

## فصل ۲: آسایش و رفاه در سایه شیمی:

### انرژی الکتریکی تندر و آذرخش:

پدیده های طبیعی همچون تندر و آذرخش نشان می دهند که بخشی از این انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط پیرامون جاری شود. پدیده هایی از این دست که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می گیرند سبب شد تا تلاش برای شناسایی واکنش های شامل داد و ستد الکترون هدفمند دنبال شوند. واکنش هایی که مبنای تولید انرژی الکتریکی هستند. تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان دستاوردی از دانش الکتروشیمی است که در سایه فناوری های پیشرفته افزایش سطح رفاه و آسایش را در جهان به دنبال داشته است. الکتروشیمی افزون بر تهیه مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی میتواند در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.

### الکتروشیمی:

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

علم استفاده از انرژی الکتریکی برای انجام یک تغییر شیمیایی یا تولید انرژی الکتریکی به وسیله واکنش های شیمیایی الکتروشیمی گویند.



**باتری:** یکی از فرآورده های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش های شیمیایی، الکتریسیته تولید میکند.

**دانش الکتروشیمی چگونه مانع از آلوده شدن آب و مواد غذایی می شوند؟**

۱- با استفاده از الکتروشیمی می توان لوله های فلزی انتقال آب، قوطی های محتوی مواد غذایی، لوازم آشپزی ساخت که در برابر خوردگی مقاوم هستند، و مانع از آلوده شدن آب و مواد غذایی می شوند.

۲- با استفاده از الکتروشیمی می توان کیفیت تولید فراورده های دارویی، بهداشتی، غذایی را کنترل کرد.

اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلز ها واکنش می دهد و آنها را به اکسید فلز تبدیل میکند، در حالیکه با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی دهد.

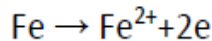
**آشنایی با واژه های اکسایش و کاهش:**

اکسایش یعنی از دست دادن.....

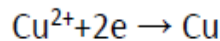
کاهش یعنی گرفتن.....

**نیم واکنش های اکسایش - کاهش:**

نیم واکنش اکسایش: به نیم واکنشی گفته می شود که در آن گونه ای الکترون از دست می دهد مانند



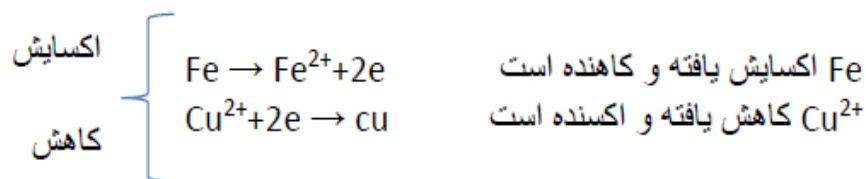
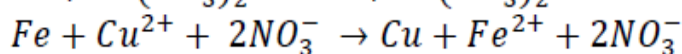
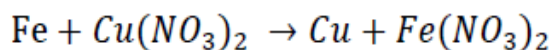
نیم واکنش کاهش (احیا): واکنش یا نیم واکنشی است که در آن یک گونه الکترون می گیرد مانند



نکته: در یک واکنش کلی نیم واکنش اکسایش و کاهش همیشه با هم و هم زمان با هم صورت می گیرد.

نکته: در یک واکنش کلی گونه ای که اکسید می شود کاهنده و گونه ای که کاهش می یابد اکسنده می گویند.

در واکنش زیر نیم واکنش های اکسایش و کاهش نوشته مشخص کنید کدام گونه اکسنده و کدام گونه کاهنده است.



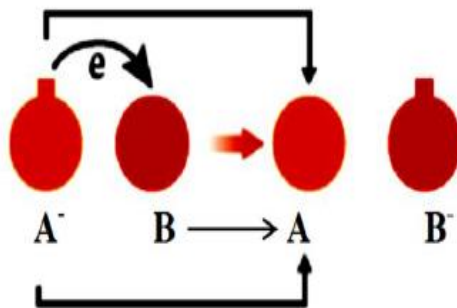
**اکسنده:** ماده ای که با گرفتن الکترون سبب اکسایش گونه دیگر می شود.

گونه ای که الکترون دریافت کرده خود کاهش می یابد و موجب اکسایش گونه دیگر می شود.

**کاهنده:** ماده ای که با دادن الکترون سبب کاهش گونه دیگر می شود، کاهنده نامیده می شود.

گونه ای که الکترون از دست داده خود اکسایش می یابد و موجب کاهش گونه دیگر می شود.

گونه A اکسایش یافت پس نقش..... دارد.



گونه B کاهش یافت پس نقش..... دارد.

گونه B کاهش یافت پس نقش..... دارد.

**فلز و نافلز کدام اکسنده و کدام کاهنده؟**

اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل

شوند. از این رو فلزها اغلب نقش کاهنده دارند.

نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون کاهش یافته و به آنیون تبدیل می شوند. و نافلزها اغلب نقش اکسنده هستند.

**بررسی واکنش سوختن منیزیم:**

در گذشته برای عکاسی از سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می شد.

در این واکنش منیزیم Mg بانورخیره کننده ای در  $O_2(g)$  می سوزد و به  $MgO(s)$  تبدیل می شود.

فلز منیزیم با از دست دادن الکترون..... می یابد. مولکول اکسیژن با گرفتن الکترون..... می یابد.

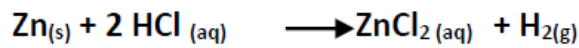
فلز منیزیم نقش..... و مولکول اکسیژن نقش..... دارد.

۱ نیم واکنش اکسایش

۱ نیم واکنش کاهش

۱ معادله کلی

با توجه به واکنش داده شده کدام مورد صحیح است.



- (۱) اتم های روی الکترون بدست آورده و اکسایش یافته اند.
- (۲) یونهای هیدروژن الکترون از دست داده و اکسایش یافته اند
- (۳) اتم های روی الکترون از دست داده و کاهش یافته اند
- (۴) یونهای هیدروژن الکترون بدست آورده و کاهش یافته اند.

ریاضی خارج ۸۶: اکسند ماده ای است که با ..... الکترون ..... گونه های دیگر، آنها را ..... و کاهنده ماده

ای است که با ..... الکترون ..... گونه های دیگر، آنها را.....

- (۱) دادن - به - اکسید میکند - گرفتن - از - کاهش میدهد.
- (۲) گرفتن - از - اکسید میکند - دادن - به - کاهش میدهد.
- (۳) گرفتن - از - کاهش میدهد - دادن - به - اکسید میکند.
- (۴) دادن - به - کاهش میدهد - گرفتن - از - اکسید میکند.

تجربی 82: عامل .... الکترون .... و .... می شود؟

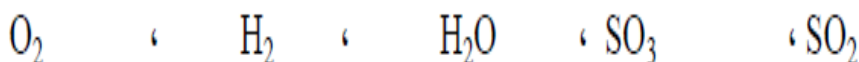
- الف ( کاهنده - می دهد - کاهیده
- ب ( کاهنده - می گیرد - اکسید
- ج ( اکسنده - می دهد - اکسید
- د ( اکسنده - می گیرد کاهیده

ریاضی 83: کدام مطلب صحیح است؟

- الف ( در نیم واکنش کاهش الکترون آزاد می شود
- ب) هر عامل کاهنده الکترون می گیرد
- ج) هر عامل کاهنده خود اکسید می شود
- د) عدد اکسایش عامل اکسنده افزایش می یابد

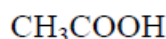
### محاسبه عدد اکسایش اتم ها در یک ترکیب یا مولکول به روش کتاب :

- ۱- ساختار الکترون نقطه ای گونه های شرکت کننده را رسم کنید.
- ۲- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت دهید.
- ۳- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت، هر دو الکترون را به اتم با خصلت نافلززی بیشتر نسبت دهید.
- ۴- همه الکترون های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت دهید.
- ۵- الکترون های نسبت داده شده به هر اتم را بشمارید و آن را از شمار الکترون های ظرفیت همان اتم کم کنید. عدد به دست آمده عدد اکسایش اتم مورد نظر را نشان می دهد.



### امتحان هماهنگ کشوری :

با رسم ساختارهای لوویس گونه های داده شده ، عدد اکسایش تمام عناصر موجود را مشخص کنید :

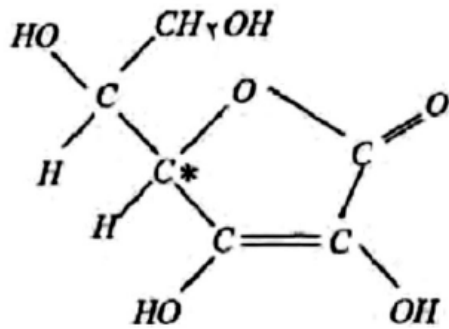
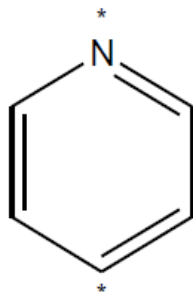
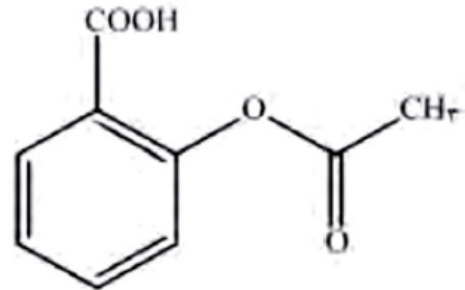
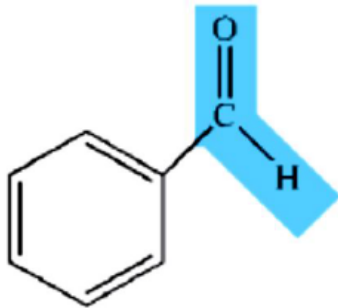
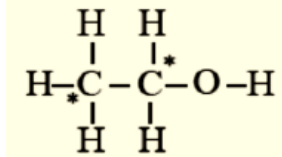
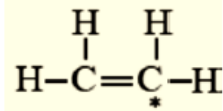


دوازدهم - دکتر یوسف اکبریان شیمی

محاسبه عدد اکسایش کربن در ترکیبات آلی :

در ترکیبات آلی خصلت نافلزاتی کربن بیشتر از اتم هیدروژن است . به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم C و H، هر دو الکترون را به اتم کربن که خصلت نافلزاتی بیشتری دارد نسبت دهید.

اما خصلت نافلزاتی اتم کربن نسبت به اتم های اکسیژن و نیتروژن و هالوژن ها کمتر است . به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم C و O و N و هالوژن ها Cl و F و..... ، هر دو الکترون را به اتم های اکسیژن و نیتروژن و هالوژن ها که خصلت نافلزاتی بیشتری دارد نسبت دهید.



سنجش ۹۳: جمع جبری عددهای اکسایش اتم های کربن در کدام ترکیب نسبت به هر یک از سه ترکیب دیگر بیشتر

(۴) استیک اسید

(۳) دی متیل اتر

(۲) گلیسرین

است؟ (۱) اتانول

قوانین تعیین عدد اکسایش اتم ها در یک گونه شیمیایی :

۱- عدد اکسایش هر عنصر به حالت آزاد برابر با صفر است.

حالت آزاد مانند:  $H_2$  و  $O_2$  و  $Cl_2$  و  $Mg$  و  $Fe$

۲- عدد اکسایش یون های تک اتمی برابر با بار الکتریکی آنهاست.

برای نمونه عدد اکسایش یون اکسید و یون کلسیم در کلسیم اکسید : به ترتیب برابر با ۲- و ۲+ است.

CaO

۳- مجموع عدد اکسایش اتمها در یک مولکول خنثی صفر است.

۲- مجموع عدد اکسایش اتمها در یک یون با بار آن یون برابر است.

$CO_3^{2-}$

۳- برای عناصر گروه I در یک ترکیب همیشه عدد اکسایش ۱+ (مثبت یک) می باشد.

۴- برای عناصر گروه II در یک ترکیب همیشه عدد اکسایش ۲+ (مثبت دو) می باشد.

۵- عدد اکسایش هیدروژن در ترکیباتش با غیرفلزات همیشه ۱+ و در ترکیباتش با فلزات ۱- می باشد.

۶- فلورین در تمام ترکیبات خود دارای عدد اکسایش ۱- است.

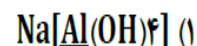
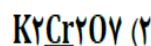
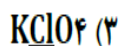
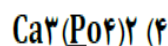
۷- عدد اکسایش اکسیژن در اغلب ترکیبات ۲- است .

تذکر : در ترکیب با فلورین که ۲+ یا در پراکسیدها ۱- است

$H_2O_2$

$OF_2$

در کدام مورد عدد اکسایش عنصری که زیر آن خط کشیده شده است برابر ۵ است؟



ریاضی ۹۰ : اتم نیتروژن در کدام دو ترکیب به ترتیب از راست به چپ بزرگترین و کوچکترین عدد اکسایش را دارد؟





نکته مهم: یک اتم در بالاترین عدد اکسایش خود فقط اکسند است زیرا اکسید نمی شود و عدد اکسایش آن افزایش نمی یابد و در پایین ترین عدد اکسایش خود فقط کاهنده است زیرا عدد اکسایش آن کم نمی شود.

تجربی 89: کدام آنیون تنها می تواند نقش یک عامل اکسند را در واکنش ها داشته باشد؟ (نقش کاهندگی ندارد)

الف)  $\text{BrO}_2^-$       ب)  $\text{NO}_2^-$       ج)  $\text{ClO}_4^-$       د)  $\text{IO}^-$

عدد اکسایش اتم های نیتروژن در  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ، کدامند؟

۱) ۴ و -۴      ۲) ۳ و -۳      ۳) ۵ و -۳      ۴) ۳ و ۴+

۲۳۲- عدد اکسایش اتم ..... با عدد اکسایش اتم ..... برابر است.

۱) H در H - KH در HCl      ۲) O در  $\text{Mg} - \text{OF}_2$  در  $\text{Mg}_3\text{N}_2$   
 ۳) Fe در  $\text{FeO}(\text{OH})$  - S در  $\text{Na}_2\text{SO}_3$       ۴) Mn در  $\text{KMnO}_4$  - Mn در  $\text{BaMnO}_4$

۲۶۹- عدد اکسایش اتم مرکزی، در کدام ترکیب بزرگتر است؟

۱)  $\text{SF}_6$       ۲)  $\text{KMnO}_4$       ۳)  $\text{H}_2\text{SO}_4$       ۴)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

۲۶۸- در کدام دو ترکیب، عدد اکسایش گوگرد با هم برابر است؟

۱)  $\text{SO}_2, \text{SOCl}_2$       ۲)  $\text{SO}_3, \text{Na}_2\text{SO}_3$       ۳)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7, \text{H}_2\text{SO}_4$       ۴)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, \text{Na}_2\text{SO}_3$

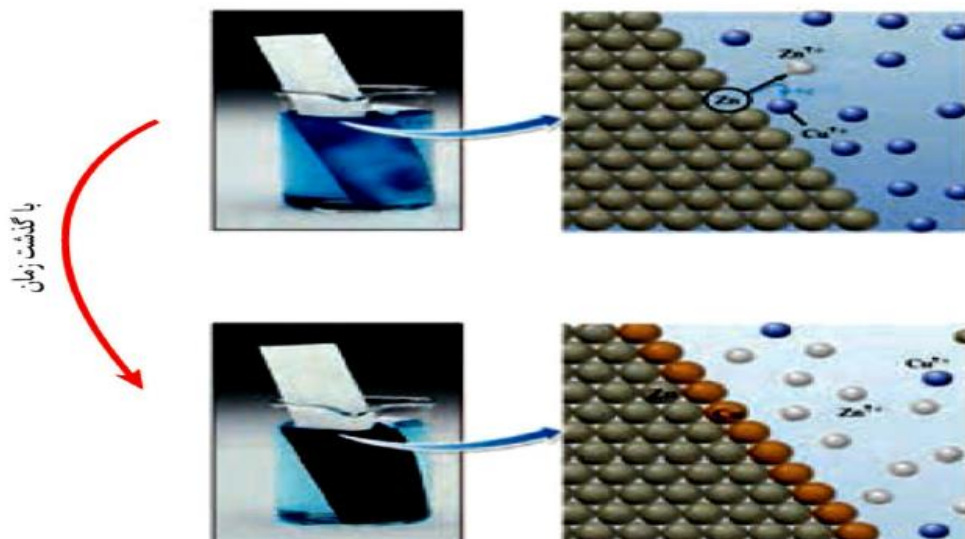


چند نکته :

- ۱- اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می کنند.
- ۲- در برخی واکنش های اکسایش کاهش افزون بر داد و ستد الکترون، انرژی نیز آزاد می شود
- ۳- واکنش های سوختن از نوع اکسایش و کاهش هستند. که در آن علاوه بر مبادله الکترون گرما و نور نیز تولید می شود.
- ۴- فلزهایی مانند منیزیم و سدیم در اکسیژن می سوزند، نور و گرما تولید میکنند.
- ۵- تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در محلول های آبی یکسان نیست. به دیگر سخن فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند. برای نمونه فلز روی کاهنده تر از مس است.
- ۶- در یک واکنش اکسایش کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد، می تواند با برخی کاتیون های فلزی واکنش دهد و آنها را به اتم های فلزی بکاهد.
- ۷- در یک واکنش اکسایش کاهش، مخلوط واکنش گرم می شود زیرا سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می دهد.
- ۸- می توان واکنش های اکسایش کاهش را به گونه ای انجام داد تا به جای تولید گرما، از الکترون های داد و ستد شده برای ایجاد جریان الکتریکی استفاده کرد.

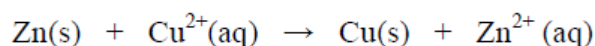
بررسی واکنش فلز روی با محلول مس (II) سولفات :

هرگاه تیغه ای از جنس روی درون محلول مس قرار گیرد :



در این واکنش اتم های خنثای روی (Zn) با از دست دادن دو الکترون به یون های روی  $Zn^{2+}$  اکسایش یافته و هم زمان با آن، هر یون مس ( $Cu^{2+}$ ) با دریافت همان دو الکترون به اتم خنثای مس Cu کاهش می یابد.

بررسی واکنش فلز روی با محلول مس (II) سولفات :



- ۱- رنگ محلول مس (II) سولفات آبی است .
- ۲- به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می شود.
- ۳- تغییر رنگ محلول نشان دهنده انجام واکنش شیمیایی است.
- ۴- فلز روی گونه کاهنده و یون مس (II) گونه اکسنده است.
- ۵- با گذشت زمان وزن تیغه افزایش می یابد. و یک لایه مسی سرخ رنگ در سطح تیغه روی تشکیل می شود.
- ۶- در این واکنش ، فرآورده ها پایدارتر از واکنش دهنده ها هستند.
- ۷- بر اثر واکنش اکسایش و کاهش، دمای محلول افزایش می یابد.

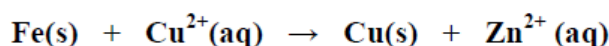
: نیم واکنش اکسایش

: نیم واکنش کاهش

: معادله واکنش



بررسی واکنش بین الیاف آهن با محلول مس (II) سولفات :



- ۱- رنگ محلول مس (II) سولفات آبی است .
- ۲- به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می شود.
- ۳- تغییر رنگ محلول نشان دهنده انجام واکنش شیمیایی است.
- ۴- فلز آهن گونه کاهنده و یون مس (II) گونه اکسنده است.
- ۵- با گذشت زمان وزن تیغه کاهش می یابد. و یک لایه مسی سرخ رنگ در سطح تیغه آهنی تشکیل می شود.
- ۶- در این واکنش ، فرآورده ها پایدارتر از واکنش دهنده ها هستند.
- ۷- بر اثر واکنش اکسایش و کاهش، دمای محلول افزایش می یابد.

: نیم واکنش اکسایش

: نیم واکنش کاهش

: معادله واکنش

هنگامی که فلز آلومینیم  $Al(s)$  درون محلول مس (II) سولفات قرار گیرد :

۱- رنگ محلول مس (II) سولفات آبی است .

۲- به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می شود.

۳- تغییر رنگ محلول نشان دهنده انجام واکنش شیمیایی است.

۴- فلز آلومینیم گونه کاهنده و یون مس (II) گونه اکسنده است.

۵- با گذشت زمان وزن تیغه افزایش می یابد. و یک لایه مسی سرخ رنگ در سطح تیغه آلومینیمی تشکیل می شود.

۶- در این واکنش، فرآورده ها پایدارتر از واکنش دهنده ها هستند.

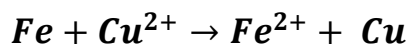
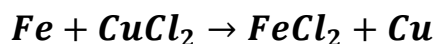
۷- بر اثر واکنش اکسایش و کاهش، دمای محلول افزایش می یابد.

: نیم واکنش اکسایش

: نیم واکنش اکسایش

: نیم واکنش کاهش

نکته : اصولاً فلزها دوست دارند الکترون از دست بدهند اما این که کدام فلز نسبت به فلز دیگر الکترون دهنده تر است (یعنی کاهنده تر است) از طریق آزمایش مشخص می شود مثلاً آزمایش ها نشان داده است که آهن می تواند یون مس را آزاد کند اما مس توانایی آزاد کردن یون آهن ندارد.



از مثال بالا نتیجه می گیریم که قدرت الکترون دهی (کاهندگی) آهن از مس بیشتر است و یا قدرت الکترون گیری (اکسندگی) یون مس از یون آهن بیشتر است. همچنین از طریق تجربی مشخص شده است که مس می تواند یون نقره را احیا کند اما نقره نمی تواند یون مس را احیا کند پس می توان نتیجه گرفت که مس نسبت به نقره الکترون دهنده است و یا یون نقره نسبت به یون مس قدرت الکترون گیری بیشتری دارد برای مقایسه قدرت الکترون دهندگی فلزات و یا قدرت الکترون گیری یون فلزات از مفهومی به نام پتانسیل الکترودی  $(E^\circ)$  استفاده می شود.

تعریف پتانسیل الکترودی  $(E^\circ)$ : اختلاف پتانسیلی است که یک تیغه فلزی (الکتروود) با محلول یونی از جنس خود (الکترولیت) ایجاد می کند (به کل مجموعه نیم سلول می گویند)

## نکات $E^\circ$

1-  $E^\circ$  می تواند مثبت و منفی یا صفر باشد در مورد عناصری که الکترون دهی زیادی دارند مانند فلزات گروه اول و دوم و AL و روی و آهن و  $E^\circ$  منفی است یعنی تیغه فلزی نسبت به محلول یونی خود منفی تر است و  $E^\circ$  فلزات زیر هیدروژن (ضعیف) مانند : مس و طلا و نقره و پلاتین و جیوه مثبت است یعنی تیغه فلزی نسبت به محلول یونی خود مثبت تر است.

2- راه مستقیمی برای محاسبه  $E^\circ$  عناصر در دسترس نیست برای همین از الکترودی به نام الکتروود شاهد یا استاندارد استفاده می کنند و بقیه گونه ها را نسبت به آن می سنجند الکتروود استاندارد هیدروژن (SHE) یک الکتروود پلاتینی است که در محلول یک مولار HCL قرار داشته و گاز هیدروژن با فشار یک اتمسفر از آن عبور داده می شود پتانسیل کاهش هیدروژن بر حسب قرارداد و در همه ی دماها برابر صفر می باشد.

3- اگر در جدولی  $E^\circ$  تمام گونه ها بر حسب گرفتن الکترون را به ترتیب نزولی زیر یکدیگر قرار دهیم جدولی بدست می آید که به آن جدول پتانسیل کاهش استاندارد یا جدول سری الکتروشیمیایی عناصر بدست می آید

4- گونه هایی که در بالای جدول قرار دارند نسبت به گونه هایی که پایین جدول قرار دارند دارای  $E^\circ$  مثبت تری هستند و گونه های سمت چپ آنها تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون (اکسنده های قوی) و گونه ی سمت راست آنها تمایل کمتری برای از دست دادن الکترون (کاهندگی ضعیف) دارند.

5- در این جدول گونه سمت چپ بالای جدول می تواند با گونه ی سمت راست عناصر پایین تر واکنش دهد (احیا کند) اما برعکس آن امکان پذیر نیست

6- در این جدول  $E^\circ$  تمام نیم واکنش ها بر حسب گرفتن الکترون (احیا) تنظیم شده است.

7- در این جدول گونه های سمت راست کاهنده و گونه های سمت چپ اکسنده هستند به طوری که هرچه  $E^\circ$  منفی تر باشد گونه سمت راست آن کاهنده تر و گونه سمت چپ آن اکسنده ی ضعیف تری است.

8- هرچه یک فلز کاهنده تر باشد یون آن اکسنده ضعیف تری است.

9- کلمه استاندارد (صفر) در مورد گازها یعنی فشار 1atm و در مورد محلول ها غلظت یک مولار و دمای  $25^\circ$  است.

10- اگر  $E^\circ$  فلزی مثبت بود بدان معنی است که تمایل کاتیون آن فلز برای گرفتن الکترون از  $H^+$  بیشتر است پس اکسنده قوی تری نسبت به یون هیدروژن است و اگر منفی بود بالعکس.

اگر فلزی را در یک اسید قرار دهیم و گاز هیدروژن آزاد کرد نتیجه می گیریم این فلز نسبت به هیدروژن قدرت ..... بیشتری دارد و یون فلزی آن از لحاظ ..... از لحاظ  $H^+$  ضعیف تر است.

الف) کاهشندگی - اکسندگی

ج) کاهشندگی - کاهشندگی

11- محلول فلزات پایینتر ( $E^\circ$  منفی تر) را فقط می توان در ظروف عناصر بالاتر ( $E^\circ$  بیشتر) نگهداری کرد.

### سری الکتروشیمیایی:

رتبه بندی فلزها به ترتیب کاهش  $E^\circ$  آنها در یک جدول، سری الکتروشیمیایی نامیده می شود.

	نیم واکنش کاهش	$E^\circ (V)$
	$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(s)$	+۱/۵۰
	$Pt^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pt(s)$	+۱/۲۰
	$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	+۰/۸۰
	$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	+۰/۳۴
	$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	۰/۰۰
	$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$	-۰/۴۴
	$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$	-۰/۷۶
	$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mn(s)$	-۱/۱۸
	$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$	-۱/۶۶
	$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mg(s)$	-۲/۳۷

↑ اکسندگی قوی تر      ↓ کاهشندگی قوی تر

همان گونه که مشاهده میکنید در این جدول:

۱- نیم واکنش ها به شکل کاهش نوشته شده اند و این پیشنهاد آیوپاک است که برای هماهنگی در منابع علمی معتبر به کار می رود.

۲- 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.

۳- این جدول علامت  $E^\circ$  فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری از  $H_2$  دارند منفی و علامت  $E^\circ$  فلزهایی که قدرت کاهندگی کمتری از  $H_2$  دارند مثبت است.

گونه بالاتر:

۱-  $E^\circ$  ..... تری دارد.

۲- تمایل بیش تری برای ..... الکترون و کاهش دارد.

۳- قطب مثبت یا ..... سلول گالوانی را تشکیل می دهد.

۴- کاهنده ..... تری است.

۵- اکسنده ی ..... تری است.

گونه پایین تر:

۱-  $E^\circ$  ..... تری دارد

۲- تمایل بیش تری برای ..... الکترون دارد و اکسایش یافتن دارد.

۳- قطب منفی یا ..... سلول را تشکیل می دهد

۴- ..... قوی تری است

۵- ..... ی ضعیف تری است

نکته: در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد گونه اکسایش یافته را در سمت ..... و گونه کاهش یافته را در

سمت ..... می نویسند. گونه ی کاهش یافته  $+ne^- \rightleftharpoons$  گونه اکسایش یافته

چند نکته: در جدول سری الکترو شیمیایی:

راستی ها کاهنده اند

چپی ها اکسنده اند

ای صفر بیشتر اکسنده قوی

ای صفر کمتر کاهنده قوی تر

فقط راست بالا می تواند با چپ پایین واکنش دهد و بس !!!



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

تمرین دوره ای: با توجه به جدول زیر به پرسش ها پاسخ دهید.

آ) کدام گونه قوی ترین و کدام ضعیف ترین اکسند است؟

ب) کدام گونه قوی ترین و کدام ضعیف ترین کاهشنده است؟

پ) کدام گونه (ها) می توانند  $C^{2+}$  را اکسید کنند؟

ت) آیا برای نگهداری محلول نمک  $B^{2+}$  ظرف فلزی D مناسب است؟ چرا؟

۲۲۴- اگر  $E^\circ$  واکنش:  $A^{2+}(aq) + B(s) \rightarrow B^{2+}(aq) + A(s)$ ، منفی و  $E^\circ$  واکنش:

$B(s) + D^{2+}(aq) \rightarrow B^{2+}(aq) + D(s)$ ، مثبت باشد، کدام گزینه همواره درست است؟

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

۲) ترتیب اکسندگی 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 کاهش استاندارد الکتروود D، برابر ۳۳/۰+ ولت باشد، فلز A با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد.



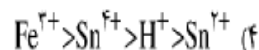
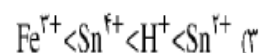
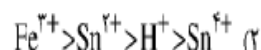
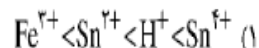
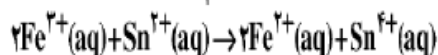
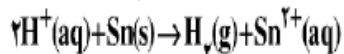
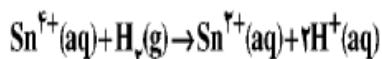
باتوجه به واکنش های زیر کدام مقایسه در مورد قدرت کاهندگی فلزات A, B و C درست است ؟



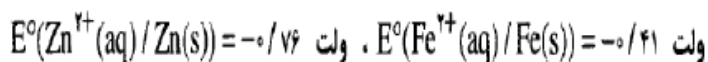
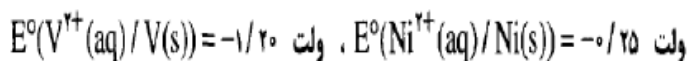
۱-  $A > B > C$       ۲-  $A > C > B$       ۳-  $C > A > B$       ۴-  $B > A > C$

۲۶۹- با توجه به واکنش های زیر که به طور خود به خودی در جهت رفت پیش می روند، کدام ترتیب درباره قدرت اکسندگی

کاتیون ها درست است؟



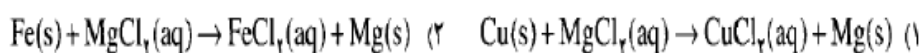
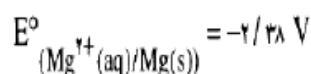
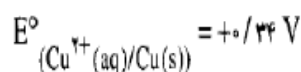
۲۳۲- با مقایسه  $E^0$  الکترودها که در زیر داده شده است،



می توان دریافت که ..... کاهنده تر از ..... و ..... اکسندتر از ..... است. (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.)



۲۶۷- با توجه به مقدار  $E^0$  ها، کدام واکنش به صورتی که معادله آن نوشته شده است، انجام می پذیرد؟



## دوازدهم- دکتر یوسف اکبریان شیمی

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

واکنش های شیمیایی و سفر هدایت شده الکترون ها :

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

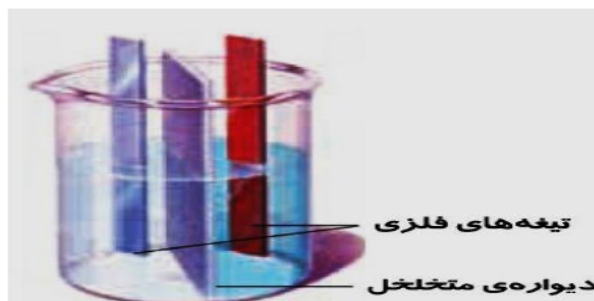
برای این منظور باید یک سلول گالوانی تهیه کرد.

**سلول گالوانی:** دستگاهی است که می تواند بر اساس قدرت کاهندگی فلزها انرژی الکتریکی تولید کند.

در واقع سلول گالوانی دستگاهی است که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند .

**اجزای سلول گالوانی :**

شامل دو الکتروود فلزی است که هر فلز در محلول الکتروولیت حاوی کاتیون همان فلز قرار دارد. فلزی که کاهندگی بیشتری دارد را آند و فلزی که کاهندگی کم تری دارد کاتد نامیده می شود. بین دو محلول الکتروولیت یک صفحه متناخل قرار دارد که از اختلاط دو محلول جلوگیری میکند. اگر دو الکتروود فلزی را با یک سیم مسی رابط به یکدیگر متصل کنیم . با حرکت الکترونها از فلز کاهنده تر به سمت فلز با کاهندگی کم تر جریان الکتریکی بوجود می آید .



**نکاتی چند از سلول های گالوانی :**

۱- **آند:** الکتروودی است که در آن نیم واکنش اکسایش انجام میشود.

۲- **کاتد:** الکتروودی است که در آن نیم واکنش کاهش رخ می دهد.

۳- در سلول گالوانی آند قطب منفی و کاتد قطب مثبت است.

**کاتد « ت » داره مثبت      آند « ن » داره منفی**

۴- در مدار بیرونی، حرکت الکترون ها از آند(قطب منفی به سمت کاتد(قطب مثبت) است.

۵- پس از مدتی جرم تیغه آندی کم و جرم تیغه کاتدی زیاد می شود. (مشروط بر اینکه در الکتروود گاز تولید نشود)

**آند نازک تر همیشه      کاتد کلفت تر همیشه**

۶- نیم واکنش اکسایش را نیم واکنش آندی و نیم واکنش کاهش را نیم واکنش کاتدی می نامند.

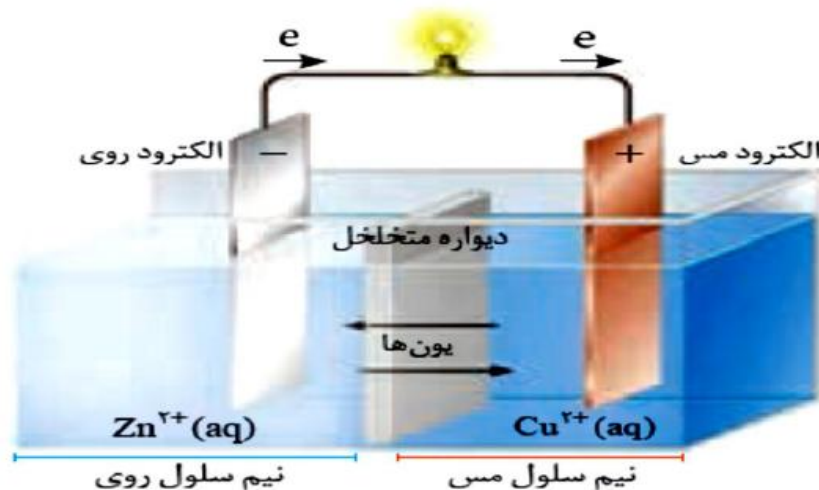
۷- کاتیون ها با گذر از دیواره متخلخل از نیم سلول آند به کاتد و آنیون ها با گذر از دیواره متخلخل از نیم سلول کاتد به آند مهاجرت کنند.

**کاتیون به سمت کاتد      آنیون به سمت آند**

### سلول گالوانی روی - مس :

تیغه روی درون محلولی از روی سولفات (نیم سلول روی) و تیغه مس درون محلولی از مس (II) سولفات (نیم سلول مس) قرار گیرد.

نیم سلول هاهمانند شکل زیر به یکدیگر وصل شوند، الکترون ها در مدار بیرونی جابه جا شده و جریان الکتریکی ایجاد می شود. جریانی که سبب روشن شدن لامپ خواهد شد.



هر اتم روی Zn دو الکترون از دست می دهد و به شکل یون روی  $Zn^{2+}$  وارد محلول می شود. به دلیل تولید الکترون در این الکتروود آن را با علامت منفی نشان می دهند. الکترون های تولید شده در سطح الکتروود روی از طریق مدار بیرونی (سیم رابط) به سوی کاتد (الکتروود مس) روانه می شوند. هر یون مس موجود در محلول، این دو الکترون را می گیرد و به شکل اتم مس بر سطح تیغه می نشیند. انتظار می رود با ادامه این روند به تدریج در محلول پیرامون الکتروود آند، غلظت کاتیون روی از آنیون ها بیشتر شده اما در محلول پیرامون الکتروود کاتد، غلظت آنیون ها از کاتیون مس بیشتر شود. اما در عمل هیچگاه چنین پدیده ای رخ نمی دهد زیرا برای ادامه واکنش اکسایش کاهش، محلول های موجود در هر دو ظرف باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. این مهم هنگامی امکان پذیر است که کاتیون ها از نیم سلول آند به کاتد و آنیون ها از نیم سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت کنند.

۱- جهت حرکت الکترون ها از تیغه روی به سمت تیغه مسی میباشد، این نشان دهنده این مطلب است که فلز روی نسبت به مس کاهنده قوی تری است.

۲- جهت حرکت الکترون نشان می دهد که الکتروود روی قطب منفی (آند) و الکتروود مسی قطب مثبت (کاتد) سلول را تشکیل می دهد.

## دوازدهم- دکتر یوسف اکبریان شیمی

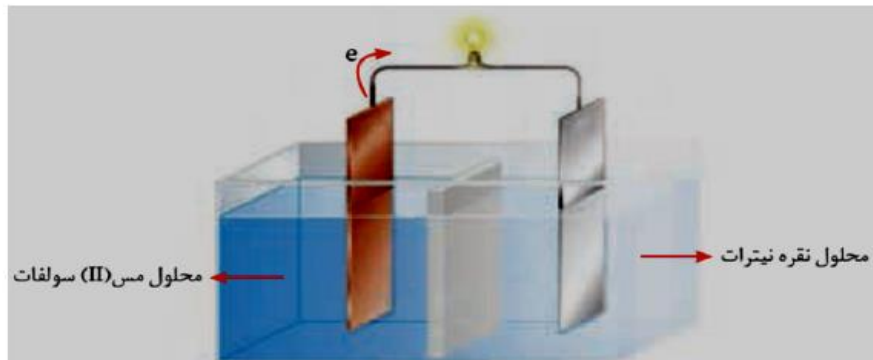
۳- در تیغه ی روی اتم های خنثای Zn با از دست دادن الکترون اکسایش یافته و خورده می شوند در نتیجه وزن الکتروود روی بتدریج کاسته می شود. و در کاتد (سطح تیغه مسی) یونهای مس  $Cu^{2+}$  با جذب الکترون در سطح تیغه می نشینند در نتیجه وزن تیغه مسی (کاتد) افزایش می یابد.

: نیم واکنش اکسایش

: نیم واکنش کاهش

: معادله واکنش

سلول گالوانی مس - نقره :



هر اتم مس Cu دو الکترون از دست می دهد و به شکل یون مس  $Cu^{2+}$  وارد محلوس می شود. به دلیل تولید الکترون در این الکتروود آن را با علامت منفی نشان می دهند. الکترون های تولید شده در سطح الکتروود مس از طریق مدار بیرونی (سیم رابط) به سوی کاتد (الکتروود نقره) روانه می شوند. دو یون نقره  $Ag^+$  موجود در محلوس، این دو الکترون را می گیرد و به شکل اتم نقره بر سطح تیغه می نشیند. انتظار می رود با ادامه این روند به تدریج در محلوس پیرامون الکتروود آند، غلظت کاتیون مس از آنیون ها بیشتر شده اما در محلوس پیرامون الکتروود کاتد، غلظت آنیون ها از کاتیون نقره بیشتر شود. اما در عمل هیچگاه چنین پدیده ای رخ نمی دهد زیرا برای ادامه واکنش اکسایش کاهش، محلوس های موجود در هر دو ظرف باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. این مهم هنگامی امکان پذیر است که کاتیون ها از نیم سلول آند به کاتد و آنیون ها از نیم سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت کنند.

۱- جهت حرکت الکتروونها از تیغه مس به سمت تیغه نقره میباشد، این نشان دهنده این مطلب است که فلز مس نسبت به نقره کاهنده قوی تری است.

۲- جهت حرکت الکترون نشان می دهد که الکتروود مس قطب منفی (آند) و الکتروود نقره قطب مثبت (کاتد) سلول را تشکیل می دهد.

۳- در تیغه ی مسی اتم های خنثای Cu با از دست دادن الکترون اکسایش یافته و خورده می شوند در نتیجه وزن الکتروود مسی بتدریج کاسته می شود. و در کاتد (سطح تیغه نقره ای) یونهای مس  $Ag^+$  با جذب الکترون در سطح تیغه می نشینند در نتیجه وزن تیغه نقره ای (کاتد) افزایش می یابد.

: نیم واکنش اکسایش

: نیم واکنش کاهش

: معادله واکنش

### امتحان هماهنگ کشوری :

کدام مطلب در مورد سلول Cu-Ag درست است؟ توضیح دهید.

الف) کاهش جرم نقره      ب) کاهش غلظت یونهای مس      ج) افزایش جرم مس      د) کاهش غلظت یونهای نقره

نکات :

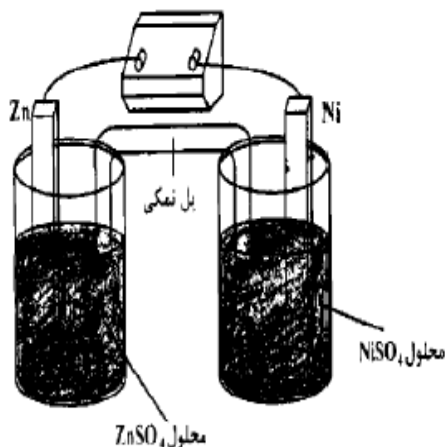
- 1- در پیل ها گونه ای که  $E^\circ$  کمتر (منفی تر) دارد آند (قطب منفی) و دیگری کاتد (قطب مثبت) است.
- 2- در آند همیشه عمل اکسایش و در کاتد عمل کاهش صورت می گیرد.
- 3- در آند به مرور زمان از جرم آند کاسته و به غلظت کاتیون آن افزوده می شود.
- 4- در کاتد به مرور زمان به جرم کاتد افزوده و از غلظت کاتیون آن کاسته می شود.
- 5- جهت حرکت الکترون در سیم (رسانای بیرونی یا الکترونی) از آند به کاتد است.
- 6- در سلول برای توازن بار و انتقال یون ها از پل نمکی (رسانای یونی یا مدار درونی) استفاده می شود در پل نمکی کاتیون ها به طرف کاتد و آنیون ها به طرف آند می روند.
- 7- در سلول های الکتروشیمیایی نیروی الکتروموتوری سلول از رابطه زیر بدست می آید:  
$$E = E_C^\circ - E_A^\circ$$
- 8- اگر در سلولی عدد ولت سنج منفی باشد به این معناست که جای آند و کاتد تعویض شده است (با طور قرارداد آند سمت چپ و کاتد سمت راست قرار می گیرد)

۲۶۸- با توجه به شکل روبه‌رو که به سلول الکتروشیمیایی «روی - نیکل»

مربوط است، کدام مطلب درست است؟

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

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



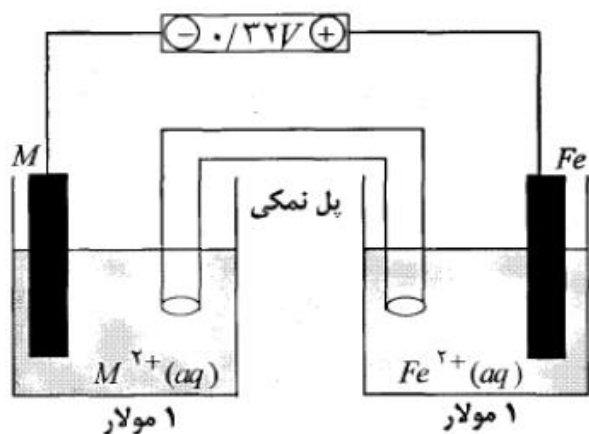
۹۱ ت

(۱)  $E^\circ$  آن برابر  $1/0.1$  ولت است.

(۲) ضمن واکنش سلول،  $[\text{Ni}^{2+}]$  افزایش می‌یابد.

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

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



با توجه به شکل پاسخ دهید.

(آ) در این سلول کدام فلز ( $\text{Fe}$  یا  $\text{M}$ ) نقش کاتد

را ایفا می‌کند؟ دلیل بنویسید.

(ب) الکترون‌ها در مدار خارجی به سمت کدام فلز در جریان هستند؟

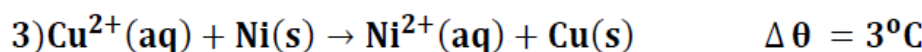
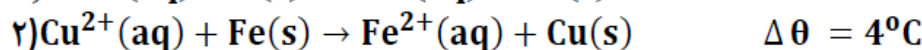
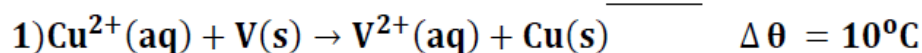
(پ) اگر پتانسیل الکترودی استاندارد  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  برابر

$$-0.44\text{V}$$

باشد، پتانسیل الکترودی استاندارد  $\text{M}^{2+}/\text{M}$  را محاسبه کنید.



با توجه به واکنش‌های انجام شده زیر کدام مطلب نادرست است؟



(۱) اتم وانادیم کاهنده‌تر از اتم آهن است.

(۲) کاتیون  $\text{Ni}^{2+}(\text{aq})$  الکترون‌گیری بیشتری نسبت به کاتیون  $\text{Fe}^{2+}$  دارد.

(۳) در سلول گالوانی (وانادیم - مس)، الکتروود وانادیم نقش آند را دارد.

(۴) در سلول گالوانی (آهن - مس)، جریان الکترون در مدار بیرونی از تیغه مس به سوی تیغه آهن است.

هرگاه دو الکتروود فلزی که در تشکیل سلول گالوانی شرکت کنند الکتروودی که  $E^{\circ}$  دارد ..... و ..... را تشکیل می‌دهد.

(۱) کوچک تری - کاهنده - آند

(۲) کوچک تری - اکسنده - کاتد

(۳) بزرگ تری - اکسنده - آند

(۴) بزرگ تری - کاهنده - کاتد

پتانسیل الکتریکی سلول‌های گالوانی "روی - مس" و "مس - طلا" به ترتیب  $1/1$  و  $1/34$  ولت می‌باشد.

پتانسیل الکتریکی سلول گالوانی "روی - طلا" چند ولت است؟

(۱)  $0/24$

(۲)  $1/58$

(۳)  $2/44$

(۴)  $1/22$

تجربی ۹۳: اگر در سلول استاندارد روی - جیوه به جای الکتروود استاندارد جیوه، الکتروود استاندارد آهن قرار داده

شود. کدام تغییر روی خواهد داد؟  $E^{\circ}$  الکتروودهای استاندارد روی، جیوه و آهن به ترتیب برابر  $-0/76$ ،  $+0/85$ ،  $+0/44$

- ولت است.

(۱)  $E^{\circ}$  سلول به اندازه  $1/29$  ولت کاهش می‌یابد. (۲) الکتروود روی از آند به کاتد مبدل می‌شود.

(۳) مقدار کاتیون  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  در محلول کاهش می‌یابد. (۴) جهت جریان الکترون در مدار بیرونی عوض می‌شود.

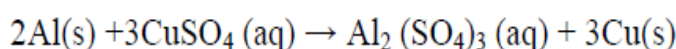
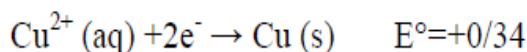
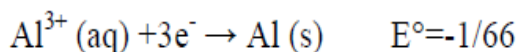


**خود را بیازمایید :**

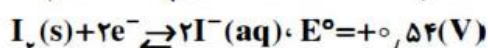
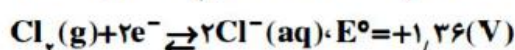
آ) شکل سلول گالوانی را رسم کنید که در آن واکنش کلی زیر انجام می شود :

ب) آند و کاتد و جهت حرکت الکترون و جهت جابجایی آیونها و کاتیونها را دیواره متخلخل بر روی شکل نشان دهید.

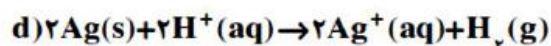
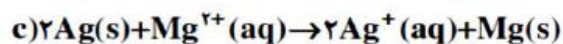
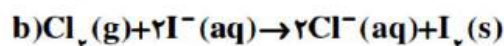
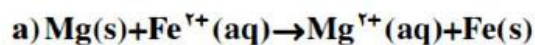
پ) با استفاده از پتانسیل الکترودی های داده شده نیروی الکتروموتوری emf سلول را محاسبه کنید.



تجربی ۹۰ : با توجه به پتانسیل های کاهش استاندارد ، نیم واکنش های زیر :



کدام دو واکنش زیر به صورت خود بخودی انجام می شوند ؟



d و c (۴)

c و a (۳)

b و c (۲)

b و a (۱)

المپیاد مرحله دوم ۹۳: در سلول (Cu-Mg) در ازای خورده شدن چند درصد از آند ۱/۲۸ گرم بر وزن کاتد

افزوده می شود؟ (وزن اولیه آند ۴۸ گرم است) ۱(۱) % ۲(۲) % ۳(۳) % ۴(۴) % ۸(۴) %

جرم مولی مس و منیزیم به ترتیب 64 و 24 است.

تست: در سلول الکتروشیمیایی Cu-Ag چند مول الکترون باید مبادله شود تا ۵/۴ گرم به وزن کاتد افزوده شود؟

Ag=108, Cu=64 ۱(۱) % ۲(۲) % ۳(۳) % ۴(۴) % ۵(۴) %

### چگونگی تولید انرژی الکتریکی در باتریها:

باتری هایی که در شکل، اندازه و کارایی با یکدیگر تفاوت آشکاری دارند اما در همه باتریها با انجام شدن نیم واکنش های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می شود.

### باتری های روی - نقره:

۱- از جمله باتری های دگمه ای هستند که در آنها فلز روی آند و

نقره اکسید نقش کاتد را دارد.

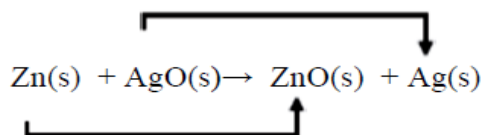
۲- فلز روی Zn با از دست داده الکترون اکسایش می یابد.

پس روی اکسند است.

۳- یون نقره  $Ag^+$  در نقره اکسید با گرفتن الکترون کاهش می یابد.

پس یون نقره کاهنده است.

۴- واکنش انجام شده در این باتری به صورت زیر است:



## دوازدهم- دکتر یوسف اکبریان شیمی

لیتیم، فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی :

نقش فلز لیتیم در فناوری ساخت باتری های جدید پررنگ است. زیرا لیتیم در میان فلزها کمترین چگالی و کمترین  $E^\circ$  را دارد. این ویژگی های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری های سبکتر، کوچکتر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار شود.

**انواع باتری های لیتیمی :**

### ۱- باتری دگمه ای غیر قابل شارژ :



از جمله باتری های لیتیمی است که در شکل ها و اندازه های گوناگون به کار می رود.

این باتریها قابل شارژ نیستند. مانند باتری ساعت مچی

### ۲- باتری های لیتیمی قابل شارژ :



باتریهایی هستند که در تلفن و رایانه همراه به کار می روند و می توان آنها

را بارها شارژ کرد.

### سرانجام باتریهای لیتیمی دفن کردن یا بازیافت ؟

افزایش تقاضا برای باتری های لیتیمی، سبب شد این فلز جایگاه ممتازی در تأمین انرژی جهان پیدا کند به طوری که سالانه از میلیاردها باتری لیتیمی درون دستگاه های الکترونیک در سرتاسر جهان استفاده می شود و سرانجام این دستگاه ها به همراه باتری های درون خود به شکل پسماند دور ریخته می شوند. به این ترتیب حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی مانند تلفن و رایانه همراه، باتری های لیتیمی و... تولید می شود.

این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند زیرا محیط زیست را آلوده میکنند.

چون برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

### چرا دانشمندان به دنبال یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت های فسیلی به ویژه خودروها هستند؟

#### ۱- کاهش ذخایر سوخت های فسیلی :

چون سوخت های فسیلی همچنان مناسب ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه ها به شمار می رود. از این رو استخراج و مصرف بی رویه این سوخت ها سبب شده تا ذخایر آن به سرعت کاهش یابد.

#### ۲- آلودگی هوا توسط سوخت های فسیلی :

گسترش روزافزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی، جهان را با چالشی نگران کننده روبه رو کرده است.

سلول سوختی، منبعی برای تولید انرژی سبز و جایگزینی مناسب برای سوخت های فسیلی :

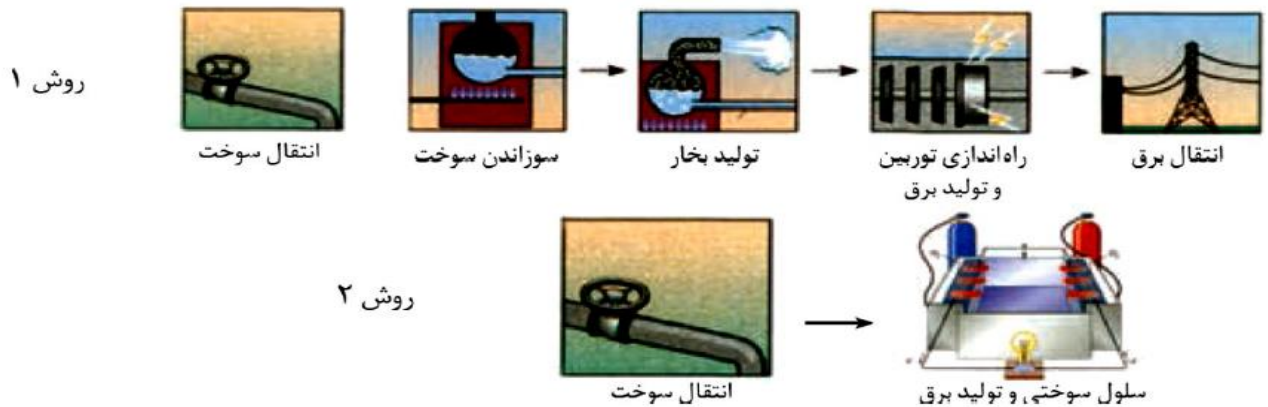
مزایای سلول سوختی نسبت به سوخت های فسیلی :

۱- این سلول ها نسبت به سوخت های فسیلی کارایی بیشتری دارند

۲- می توانند ردپای کربن دی اکسید را کاهش دهند و موجب کاهش آلودگی محیط زیست شود.

به طوری که دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می روند.

روشهای تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی :



### روش ۱

در این روش سوخت های فسیلی به نیروگاه منتقل می شود و در آنجا از گرمای حاصل از سوختن سوخت آب را بخار میکنند. بخار آب تولید شده موجب راه اندازی توربین و تولید برق می شود. برق تولید شده توسط خطوط انتقال به مصرف کننده می رسد.

در این روش اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است. چون تعداد مراحل بیشتری دارد و در هر مرحله نیز مقداری انرژی به شکل گرما هدر می رود.

این روش برای تولید انرژی الکتریکی کارایی کم تری دارد. کارایی این روش ۲۰٪ است

### روش ۲

در این روش سوخت به یک سلول سوختی منتقل شده و در آنجا با انجام یکسری واکنش های اکسایش و کاهش برق تولید می شود.

در این روش اتلاف انرژی به شکل گرما کمتر است. چون تعداد مراحل کمتری دارد و سوخت مستقیماً در سلول سوختی به برق تبدیل می شود.

این روش برای تولید انرژی الکتریکی کارایی بیش تری دارد. کارایی این روش سه برابر روش ۱ است یعنی ۶۰٪ است .

### سلول سوختی هیدروژن اکسیژن :

سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است .

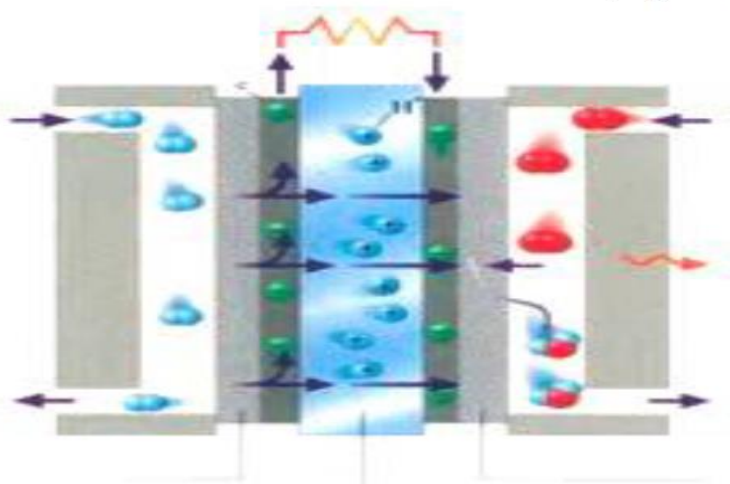
رایج ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن اکسیژن است. دستگاهی که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود .

### اجزای یک سلول سوختی :

هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد : ۱- یک غشا ۲- الکترواد ۳- الکترواد کاتد

شکل زیر چه نوع سلولی را نشان می دهد؟ اجزای مشخص شده با فلش ها را مشخص کنید.

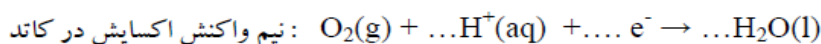
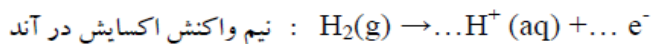
اجزای این سلول سوختی هیدروژنی را مشخص کنید:



در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش های اکسایش و کاهش سرعت می بخشند. گاز هیدروژن به عنوان سوخت از بخش آندی سلول پیوسته وارد شده، و مولکول های  $H_2$  در آن اکسایش می یابند و به یون  $H^+$  تبدیل می شوند.

هم زمان با آن گاز اکسیژن در کاتد در واکنش با سوخت کاهش می یابد. روندی که در معادله واکنش دیده نمی شود زیرا همه گونه های شرکت کننده در واکنش، مولکول های خنثی هستند و شمار الکترون های ظرفیت اتم ها در واکنش تغییر نمیکنند.

هر یک از نیم واکنش های انجام شده در سلول سوختی را موازنه کنید سپس واکنش کلی سلول را به دست آورید.



معادله کلی سلول واکنش کلی سلول سوختی :



واکنش سلول سوختی اکسیژن - هیدروژن به کدام صورت زیر است؟

- ۱) اکسایش هیدروژن در آند و کاهش اکسیژن در کاتد
- ۲) اکسایش اکسیژن در آند و کاهش هیدروژن در کاتد
- ۳) ترکیب مستقیم هیدروژن با اکسیژن در اطراف قطبها
- ۴) ترکیب مستقیم هیدروژن با اکسیژن در فاصله بین دو قطب

### سلولهای الکترولیتی :

- ۱- نوعی از سلول های الکتروشیمیایی هستند که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت می توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش راند. واکنش انجام شده در این سلول ها غیر خودبخودی است.
- ۲- در سلول الکترولیتی، دو الکتروود درون یک الکترولیت قرار دارند.
- ۳- در سلول الکترولیتی از الکتروودهای بی اثری استفاده می شود که در واکنش شرکت نمی کنند و اغلب گرافیتی هستند.
- ۴- در این سلول ها، کاتد به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است .
- ۵- الکترولیت محتوی یون هایی است که آزادانه جابه جا می شوند. در واقع الکترولیت سلول های الکترولیتی ، یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است. هنگامی که به این سلول ولتاژی اعمال شود، یون ها به سوی الکتروود با بار ناهمنام حرکت می کنند. به طوری که کاتیون ها به سوی کاتد(قطب منفی) و آنیون ها به سوی آند(قطب مثبت) روانه می شوند تا به سطح الکتروودها برسند و در نیم واکنش اکسایش و کاهش شرکت کنند.
- ۵- اکسایش در سطح الکتروود آند(قطب مثبت) و کاهش در سطح کاتد(قطب منفی) انجام می شود.

### مقایسه سلول گالوانی و الکترولیتی :

- ۱- در سلول گالوانی انرژی شیمیایی به الکتریکی ولی در سلول الکترولیتی انرژی الکتریکی به شیمیایی تبدیل می شود.
- ۲- در سلول گالوانی ، نیم واکنشها خودبخود انجام می شوند ، ولی در سلول الکترولیتی نیم واکنشها ، با صرف انرژی در جهت دلخواه انجام می شوند.
- ۳- در سلول گالوانی دو الکتروود از هم جدا بوده و توسط دیواره متخلخل به هم ارتباط دارند ، ولی در سلول الکترولیتی دو الکتروود در یک محلول قرار دارند.
- ۴- در سلول گالوانی لامپ یا ولتметр وجود دارد ، ولی در سلول الکترولیتی منبع الکتریسته وجود دارد.
- ۵- در سلول های گالوانی آند قطب منفی و کاتد مثبت است ولی در الکترولیتی برعکس کاتد منفی و آند مثبت است.
- ۶- در سلول های گالوانی با کاهش سطح انرژی همراه است اما در الکترولیتی با افزایش سطح انرژی.

### شباهت ها :

- در هر دو نیم واکنش کاهش در کاتد و نیم واکنش اکسایش در آند انجام می گیرد.
- جهت حرکت الکترون ها در مدار خارجی از سمت آند به سمت کاتد است.

## برقکافت آب :

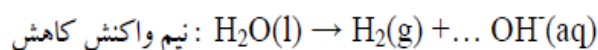
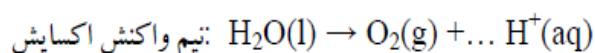
- ۱- برقکافت آب یک نمونه از واکنش هایی است که در سلولهای الکترولیتی انجام می شود .
- ۲- تجزیه آب به عنصرهای سازنده آن با مصرف انرژی الکتریکی در یک سلول الکترولیتی انجام می شود.
- ۳- آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.
- ۴- در کاتد(قطب.....) گاز..... و در آند (قطب.....) گاز..... تولید می شود.
- ۵- حجم گاز تولید شده در..... دو برابر حجم گاز تولید شده در..... است.
- در محلول پیرامون آند..... رنگ (به علت تولید یون.....) و در محلول پیرامون کاتد..... رنگ می شود.
- ۶- کاغذ pH در محلول پیرامون آند..... رنگ می شود (به علت تولید یون.....) و در محلول پیرامون کاتد..... رنگ می شود. (به علت تولید یون.....)

**خود را بیازمایید :** نیم واکنش های انجام شده در سلول الکترولیتی هنگام برقکافت آب به صورت زیر است :

(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 واکنش ها را موازنه کنید و معادله کلی واکنش را به دست آورید.

(پ) پیش بینی کنید کاغذ pH در محلول پیرامون آند و کاتد به چه رنگی درمی آید؟ چرا؟



تست : در برقکافت آب با عبور چند مول الکترون، ۳۳۶ ml گاز در شرایط استاندارد تولید می شود؟

۰/۰۲(۱)      ۰/۰۱(۲)      ۰/۳(۳)      ۲(۴)



تست : اگر در فرایند برقکافت آب در مدت ۵ دقیقه ۰/۸ مول گاز در کاتد تولید شود. چند مورد از مطالب زیر درست است؟

(آ) حجم گاز تولید شده در آند در شرایط استاندارد ۸/۹۶ لیتر است .

(ب) سرعت متوسط واکنش ۰/۱۶ مول بر دقیقه است .

(پ) پس از ۵ دقیقه مجموعاً ۲۶/۸۸ لیتر گاز در کاتد و آند تولید می شود.

(ث) گاز تولید شده در کاتد همان گاز حاصل از واکنش استیک اسید با منیزیم است.

(ت) آنتالپی فراورده های واکنش بالاتر از آنتالپی آب است.

۱(۱)                      ۲(۲)                      ۳(۳)                      ۴(۴)

### نکاتی چند در مورد فلز سدیم :

- ۱- فلز سدیم بک کاهنده قوی است.
- ۲- پتانسیل الکترودی بسیار کوچک و منفی دارد.
- ۳- در جدول سری الکتروشیمیایی پایین تر از هیدروژن جای دارد.
- ۴- در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی شود.
- ۵- در ترکیب های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد.
- ۶- یون های سدیم بسیار پایدارتر از اتم های آن هستند. به همین دلیل برای تهیه فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد.

### چرا برای تهیه فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد ؟

چون سدیم در طبیعت به صورت یونی ( $\text{Na}^+$ ) در ترکیب های مختلف وجود دارد. از آنجایی که یون های سدیم بسیار پایدارتر از اتم های آن هستند. به همین دلیل برای تهیه فلز سدیم از ترکیبات آن باید انرژی صرف کرد.

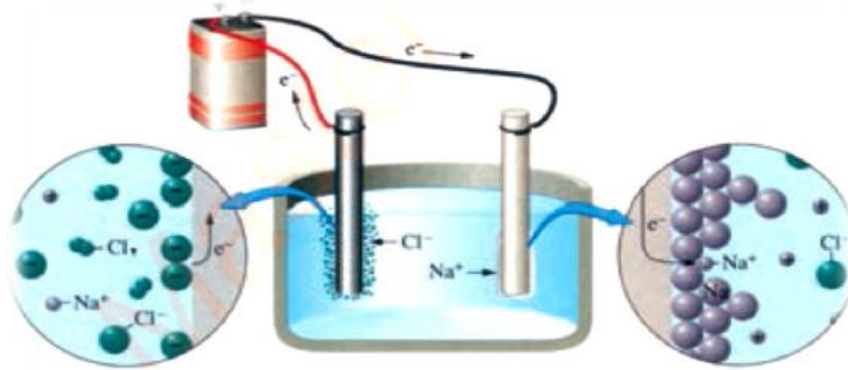
### تهیه فلز سدیم :

برای تهیه فلز سدیم در صنعت از برقکافت نمک خوراکی مذاب (سدیم کلرید مذاب) در یک سلول الکترولیتی استفاده می شود.

## دوازدهم - دکتر یوسف اکبریان شیمی

### برقکافت سدیم کلرید مذاب (I) NaCl و تهیه فلز سدیم :

شکل زیر تهیه فلز سدیم را از برقکافت سدیم کلرید مذاب در یک سلول الکترولیتی نشان می دهد.



یونهای سدیم  $\text{Na}^+$  به سمت الکترود (-) .....جایجا می شوند و در آنجا با گرفتن الکترون کاهش یافته و به فلز سدیم تبدیل می شوند.

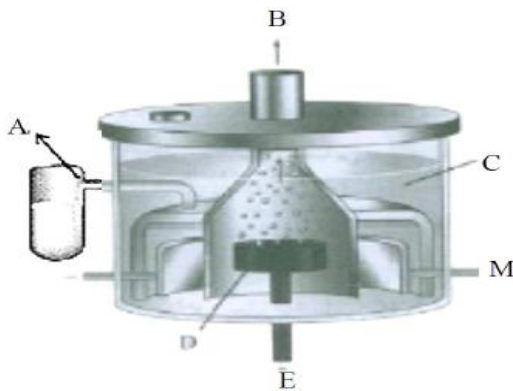
یونهای کلرید  $\text{Cl}^-$  به سمت الکترود (+) .....جایجا می شوند و در آنجا با از دست دادن الکترون اکسایش یافته و به گاز کلر تبدیل می شوند.

اکسایش در آند :

کاهش در کاتد :

معادله کلی سلول :

تهیه فلز سدیم در صنعت :



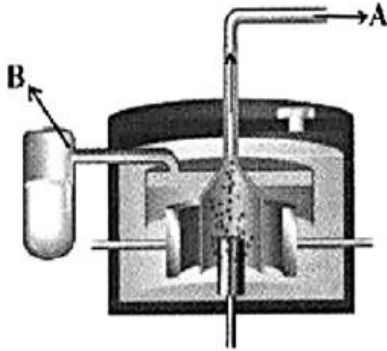
۱- برای تهیه فلز سدیم در صنعت از برقکافت نمک خوراکی مذاب (سدیم کلرید مذاب) در یک سلول الکترولیتی استفاده می شود.

۲- سلول دانه یک سلول الکترولیتی است که در صنعت برای تهیه فلز سدیم به کار میرود. در این سلول، برقکافت سدیم کلرید مذاب انجام می شود.

سدیم کلرید خالص در  $801^\circ\text{C}$  ذوب میشود. افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن، دمای ذوب را تا حدود  $587^\circ\text{C}$  پایین می آورد. این از نظر اقتصادی موجب می شود تا هزینه تولید سدیم کاهش یابد.

تجربی خارج ۹۶:

با توجه به شکل روبه‌رو، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



- بهره‌گیری از سلول دانتز، کم‌هزینه‌ترین روش برای تهیه گاز کلر است.
- به ازای تولید هر مول فلز سدیم، ۰/۵ مول گاز کلر در آن تولید می‌شود.
- گاز کلر از دهانه A و سدیم مایع از دهانه B سلول برقکافت خارج می‌شود.
- افزایش مقداری  $\text{CaCO}_3$  سبب کاهش دمای ذوب و در نتیجه، افزایش صرفه اقتصادی می‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

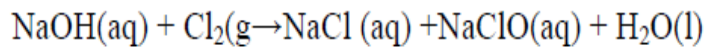
۲ (۲)

۱ (۱)

تجربی ۹۵: در یک کارگاه از گاز کلر حاصل از یک سلول دانتز برای تهیه مایع سفید کننده خانگی (محلول ۰.۵٪

جرمی از  $\text{NaClO(aq)}$  طبق واکنش موازنه نشده زیر استفاده می‌شود. در این کارگاه به ازای تولید  $1/150 \text{ Kg}$  فلز

سدیم به تقریب چند لیتر محلول سفید کننده ( $d \approx \text{g.mL}^{-1}$ ) تولید می‌شود؟

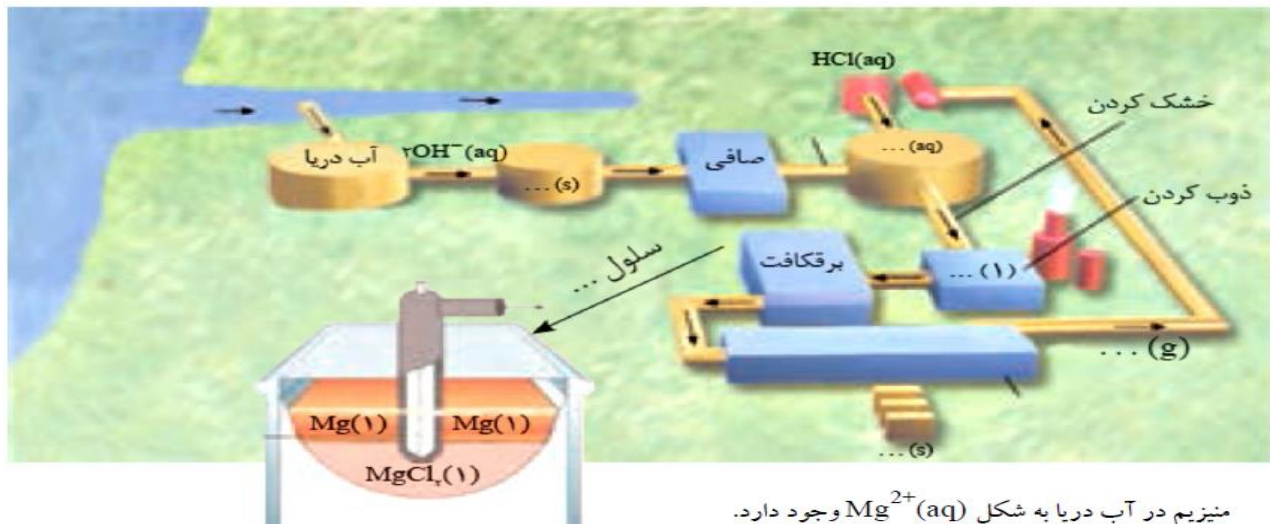


۷۴/۵(۴)

۵۱/۵۶(۳)

۳۷/۲۵(۲)

۳۵/۷۸(۱)



منیزیم در آب دریا به شکل  $Mg^{2+}(aq)$  وجود دارد.

#### مرحله اول :

در مرحله نخست به آب دریا که حاوی یونهای منیزیم  $Mg^{2+}(aq)$  است ، یون هیدروکسید  $OH^-$  می افزایند. تا با یونهای منیزیم واکنش دهد و آنها را به صورت  $Mg(OH)_2$  در ته ظرف رسوب دهد. منیزیم هیدروکسید یک ماده نامحلول است. یعنی کم تر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب حل می شود.

#### مرحله دوم :

رسوب منیزیم هیدروکسید را با عبور دادن از صافی از آب دریا جدا سازی می کنند.

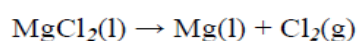
**مرحله سوم :** با افزودن بر روی رسوب منیزیم هیدروکسید محلول هیدروکلریک اسید می افزایند تا آنرا به محلول منیزیم کلرید تبدیل کنند.

#### مرحله چهارم :

محلول منیزیم کلرید را با گرم کردن خشک و سپس با گرمای بیشتر ذوب می کنند.

#### مرحله پنجم :

با استفاده جریان برق، منیزیم کلرید مذاب را برقکافت کرده و فلز مذاب منیزیم و گاز کلر به دست می آید.



**کاربرد های منیزیم :** تهیه آلیاژها، شربت معده و ...

#### خود را بیازمایید :

غلظت یون منیزیم در آب دریا ۱۳۵۰ ppm است. با توجه به آن به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

آ) برای تولید یک تن منیزیم چند تن آب دریا باید استفاده شود؟

ب) در فرایند تولید یک تن منیزیم چند لیتر از کدام گاز در شرایط STP تولید می شود؟

پ) چند کیلوگرم سدیم هیدروکسید برای تولید این مقدار منیزیم در این فرایند نیاز است؟

### خوردگی، یک واکنش اکسایش کاهش ناخواسته

**خوردگی:** به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش کاهش خوردگی گفته می شود.

**نمونه هایی از خوردگی:** ۱- زنگ زدن آهن ۲- تیره شدن نقره ۳- زنگار سبز بر سطح مس

#### خوردگی آهن:

۱- سالانه صدها میلیون تن از فلزهای گوناگون برای ساختن اسکله نفتی، اسکلت ساختمان، پل، کشتی، لوکوموتیو و راه آهن، خودرو، هواپیما و... مصرف می شود.

۲- هنگامی که فلزها در هوا قرار می گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می آیند.

۳- در فلزهایی مانند آهن با ادامه اکسایش، لایه ای ترد و شکننده تشکیل می شود که به تدریج فرو می ریزد. در این حالت می گویند فلز خورده شده است.

۴- از آنجا که آهن پر مصرف ترین فلز در جهان است، خوردگی آن خسارت های هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می کند به طوری که سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه های خورده شده مصرف می شود.

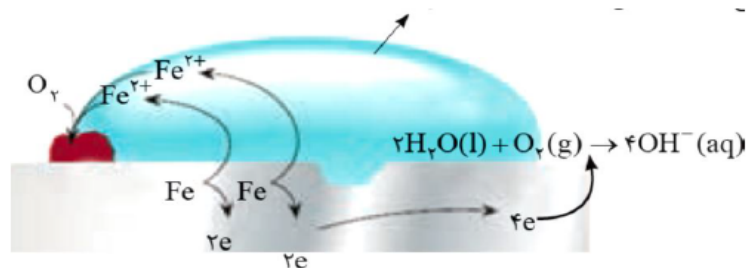
#### بررسی نیم واکنش های اکسایش و کاهش در زنگ زدن آهن:

پتانسیل کاهش اغلب فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهش اکسیژن مثبت است

با این توصیف اغلب فلزها کاهنده اند و تمایل به دادن الکترون و اکسایش دارند. اما اکسیژن به عنوان اکسند تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آنها را اکسید کند.

هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند، یک واکنش اکسایش کاهش انجام می شود.

واکنشی که به طور طبیعی باعث اکسایش آهن می شود و از زیبایی و استحکام آن می کاهد.



شکل ۱۳- زنگ زدن آهن در هوای مرطوب

هنگامی که یک قطعه آهن در تماس با یک قطره آب قرار می گیرد یک واکنش اکسایش و کاهش انجام می شود.

واکنش اکسایش و کاهش هر کدام در دو نقطه جداگانه انجام می شود.

در منطقه آندی اتمهای آهن با از دست دادن ۲e اکسایش می یابند. یونهای  $Fe^{2+}$  تولید شده وارد قطره آب می شود.

در منطقه کاتدی مولکولهای اکسیژن به همراه مولکول های آب با گرفتن الکترونها حاصل از اکسایش آهن، به

یونهای هیدروکسید  $OH^-$  تبدیل شده و وارد قطره آب می شوند. یونهای هیدروکسید  $OH^-$  با جابجایی به سمت منطقه

آندی با یونهای  $Fe^{2+}$  ترکیب شده و به صورت رسوب  $Fe(OH)_2$  در سطح آهن ته نشین می شود.



رسوب  $\text{Fe(OH)}_2$  تولید شده به نوبه خود می تواند توسط اکسیژن اکسایش یابد و به زنگ آهن  $\text{Fe(OH)}_3$  تبدیل می شود.

نیم واکنش اکسایش

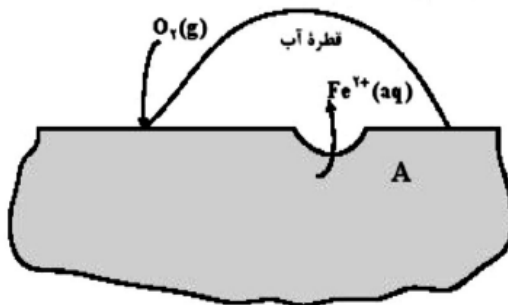
نیم واکنش کاهش

تشکیل رسوب  $\text{Fe(OH)}_2$

اکسایش  $\text{Fe(OH)}_2$

معادله واکنش کلی زنگ زدن آهن

ریاضی ۹۵: با توجه به شکل زیر که به زنگ زدن آهن مربوط است، چند مورد از مطالب زیر، درست اند؟



- پایگاه کاتدی در نقطه A قرار دارد.
  - نیم واکنش آندی در جایی که غلظت اکسیژن زیاد است، انجام می شود.
  - با کاهش هر مول گاز اکسیژن در آب، ۴ مول یون هیدروکسید تولید می شود.
  - جهت حرکت کاتیون های آهن در قطره آب، مخالف جهت حرکت الکترون ها در قطعه آهن است.
- ۴ (۴)
۳ (۳)
۲ (۲)
۱ (۱)

تجربی ۹۵: اگر در فرایند زنگ زدن آهن، در واکنش تبدیل آهن (II) هیدروکسید به آهن (III) هیدروکسید، ۰/۱

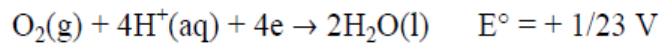
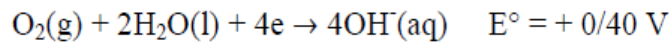
مول گاز اکسیژن شرکت کند. تفاوت جرم واکنش دهنده جامد با جرم فراورده، چند گرم است؟

$\text{Fe(OH)}_3=107$  و  $\text{Fe(OH)}_2=90$       ۸/۵(۴)      ۶/۸(۳)      ۳/۲(۲)      ۱/۷(۱)



با هم بیندیشیم :

با توجه به نیم واکنش های زیر توضیح دهید چرا :



(آ) خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می دهد؟

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

(پ) آیا فلز طلا در محیط اسیدی اکسایش می یابد؟ چرا؟

**نکته :** فلزهای نجیبی مانند طلا و پلاتین حتی در محیط های اسیدی اکسایش نمی یابند.

**نکته :** واکنش های الکتروشیمی اگر در جهت رفت خودبخودی یا شند در جهت برگشت غیر خود بخودی هستند. و

برعکس

راه های جلوگیری از خوردگی آهن :

۱- ایجاد یک پوشش محافظ :

ساده ترین راه برای جلوگیری از خوردگی آهن، ایجاد یک پوشش محافظ است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن

جلوگیری کند. پوششی که با روش هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن ایجاد می شود.

باید توجه داشت که چنین روش هایی نمی توانند به طور کامل از خوردگی پیشگیری کنند. زیرا به تدریج رطوبت و

اکسیژن از روزه های این پوششها به درون نفوذ کرده و به سطح آهن می رسند و خوردگی دوباره آغاز می شود.

## ۲- حفاظت کاتدی ( استفاده از فلز کاهنده تر از آهن ):

در منابع علمی فرایند حفاظت از یک فلز معین را با استفاده از فلزهای کاهنده تر حفاظت کاتدی می نامند.

### فداکاری فلزها برای حفاظت آهن (حفاظت کاتدی آهن)

هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت میکنند. بدیهی است که فلز کاهنده تر در این رقابت برنده می شود برای پیش بینی فلز برنده باید از پتانسیل کاهش استاندارد کمک گرفت. اینک به

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

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

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

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

وقتی آهن زنگ می زند در واقع نقش آند را در سلول الکتروشیمیایی بخود می گیرد و اکسایش یافته و خورده می شود.

برای جلوگیری از زنگ زدن آهن، آن را در تماس با فلز دیگری که پتانسیل الکترودی  $E^{\circ}$  کوچکتری دارد قرار می

دهند. وقتی این دو فلز در محیط مرطوب قرار بگیرند. فلزی که پتانسیل الکترودی کوچکتری دارد نقش آندی به خود

گرفته و اکسایش می یابد. و آهن نقش کاتدی به خود می گیرد و از خوردگی و زنگ زدن محافظت می شود.

برای حفاظت آهن از زنگ زدن، آن را باید در کنار یک فلز فداکار که پتانسیل الکترودی  $E^{\circ}$  کوچکتری دارد قرار

دهیم

تا با از خود گذشتگی از آهن محافظت می کنند.

امروزه، بدنه کشتیها، پایه های اسکله ها و لوله های انتقال نفت و گاز را که در زیر زمین کار می گذارند، با همین روش

حفاظت می نمایند. مثلا در کنار آهن، فلز منیزیم قرار می دهند که منیزیم، الکترون می دهد و خورده می شود.

### خود را بیازمایید:

با توجه به پتانسیل کاهش استاندارد داده شده با ذکر علت مشخص کنید:

آ کدام یک از فلزهای زیر برای حفاظت آهن از زنگ زدن مناسب است؟

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

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

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

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

ب) اگر فلز مس در تماس با فلز آهن است را در محیط مرطوب قرار گیرد آیا آهن زنگ میزند؟ نیم واکنش های اکسایش و کاهش انجام شده را بنویسید.

**حفاظت کاتدی بدنه کشتی ها و لوله های نفت با فلز منیزیم :**

**لداکاری فلز منیزیم برای آهن ،**

مهندسین با تکیه بر دانش الکتروشیمی توانستند با اتصال بدنه کشتی ها و لوله های نفت به قطعات فلز منیزیم ، آنها را از زنگ زدن محافظت کنند. باید توجه داشت که با گذشت زمان منیزیم اکسایش یافته و مصرف می شود. از این رو باید به شکل دوره ای تکه های منیزیم را تعویض کرد. آهن چون نقش کاتدی به خود میگیرد از خوردگی و زنگ زدن محافظت می شود.

**حفاظت کاتدی در آهن سفید (آهن گالوانیزه) :**

آهنی که سطح آن با لایه نازکی از فلز ..... پوشیده شده است را آهن سفید یا. گالوانیزه می گویند.

قبل از خراش، فلز روی در نقش پوشش محافظ و بعد از خراش، فلز روی در نقش حافظ کاتدی از خوردگی آهن جلوگیری می کند.

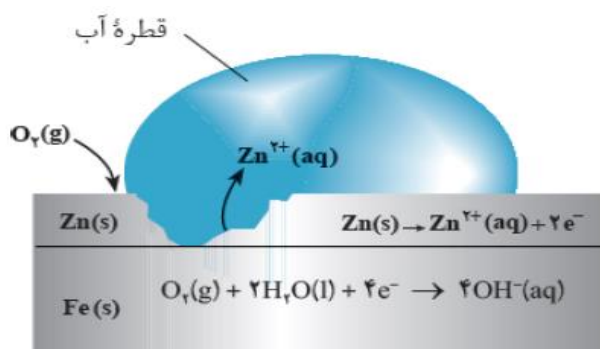
هنگامیکه خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می آید، هر دو فلز آهن و روی در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می گیرند و برای اکسایش رقابت میکنند. بدیهی است که فلز روی که پتانسیل الکترودی  $E^0$  کوچکتری دارد. نقش آندی به خود گرفته و اکسید شده و خورده می شود. و آهن که پتانسیل الکترودی  $E^0$  بزرگتری دارد. نقش کاتدی به خود گرفته و از زنگ زدن محافظت می شود.

الکترون های حاصل از اکسایش فلز روی به سطح فلز آهن ، منتقل می شوند. ولی چون فلزها نمی توانند الکترون بگیرند، رطوبت و اکسیژن هوا با جذب الکترون ها در سطح آهن، کاهش می یابند .

آهن نقش کاتد را ایفا می کند، ولی آهن فقط رسانای الکترونی است و خود آهن کاهش نمی یابد.

**کاربرد های آهن سفید :**

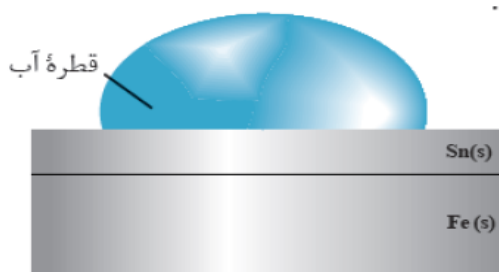
ساخت تانکر آب، کانال کولر و... به کار می رود.



حلیی :

آهنی که سطح آن با لایه نازکی از فلز ..... پوشیده شده است را حلیی می گویند.

$$E^\circ \text{Sn}^{2+}/\text{Sn} = -0/14 \text{ v} \quad \text{و} \quad E^\circ \text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0/41 \text{ v}$$



قبل از خراش، فلز قلع در نقش پوشش محافظ از خوردگی آهن جلوگیری می کند.

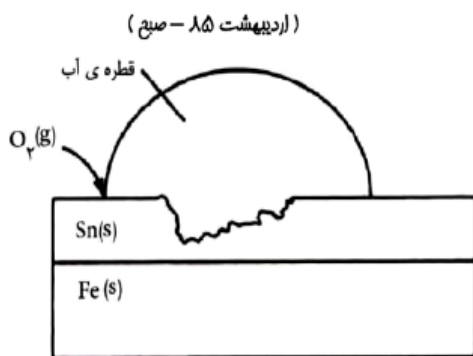
هنگامیکه خراشی در سطح حلیی پدید آید، هر دو فلز آهن و قلع در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می گیرند و برای اکسایش رقابت میکنند. بدیهی است که فلز آهن که پتانسیل الکترودی  $E^\circ$  کوچکتری دارد. نقش آندی به خود گرفته و اکسید شده و خورده می شود. و قلع که پتانسیل الکترودی  $E^\circ$  بزرگتری دارد. نقش کاتدی به خود میگیرد. الکترون های حاصل از اکسایش فلز آهن به سطح فلز قلع، منتقل می شوند. ولی چون فلزها نمی توانند الکترون بگیرند، رطوبت و اکسیژن هوا با جذب الکترون ها در سطح قلع، کاهش می یابند.

قلع اگرچه نقش کاتد را ایفا می کند، ولی خود ش کاهش نمی یابد.

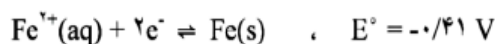
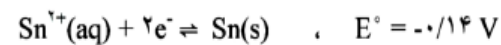
کاربرد های حلیی :

از ورقه های حلیی برای ساختن قوطی های کنسرو و روغن نباتی استفاده می شود.

امتحان هماهنگ کشوری :

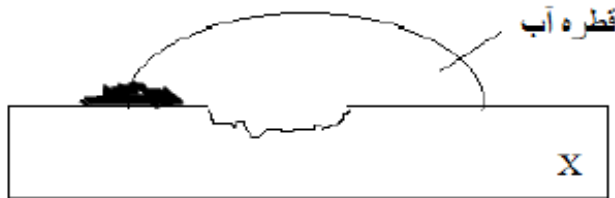


- (ا) شکل داده شده، چه نوع ورقه ی آهنی را نشان می دهد؟  
 (ب) آیا آهن در ورق بدون خراش زنگ می زند؟  
 (پ) در صورت ایجاد خراش، چه واکنشی در کاتد رخ می دهد؟



دوازدهم - دکتر یوسف اکبریان شیمی

با توجه به شکل و جدول داده شده، X کدام گزینه نمی تواند باشد



نیم واکنش		$E^0 (V)$
$Au^{3+}(aq) + 3e^-$	$Au (s)$	+ ۱/۵۰
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^-$	$4 OH^-(s)$	+ ۰/۴۰
$Fe^{2+}(aq) + 2e^-$	$Fe (s)$	- ۰/۴۱
$Zn^{2+}(aq) + 2e^-$	$Zn (s)$	- ۰/۷۶
$Al^{3+}(aq) + 3e^-$	$Al (s)$	- ۱/۶۶

Al (۴) Zn (۳) Fe (۲) Au (۱)

کدام موارد زیر درست می باشد؟

- (آ) برای محافظت بدنه کشتی ها در مقابل خوردگی به آن قطعاتی از فلز قلع متصل می کنند.  
 (ب) ایجاد پوشش محافظ نمی تواند فلزها را به طور کامل در برابر خوردگی محافظت کند.  
 (پ) آهن در محیط های مرطوب زودتر زنگ می زند.  
 (ت) طلا در محیط اسیدی به خوبی با اکسیژن واکنش می دهد.  
 (۱) آب (۲) ب و پ (۳) پ و ت (۴) آ و ت

در فرایند خوردگی آهن، فلز آهن نقش ..... و اکسیژن نقش ..... دارد و برای محافظت از آهن می توان از فلز ..... استفاده کرد.

- (۱) اکسنده - کاهنده - قلع (۲) اکسنده - کاهنده - روی  
 (۳) کاهنده - اکسنده - قلع (۴) کاهنده - اکسنده - روی

## آبکاری :

پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد. فرایند آبکاری در سلول الکترولیتی انجام می شود.

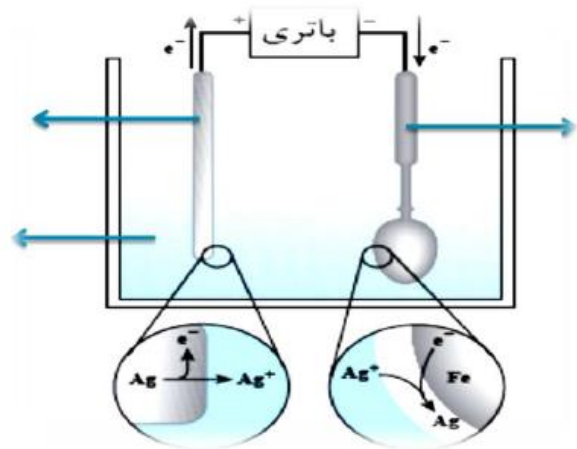
چرا وسایل و ابزار گوناگونی مانند وسایل آشپزخانه، شیرآلات ساختمان، دستگیره درب و ... استفاده می شود که فلز اصلی سازنده آنها آهن یا مس است. را آبکاری میکنند؟

چون خوردگی این فلزها ۱- سبب از بین رفتن زیبایی وسیله می شود. ۲- به سلامتی بدن آسیب میرساند.

برای آبکاری وسایل و ابزارها از چه فلزاتی برای آبکاری استفاده می شود؟

سطح اغلب این وسایل فلزی را با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می پوشانند.

## آبکاری یک قاشق فولادی با نقره :



- ۱- برای آبکاری از یک سلول الکترولیتی استفاده می شود.
- ۲- قاشق فولادی به قطب منفی (-) یا کاتد باتری متصل است.
- ۳- قطب مثبت (+) یا آند باتری به الکترود نقره ای متصل است.
- ۴- الکترولیت محلولی از نمک نقره انتخاب میکنند.
- ۵- نیم واکنش آندی و کاتدی :

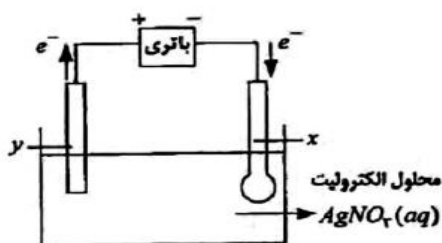


**تکاتی چند درباره آبکاری یک قطعه فلزی :**

- ۱- جسمی که قرار است آبکاری شود به قطب.....(.....) یک سلول.....متصل می شود.
- ۲- فلزی که قرار است لایه ای از آن را بر سطح جسم مورد نظر آبکاری کنیم به قطب.....(.....)متصل می شود.
- ۳- جسمی که کاتد است و قرار است آبکاری شود. باید رسانای جریان برق باشد.
- ۴- محلول الکترولیت برای آبکاری باید دارای یونهای فلزی باشد که قرار است لایه ای نازکی از آن بر سطح آن جسم قرار گیرد.

**سنجش ۹۵ :** برای انجام کدام فرایند ، از سلول های الکترولیتی استفاده نمی شود؟

- ۱) حفاظت کاتدی
- ۲) تهیه صنعتی آلومینیم
- ۳) تهیه صنعتی گاز کلر و سدیم
- ۴) آبکاری سطح اشیای فلزی

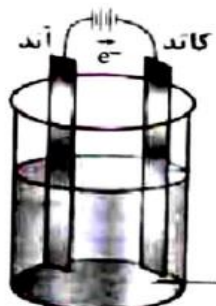


**امتحان هماهنگ کشوری :**

- آ) الکترودهای X و Y را تعیین کنید
- ب) نیم واکنش های آنودی و کاتدی را بنویسید.
- پ) این فرایند در چه سلولی انجام می شود ؟  
(الکترولیتی یا گالوانی) علت انتخاب خود را بنویسید.

**امتحان هماهنگ کشوری :**

اگر بخواهیم سطح یک تیغه آهنی را با نیکل آبکاری کنیم، با توجه به شکل به پرسش ها پاسخ دهید:



- آ) تیغه آهنی در کدام قطب قرار می گیرد؟
- ب) الکترود مقابل تیغه آهنی از چه فلزی باید باشد؟
- پ) محلول الکترولیت چیست؟
- ب) نیم واکنش های کاتدی و آنودی را بنویسید.

در آبکاری یک صفحه مسی با کروم، جنس آند و محل قرار گرفتن صفحه به ترتیب کدام است؟

- (۱) فلز مس - آند  
(۲) فلز کروم - کاتد  
(۳) فلز مس - کاتد  
(۴) فلز کروم - آند

چرا از آلومینیم در ساخت لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و.. استفاده می شود؟

آلومینیم فلزی فعال است که به سرعت در هوا اکسید می شود. این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم  $Al_2O_3$  از ادامه اکسایش جلوگیری میکند. به طوری که لایه های زیرین برای مدت طولانی دست نخورده باقی می ماند و استحکام خود را حفظ میکند.

چون آلومینیم مانند برخی از فلزها با اینکه اکسایش می یابد اما خورده نمی شوند. از این فلزها می توان برای ساخت وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی تری استحکام خود را حفظ میکنند.

### آلومینیم:

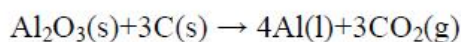
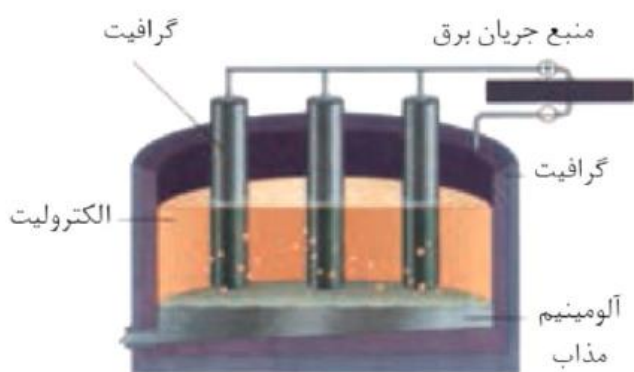
۱- فلز آلومینیم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است.

۲- آلومینیم همانند دیگر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می شود.

۳- آلومینیم فلزی فعال است که به سرعت در هوا اکسید می شود. با تشکیل لایه چسبنده و متراکم  $Al_2O_3$  از ادامه اکسایش جلوگیری میکند.

۴- این فلز تنها از برقکافت نمکهای مذاب آن به دست می آید. رایج ترین روشی که به فرایند هال می گویند.

### فرایند هال:



۱- روشی برای استخراج آلومینیم در صنعت است.

۲- فرایند هال در یک سلول الکترولیتی انجام می شود.

۳- آند و کاتد سلول گرافیتی است.

۴- در کاتد فلز آلومینیم مذاب و در آند گاز کربن دی اکسید تولید می شود.

۴- آلومینیم مذاب تولید شده سنگین تر از الکترولیت است به همین دلیل در ته سلول جمع آوری و از سلول خارج می شود.

**بازیافت فلز آلومینیم و افزایش عمر منبع تجدید ناپذیر در طبیعت :**

فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد از این رو با بازیافت فلز آلومینیم می توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم ترین منابع تجدید ناپذیر طبیعت، برخی از هزینه های تولید این فلز را کاهش داد. برای نمونه تولید قوطی های آلومینیمی از قوطی های کهنه فقط به ۷ درصد از انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

تست : در فرایند هال، به ازای تولید ۶ کیلو گرم فلز آلومینیم با خلوص ۹۰٪، در.....،.....لیتر گاز.....در

شرایط استاندارد تولید می شود ؟  $Al=27$

(۱) آند-اکسیژن-۱۲۴۰ (۲) آند-کربن دی اکسید-۳۳۶۰ (۳) کاتد-کربن دی اکسید-۳۳۶۰ (۴) کاتد-کربن دی اکسید-۱۲۴۰

در تولید صنعتی هر تن آلومینیم، به تقریب به چند کیلوگرم گرافیت نیاز است و چند متر مکعب گاز در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۵L است، تولید می شود؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید:  $gmol^{-1}$  :  $Al=27, C=12$ )

(۱) ۶۹۹۴/۴ ، ۴۴۴ (۲) ۶۹۴/۴ ، ۴۴۴ (۳) ۶۹۹۴/۴ ، ۳۳۳ (۴) ۶۹۴/۴ ، ۳۳۳

کدام مطلب درست است ؟

- (۱) در آبکاری، شیء مورد آبکاری را باید در آند دستگاه برقکافت جای داد.
- (۲) تهیه قوطی های آلومینیومی از فرآیند هال فقط به ۷ درصد انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از قوطی های کهنه می باشد.
- (۳) آلومینیم، همانند دیگر فلز های فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می شود.
- (۴) از سلول دانز، برای تهیه ی سدیم از محلول غلیظ کلرید آن، استفاده می شود.