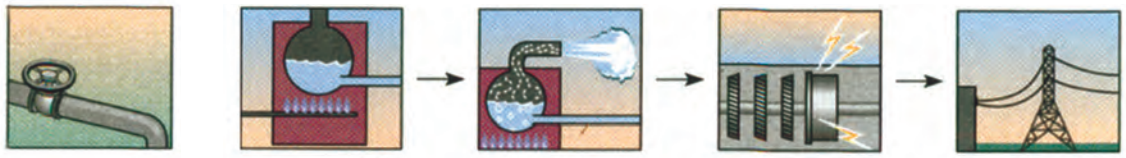
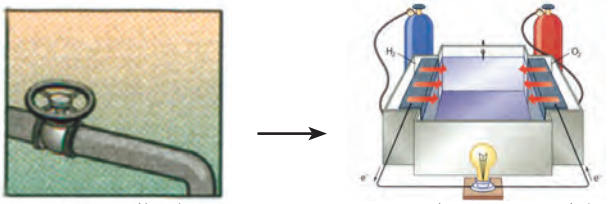
خود را بیازمایید

در هریک از روش‌های زیر مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی نشان داده شده است. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

روش ۱



روش ۲



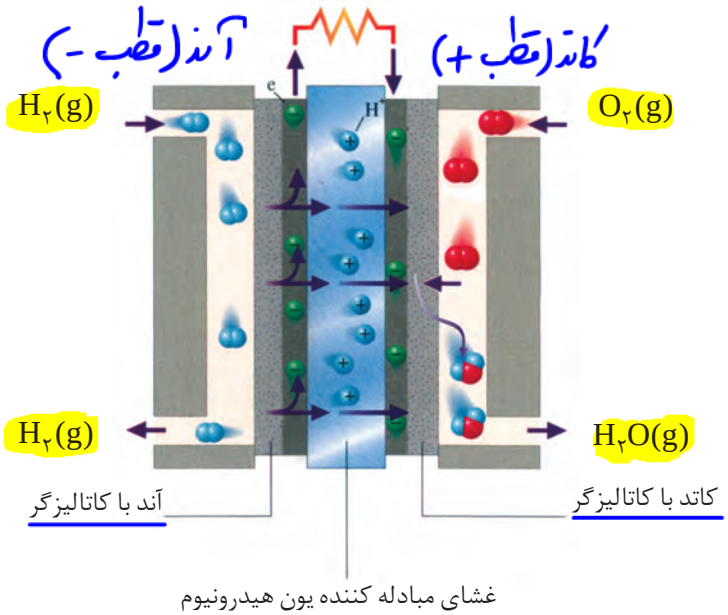
آ) در کدام روش اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است؟ چرا؟

ب) کدام روش کارایی بالاتری دارد؟ توضیح دهید.

روش ۱ - برای تولید برق مراحل بیشتری طی شده است و در هر مرحله اتلاف انرژی وجود دارد.

روش ۲ - زیرا اتلاف انرژی کمتری دارد.

رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن ـ اکسیژن است. دستگاهی که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به‌صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ ـ نوعی سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن

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

آیا می‌دانید

- در برخی از دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور، پژوهش های خوبی روی سلول‌های سوختی انجام شده و موفقیت‌هایی نیز به دست‌آمده است. تولید توده سلول سوختی در دانشگاه شهید رجایی نمونه‌ای از آنها است.

نیم واکنش آندی: $H_2(g) \longrightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$

نیم واکنش کاتدی: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O(g)$

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

محصول نهایی: بخار آب

آیا می‌دانید

مهندسان و پژوهشگران کشور در چند دانشگاه نمونه‌هایی از خودروهای برقی را طراحی کرده و ساخته‌اند. این خودرو از طریق ترکیب هیدروژن و اکسیژن در سلول سوختی، انرژی خود را تأمین می‌کند. همچنین در این خودرو یک باتری شارژی وجود دارد.

همان‌گونه که شکل ۱۰ نشان می‌دهد هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد به‌طوری که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد است. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند. واکنش کلی در چنین سلولی به‌صورت زیر است:

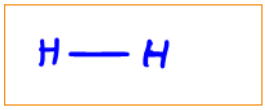
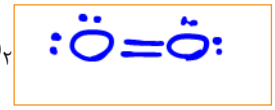
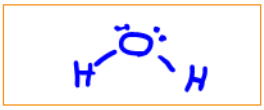
$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$$

از عملکرد این سلول پیداست که گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد شده، اکسایش می‌یابد و هم‌زمان با آن گاز اکسیژن در واکنش با سوخت کاهش می‌یابد. روندی که در معادله واکنش دیده نمی‌شود زیرا همه گونه‌های شرکت کننده در واکنش، مولکول‌های خنثی هستند و شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند. به راستی در واکنش‌هایی از این دست چگونه می‌توان گونه‌های اکسنده و کاهنده را مشخص کرد؟ شیمی‌دان‌ها با معرفی **عدد اکسایش**[1] راه حل مناسبی برای حل این مشکل ارائه کردند.

با هم بیندیشیم

۱ ـ با توجه به واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) ساختار الکترون ـ نقطه‌ای گونه‌های شرکت‌کننده را رسم کنید.

H_2  ، O_2  ، H_2O 

ب) در هر ساختار:

- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت دهید.
- همه الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت دهید.
- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت، هر دو الکترون را به اتم با خصلت نافلزی بیشتر نسبت دهید.

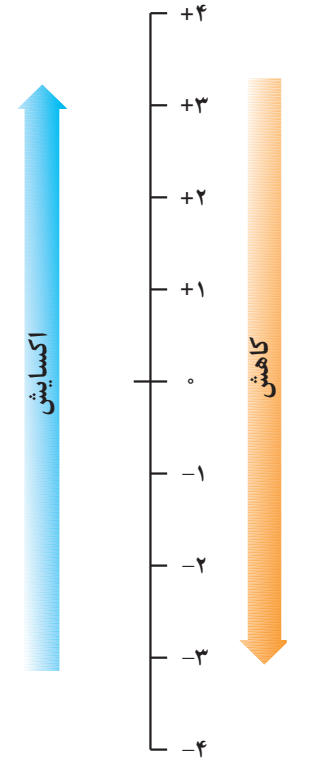
پ) الکترون‌های نسبت داده شده به هر اتم را بشمارید و آن را از شمار الکترون‌های ظرفیت همان اتم کم کنید. عدد به دست آمده عدد اکسایش اتم مورد نظر را نشان می‌دهد.

۲ـ هرگاه بدانید که بیشتر شدن عدد اکسایش، نشان‌دهنده اکسایش یافتن و کمتر شدن آن نشان دهنده کاهش یافتن اتم‌هاست، در واکنش زیر گونه‌های اکسایش یافته، کاهش یافته، اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$

0 → −۲ ، 0 → +۱

H: کاهنده
O: اکسنده



افزایش عدد اکسایش به معنای از دست دادن الکترون و فرایند اکسایش است درحالی‌که کاهش آن به معنای به‌دست آوردن الکترون و فرایند کاهش است. این نمودار گسترهٔ عدد اکسایش در گروه ۱۴ را نشان می‌دهد.

۱ـ Oxidation Number

۳ـ دانش‌آموزی نیم‌واکنش‌های انجام شده در نوعی سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن را به‌صورت زیر از منابع علمی معتبر استخراج کرده است.

$$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O(l) \qquad E^\circ = +1/23\ V$$

$$H_2(g) \longrightarrow 2H^+(aq) + 2e^- \qquad E^\circ = 0/00\ V$$

آ) هر یک از نیم واکنش‌ها را موازنه کنید سپس واکنش کلی سلول را به دست آورید.

ب) emf این سلول را حساب کنید.

۴ـ با پیشرفت علم و فناوری، سلول‌های سوختی تازه‌ای طراحی شده‌اند که در آنها به جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می‌شود. با توجه به معادله واکنش کلی زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

آ) با تعیین عدد اکسایش اتم‌ها، گونه‌های اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

ب) از دید محیط زیست گاز هیدروژن چه مزیتی نسبت به گاز متان دارد؟

با تعیین عدد اکسایش اتم‌ها در یک گونه شیمیایی آشنا شدید. برای نمونه عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن به حالت آزاد برابر با صفر است. از این رو عدد اکسایش دیگر عنصرها نیز به حالت آزاد مانند Fe، Mg و Cl_2 برابر با صفر خواهد بود. در حالی که عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر با بار الکتریکی آنهاست. برای نمونه عدد اکسایش یون اکسید و یون کلسیم در CaO به ترتیب برابر با ۲− و ۲+ است. همچنین دریافتید که با تغییر عدد اکسایش اتم‌ها در یک واکنش می‌توان گونه‌های اکسنده و کاهنده را تعیین کرد. روشی که به کمک آن می‌توان واکنش اکسایش ـ کاهش را از دیگر واکنش‌ها تشخیص داد.

● اغلب نافلزها و فلزهای واسطه عدد اکسایش گوناگونی در ترکیب‌های خود دارند. برای نمونه عدد اکسایش آهن در $FeCl_2$ و $FeCl_3$ به ترتیب ۲+ و ۳+ است. به همین دلیل این ترکیب‌ها را آهن (II) کلرید و آهن (III) کلرید می‌نامند. همچنین عدد اکسایش اتم گوگرد در SO_2 و SO_3 به ترتیب ۴+ و ۶+ است. (چرا؟)

خود را بیازمایید

۱ـ در هر مورد با تعیین عدد اکسایش مشخص کنید که آن اتم اکسایش یا کاهش یافته است؟

آ) $Cu^{2+}(aq) \rightarrow Cu(s)$

ب) $Cr^{2+}(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq)$

پ) $C(s) \rightarrow CO(g)$

ت) $NH_3(g) \rightarrow N_2(g)$

۲ـ در هر یک از واکنش‌های زیر با محاسبه تغییر عدد اکسایش، گونه کاهنده و اکسنده را تعیین کنید.

آ) $2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(s)$

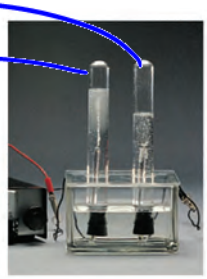
ب) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

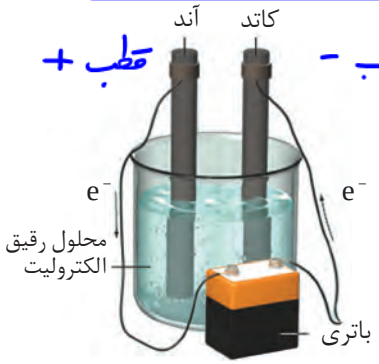
اینک می‌پذیرید که برای تأمین انرژی الکتریکی می‌توان از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش در سلول‌های گالوانی مانند باتری‌ها و سلول‌های سوختی بهره برد. با اینکه سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند اما در آنها نیز پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده، مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود. یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن خودنمایی می‌کند، تأمین سوخت آنهاست. آیا با استفاده از دانش الکتروشیمی می‌توان راهی برای تولید گاز هیدروژن یافت؟

برقکافت آب، راهی برای تولید گاز هیدروژن

تاکنون با سلول‌هایی آشنا شدید که در آنها با انجام واکنش‌های اکسایش ـ کاهش انرژی تولید می‌شود. نوع دیگری از سلول‌های الکتروشیمیایی وجود دارند که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش راند.

این سلول‌ها به **سلول‌های الکترولیتی**[1] معروف هستند و **برقکافت**[2] آب یک نمونه از واکنش‌هایی است که در آنها انجام می‌شود (شکل ۱۱).





شکل ۱۱ـ تجزیه آب به گازهای هیدروژن و اکسیژن با مصرف انرژی الکتریکی

- آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.

خود را بیازمایید

نیم واکنش‌های انجام شده در سلول الکترولیتی هنگام برقکافت آب به صورت زیر است:

$$H_2O(l) \longrightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$$

$$2e^- + 2H_2O(l) \longrightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$$

آ) با وارد کردن نماد الکترون در هر نیم واکنش مشخص کنید کدام نیم واکنش، آندی و کدام کاتدی است؟

ب) هر یک از نیم واکنش‌ها را موازنه کنید و معادله کلی واکنش را به‌دست آورید.

پ) پیش‌بینی کنید کاغذ pH در محلول پیرامون آند و کاتد به چه رنگی درمی‌آید؟ چرا؟

۱ـ Electrolytic Cells

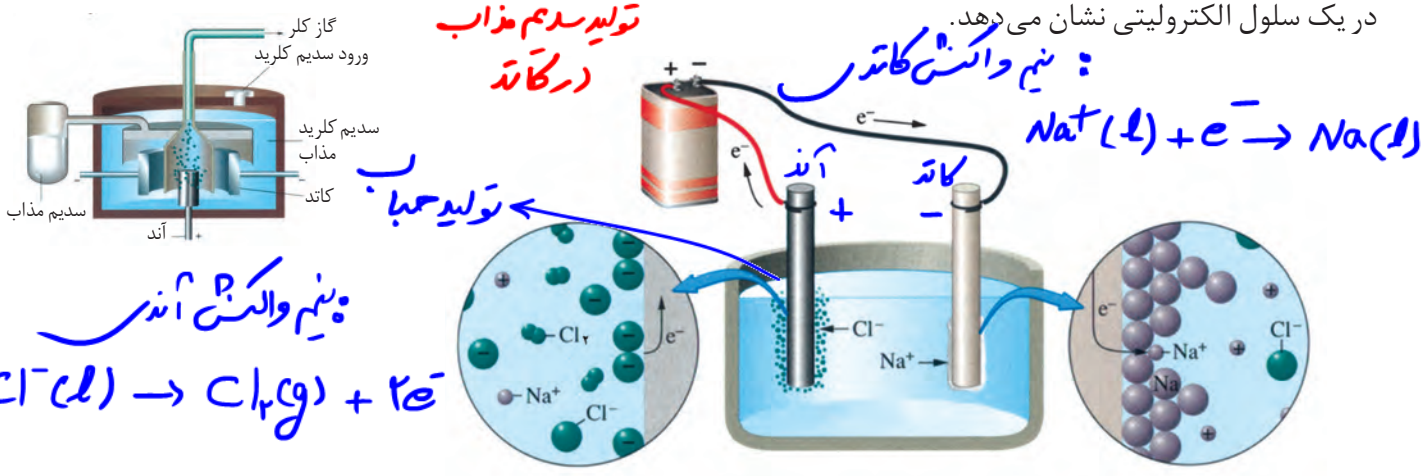
۲ـ Electrolysis

دریافتید که در سلول الکترولیتی، دو الکترود درون یک الکترولیت قرار دارند، الکترودهایی که اغلب گرافیتی هستند. در این سلول‌ها، کاتد الکترودی است که به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است و الکترولیت محتوی یون‌هایی است که آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

در واقع الکترولیت، یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است. هنگامی که به این سلول ولتاژ معینی اعمال شود، یون‌ها به سوی الکترود با بار ناهمنام حرکت می‌کنند. به‌طوری که کاتیون‌ها به سوی کاتد و آنیون‌ها به سوی آند روانه می‌شوند تا به سطح الکترودها برسند و در نیم واکنش اکسایش و کاهش شرکت کنند.

برقکافت NaCl (l) و تهیه فلز سدیم

فلز سدیم یک کاهنده قوی است که در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود، عنصری که در ترکیب‌های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد. این واقعیت نشان می‌دهد که یون‌های سدیم بسیار پایدارتر از اتم‌های آن هستند. به همین دلیل برای تهیه فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد. شکل ۱۲، تهیه این فلز را از برقکافت سدیم کلرید مذاب در یک سلول الکترولیتی نشان می‌دهد.



شکل ۱۲ـ برقکافت سدیم کلرید مذاب، با نوشتن نیم‌واکنش‌ها، معادله واکنش کلی را برای آن به‌دست آورید.

از آنجا که دیگر فلزهای فعال نیز کاهنده‌های قوی هستند، باید آنها را همانند سدیم از برقکافت نمک مذاب آنها تهیه کرد. برای نمونه فلز منیزیم را در صنعت از برقکافت منیزیم کلرید مذاب تهیه می‌کنند.

آیا می‌دانید

سلول دانز یک سلول الکترولیتی است که در صنعت برای تهیه فلز سدیم به کار می‌رود. در این سلول، برقکافت سدیم کلرید مذاب انجام می‌شود.

● سدیم کلرید خالص در ۸۰۱°C ذوب می‌شود. افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن، دمای ذوب را تا حدود ۵۸۷°C پایین می‌آورد. این کار از نظر اقتصادی چه مزیتی دارد؟

خود را بیازمایید

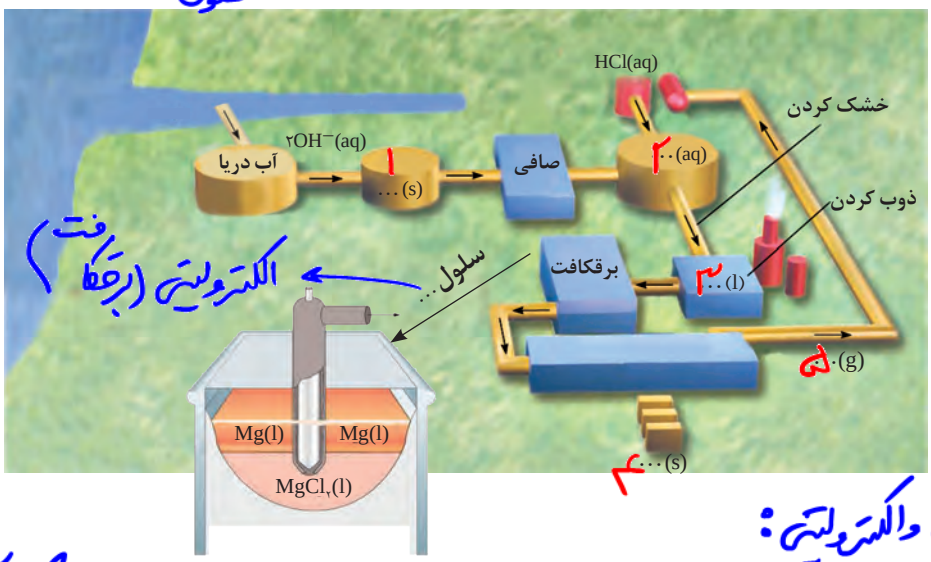
شکل صفحهٔ بعد مراحل تهیه فلز منیزیم را ازآب دریا نشان می‌دهد. جاهای خالی را پرکرده و درباره این روش در کلاس گفت‌وگو کنید.

$Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Mg(OH)_2(s)$ ① رسوب — محلول NaOH در آب دریا

$Mg(OH)_2(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$ ②

برقکافت $MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$ ③ ⑤

سردکردن $Mg(s)$ ④



الکترولیتی (برقکافت)

تفاوت سلول‌های گالوانی و الکترولیتی:

$E°_{Mg(s)} < E°_{MgCl_2(l)}$

تاکنون با دو نوع سلول الکتروشیمیایی آشنا شدید. در سلول گالوانی، انجام یک واکنش اکسایش ـ کاهش منجر به تولید انرژی الکتریکی شده اما در سلول الکترولیتی با اعمال ولتاژ بیرونی معین، یک واکنش اکسایش ـ کاهش دلخواه انجام می‌شود. واکنش‌های انجام شده در هر دو سلول، مطلوب و سودمند هستند، این در حالی است که پیرامون ما واکنش‌های اکسایش ـ کاهش زیادی مانند سیاه شدن وسایل نقره‌ای، فساد مواد خوراکی و... انجام می‌شوند که مطلوب ما نیستند و گاهی زیان‌هایی به دنبال دارند.

ظرف نقره‌ای در اثر انجام واکنش اکسایش ـ کاهش کدر می‌شود.

سلول گالوانی: واکنش خود به خود — سلول الکترولیتی: واکنش غیرخودبخودی

خوردگی، یک واکنش اکسایش ـ کاهش ناخواسته

سالانه صدها میلیون تن از فلزهای گوناگون به‌ویژه آهن برای ساختن اسکله نفتی، اسکلت ساختمان، پل، کشتی، لوکوموتیو و راه آهن، خودرو، هواپیما و... مصرف می‌شود. هنگامی که فلزها در هوا قرار می‌گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می‌آیند. در فلزهایی مانند آهن با ادامه اکسایش، لایه‌ای ترد و شکننده تشکیل می‌شود که به‌تدریج فرو می‌ریزد. در این حالت می‌گویند فلز خورده شده است.

ظرف نقره‌ای که در اثر انجام واکنش اکسایش ـ کاهش، جلا می‌یابد.

از آنجا که آهن پر مصرف‌ترین فلز در جهان است، خوردگی آن خسارت‌های هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند به طوری که سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده شده مصرف می‌شود.

پتانسیل کاهشی اغلب فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهشی اکسیژن مثبت است. با این توصیف اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آنها را اکسید کند. هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند، یک واکنش اکسایش ـ کاهش انجام

خوردگی به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش ـ کاهش گفته می‌شود. زنگ زدن آهن و زنگار سبز بر سطح مس نمونه‌هایی از خوردگی هستند.

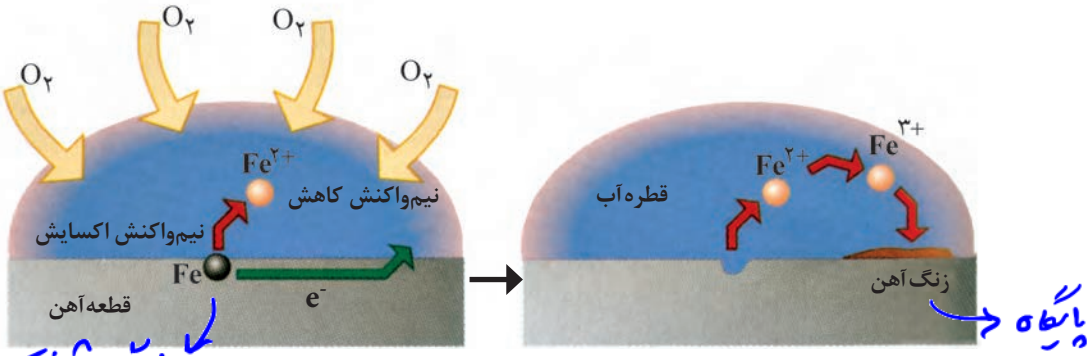
خوردگی در Fe و Cu می‌تواند رخ دهد

می‌شود. واکنشی که به‌طور طبیعی باعث اکسایش آهن می‌شود و از زیبایی و استحکام آن می‌کاهد (شکل ۱۳).

شکل ۱۳ـ نمونه‌ای از زنگ زدن آهن، بدنه آهنی کشتی در مجاورت هوا و رطوبت قرار گرفته و بر سطح آن زنگ آهن تشکیل شده است. فرایندی که باعث خوردگی می‌شود.

با هم بیندیشیم

۱ ـ با توجه به شکل‌های زیر، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) چگونگی تشکیل زنگ آهن را توصیف کنید.

ب) هر یک از نیم واکنش‌های زیر را موازنه کنید.

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

$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

پ) با توجه به اینکه زنگ آهن حاوی یون آهن (III) است، نیم واکنش اکسایش یون آهن(II) به یون آهن(III) را بنویسید.

ت) فراورده نهایی خوردگی، زنگ آهن است. اگر فرمول شیمیایی آن را $Fe(OH)_3$ در نظر بگیریم، معادله واکنش زیر را به روش وارسی موازنه کنید.

$4Fe(s) + 6H_2O(l) + 3O_2(g) \longrightarrow 4Fe(OH)_3(s)$

۲- با توجه به نیم واکنش‌های زیر توضیح دهید چرا :

$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e \longrightarrow 2H_2O(l)$ $\quad E^\circ = +1/23\ V$

$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e \longrightarrow 4OH^-(aq)$ $\quad E^\circ = +0/40\ V$

$Au^{3+}(aq) + 3e \longrightarrow Au(s)$ $\quad E^\circ = +1/50\ V$

$Fe^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Fe(s)$ $\quad E^\circ = -0/44\ V$

آ) خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می‌دهد؟

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

آیا می‌دانید

فرمول شیمیایی $Fe(OH)_3$ را به‌شکل $Fe_2O_3.3H_2O$ نیز نشان می‌دهند و با نام آهن(III)اکسید آبپوشیده خوانده می‌شود.

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

پیوند با صنعت

فداکاری فلزها برای حفاظت آهن (حفاظت کاتدی)

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

$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34\ V$ $\quad$ $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\ V$

$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76\ V$ $\quad$ $E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2/37\ V$

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

باید توجه داشت که با گذشت زمان منیزیم اکسایش یافته و مصرف می‌شود. از این رو باید به شکل دوره‌ای تکه‌های منیزیم را تعویض کرد.

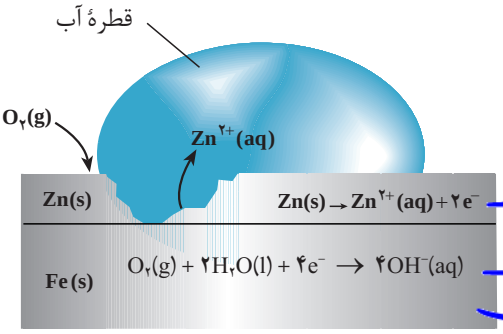
(ب)

(آ)

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

فداکاری فلز روی برای حفاظت از آهن سبب شد تا در صنعت ورقه‌های آهنی با پوششی از فلز روی تهیه شود. این نوع آهن به **آهن گالوانیزه**[1] (آهن سفید) معروف است و در ساخت تانکر آب، کانال کولر و... به کار می‌رود.

هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می‌آید، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می‌گیرند و برای اکسایش رقابت می‌کنند. بدیهی است که فلز روی، اکسید شده و آهن محافظت می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ رقابت آهن و روی در آهن گالوانیزه

تانکر آب ساخته شده از آهن سفید.

آیا می‌دانید

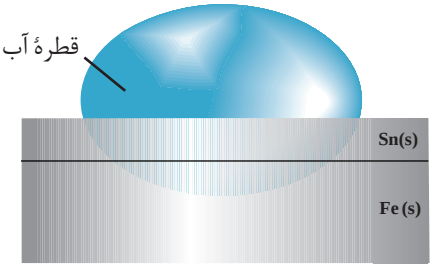
هنگامی که خراشی در سطح آهن سفید ایجاد می‌شود، نیم‌واکنش کاتدی در سطح آهن انجام خواهد شد، گویی آهن نقش کاتد را دارد. به همین دلیل در منابع علمی فرایند حفاظت از آهن یا هر فلز دیگر با استفاده از فلزهای کاهنده‌تر را **حفاظت کاتدی** می‌نامند.

خود را بیازمایید

شکل زیر بخشی از یک ورقهٔ آهنی را نشان می‌دهد که با لایهٔ نازکی از قلع پوشیده شده است. به این نوع آهن، حلبی می‌گویند. از ورقه‌های حلبی برای ساختن قوطی‌های روغن نباتی و کنسرو استفاده می‌شود. با مراجعه به جدول E°:

پس از مدتی

قوطی‌هایی از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان‌تر دچار خوردگی می‌شوند.



آ) در اثر ایجاد خراش در سطح این نوع آهن، کدام فلز خورده می‌شود؟ کدام فلز در برابر خوردگی محافظت می‌شود؟

ب) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید

پ) توضیح دهید چرا برخلاف حلبی از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده کرد؟

۱ـ Galvanized Iron

پیوند با زندگی

در زندگی روزانه از وسایل و ابزار گوناگونی مانند وسایل آشپزخانه، شیرآلات ساختمان، دستگیره در و... استفاده می‌شود که فلز اصلی سازنده آنها آهن یا مس است. خوردگی این فلزها از یک سو سبب از بین رفتن زیبایی وسیله می‌شود و از سوی دیگر به سلامتی بدن آسیب می‌رساند. به همین دلیل، سطح اغلب این وسایل فلزی را با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می‌پوشانند (شکل ۱۶).

شکل ۱۶ـ نمونه‌هایی از برخی وسایل فلزی

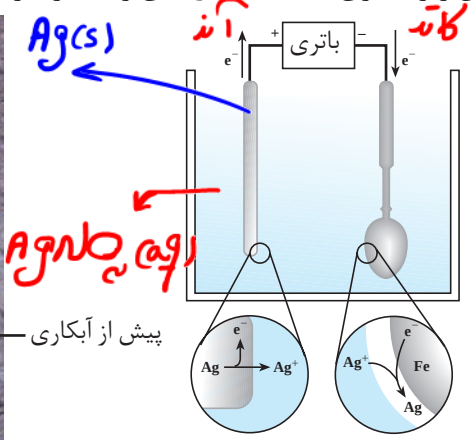
پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، **آبکاری**[1] نام دارد. فرایندی که در سلول الکترولیتی انجام می‌شود.

خود را بیازمایید

شکل زیر آبکاری یک قاشق فولادی را با فلز نقره نشان می‌دهد با توجه به آن:

پس از آبکاری

پیش از آبکاری



۱ـ Electroplating

آ) قاشق فولادی به کدام قطب باتری متصل است؟

ب) نیم واکنش کاتدی را بنویسید.

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

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

آ) چرخ گوشت

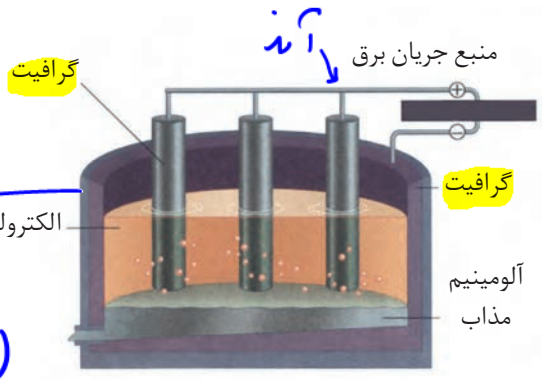
ب) قطعه‌ای از موتور خودرو

شکل ۱۷ـ برخی کاربردهای آلومینیم

چارلز مارتین هال (۱۹۱۴ـ۱۸۶۳)
این شیمی‌دان آمریکایی در ۲۳ سالگی این روش را ابداع کرد.

با این توصیف فلز آلومینیم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است. آلومینیم همانند دیگر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود از این رو این فلز هم از برقکافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید. رایج‌ترین روشی که به **فرایند هال**[۱] معروف است (شکل ۱۸).

$$2Al_2O_3(l) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$$



شکل ۱۸ـ فرایند هال برای تولید آلومینیم از Al_2O_3

۱ـ Hall Process

فرایند هال به دلیل تولید CO_2 برای طبیعت مضر است.

آیا می‌دانید

آلومینیم در صنایع به‌طور عمده به شکل آلیاژ استفاده می‌شود. از این فلز آلیاژهای گوناگونی تهیه می‌شود. نمونه‌ای از آنها مگنالیوم است که در ساخت بدنه کشتی به کار می‌رود. درصد فلزهای سازنده این آلیاژ مطابق جدول زیر است.

فلز	درصد جرمی
Al	۸۳
Mg	۱۵
Ca	۲

فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینهٔ بالایی دارد؛ از این رو با بازیافت فلز آلومینیم می‌توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدید ناپذیر طبیعت، برخی از هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد. برای نمونه تولید قوطی‌های آلومینیمی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷درصد از انرژی لازم برای تهیهٔ همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

خود را بیازمایید

لوحه آموزشی زیر، آبکاری یک قاشق مسی را با فلز نقره نشان می‌دهد. درباره آن در کلاس گفت‌وگو کنید.