

به نام خدا

# خلاصه نکات درس شیمی ۳

فصل دوم

تهیه شده توسط: نوید آرما - دانشجوی مهندسی عمران دانشگاه تهران

مای درس

گروه آموزشی عصر

[www.mv-dars.ir](http://www.mv-dars.ir)



## الکتروشیمی

مبنای تولید انرژی الکتریکی در الکتروشیمی، واکنش هایی هستند که با داد و ستد الکترون همراه هستند. دو رکن اساسی فناوری های پیشرفته برای افزایش سطح رفاه و آسایش جامعه به صورت زیر هستند:

### ۱- دستیابی به مواد مناسب      ۲- تامین انرژی

الکتروشیمی شاخه ای از علم شیمی می باشد که موجب بهبود خواص مواد و تامین انرژی می گردد.

- برخی از قلمرو های علم شیمی:
- ۱- تامین انرژی (باتری، سلول های سوختی و سوخت آن ها)
  - ۲- تولید مواد (مانند برقکافت، آبکاری)
  - ۳- اندازه گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فرآورده)

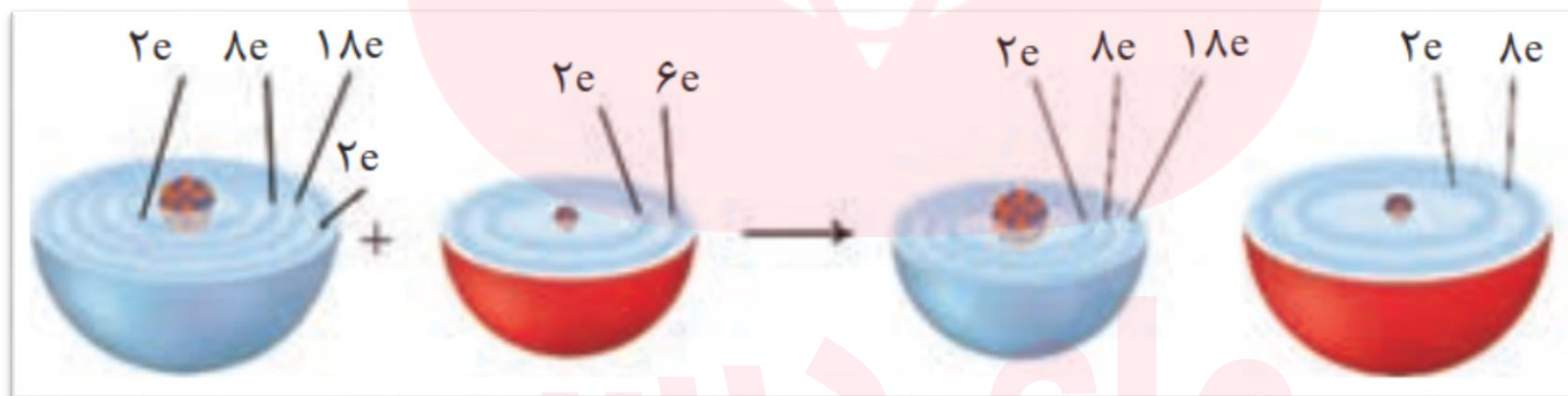
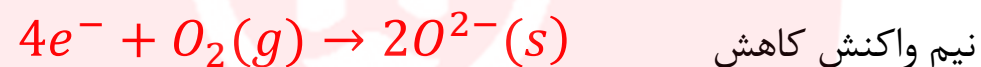
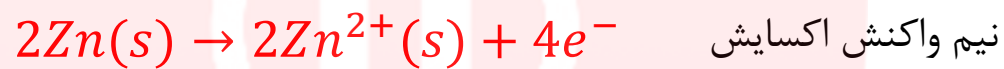
واکنش هایی که با مبادله ی الکترون بین گونه های واکنش دهنده همراه باشد را واکنش های اکسایش و کاهش می نامند.

اکسایش به معنی از دست دادن الکترون و کاهش به معنای گرفتن الکترون می باشد.

گروه آموزشی عصر

**اکسیژن** نافلزى فعال است که با اغلب فلزها واکنش می دهد و آن ها را به اکسید فلز تبدیل می کند. در حالی که با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی دهد. واکنش اکسیژن با فلزات نمونه ای از واکنش های اکسایش - کاهش است.

واکنش فلز روی با گاز اکسیژن یک واکنش اکسایش - کاهش است:



در این واکنش روی الکترون از دست داده و اکسایش یافته در حالی که گاز اکسیژن الکترون گرفته و کاهش یافته است.

هر یک از فرآیندهای گرفتن و از دست دادن الکترون با یک نیم واکنش نشان داده می شود. بنابراین هر واکنش اکسایش - کاهش شامل دو نیم واکنش (نیم واکنش اکسایش و نیم واکنش کاهش است). گونه ای که الکترون از دست می دهد و اکسایش می یابد سبب کاهش گونه های دیگر می شود. بنابراین کاهش نامیده می شود.

الکترون دهنده = اکسایش یابنده = کاهش

گونه ای که الکترون می گیرد و کاهش می یابد سبب اکسایش گونه ی دیگر می شود. بنابراین اکسند نامیده میشود.

الکترون گیرنده = کاهش یابنده = اکسند

**نکته:** اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند اکسایش یابند و به کاتیون تبدیل شوند. نافلزها نیز تمایل به کاهش دارند و به آنیون تبدیل می شوند. بنابراین فلزها اغلب کاهشدهنده و نافلزها اغلب اکسند هستند.

**نکته:** به طور کلی هر چه فلز کاهشدهنده ی قوی تری باشد، کاتیون آن اکسند ضعیف تری است.

**نکته:** در واکنش روی با محلول  $CuSO_4$ ، ۲ مول الکترون مبادله می شود و فرآورده ها از واکنش دهنده ها پایدارترند.

**نکته:** در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکتریکی یک گونه مثبت تر می شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه ای که بار الکتریکی آن منفی تر می شود، کاهش می یابد.

## مرور اکسایش و کاهش

هر یک از فرآیندهای گرفتن و از دست دادن الکترون با یک نیم واکنش نشان داده می شود. بنابراین هر واکنش اکسایش - کاهش شامل دو نیم واکنش (نیم واکنش اکسایش و نیم واکنش کاهش است). گونه ای که الکترون از دست می دهد و اکسایش می یابد سبب کاهش گونه های دیگر می شود. بنابراین کاهش نامیده می شود.

الکترون دهنده = اکسایش یابنده = کاهش

گونه ای که الکترون می گیرد و کاهش می یابد سبب اکسایش گونه ی دیگر می شود. بنابراین اکسند نامیده میشود.

الکترون گیرنده = کاهش یابنده = اکسند

**نکته:** اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند اکسایش یابند و به کاتیون تبدیل شوند. نافلزها نیز تمایل به کاهش دارند و به آنیون تبدیل می شوند. بنابراین فلزها اغلب کاهشدهنده و نافلزها اغلب اکسند هستند.

**نکته:** به طور کلی هر چه فلز کاهشدهنده ی قوی تری باشد، کاتیون آن اکسند یضعیف تری است.

**نکته:** در واکنش روی با محلول  $CuSO_4$  ، ۲ مول الکترون مبادله می شود و فرآورده ها از واکنش دهنده ها پایدارترند.

**نکته:** در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکتریکی یک گونه مثبت تر می شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه ای که بار الکتریکی آن منفی تر می شود، کاهش می یابد.

## سلول گالوانی

اگر به جای داد و ستد الکترون بین واکنش دهنده ها، بتوان الکترون ها را از طریق یک مدار بیرونی هدایت و جابه جا کرد، می توان بخشی از انرژی در واکنش اکسایش - کاهش را به انرژی الکتریکی تبدیل کرد.

به مجموعه ای که شامل یک تیغه فلزی  $M$  (الکتروود) در محلولی از کاتیون های  $M^{n+}$  (محلول الکترولیت) قرار داده شده است، نیم سلول می گویند.

نکته: در نیم سلول، یک رسانای الکترونی (تیغه فلزی) در تماس با یک رسانای یونی (محلول الکترولیت) قرار دارد.

نکته: اگر در یک نیم سلول، غلظت کاتیون در محلول الکترولیت  $M$  (یک مول بر لیتر) باشد، نیم سلول استاندارد نامیده می شود.

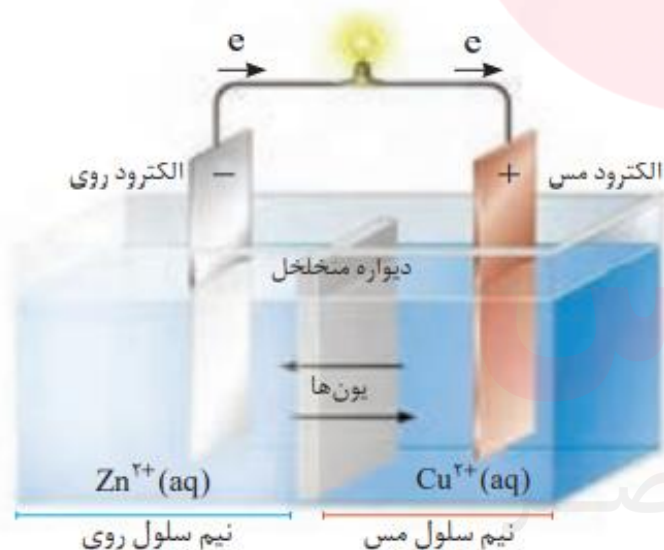
❖ در نیم سلول هایی که واکنش دهنده ی گازی دارند، نیم سلول استاندارد به حالتی گفته می شود که غلظت الکترولیت  $(1M)$  و فشار گاز  $(1atm)$  باشد.

❖ از اتصال دو نیم سلول مطابق شکل روبرو، الکترولیت های آن ها توسط

یک دیواره ی متخلخل از هم جدا شده اند، یک سلول گالوانی تشکیل

می شود. در یکی از نیم سلول ها نی مواکنش اکسایش و در نیم سلول دیگر

نیم واکنش کاهش انجام می شود.



نمایی از سلول گالوانی Zn-Cu

❖ دیواره ی متخلخل امکان جابه جایی یون ها از یک سلول به نیم سلول دیگر را فراهم میکند تا محلول های الکترولیت حالت خنثی خود را حفظ کنند، ولی از مخلوط شدن سریع و مستقیم دو الکترولیت جلوگیری می کند.

❖ توصیحات سلول گالوانی

❖ سلول گالوانی نوعی سلول الکتروشیمیایی است که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند. در این نوع سلول ها:

۱- الکترودی که نیم واکنش اکسایش در آن صورت می گیرد، **آند** نامیده می شود.

۲- الکترودی که نیم واکنش کاهش در آن صورت می گیرد، **کاتد** نامیده می شود.

۳- جهت حرکت الکترون ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است.

۴- **کاتد قطب مثبت و آند قطب منفی سلول است.**

۵- الکترولیت های دو نیم سلول توسط یک دیواره ی متخلخل از یکدیگر جدا شده اند.

۶- از طریق دیواره ی متخلخل کاتیون ها به سمت کاتد و آنیون ها به سمت آند حرکت می کنند تا حالت خنثی در هر دو نیم سلول حفظ شود.

۷- فلز فعال تر آند است.

به عنوان مثال، سلول گالوانی استاندارد روی \_ مس شامل نیم سلول استاندارد روی (تیغه ی روی در محلول  $1M, ZnSO_4$ )

و نیم سلول استاندارد مس (تیغه ی مس در محلول  $1M, CuSO_4$ ) است که محلول دو الکترولیت توسط یک دیواره ی متخلخل از هم جدا شده اند.

نیم واکنش آندی :  $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$

نیم واکنش کاتدی :  $Cu^{+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$

واکنش کلی سلول  $Cu^{+}(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$

**توجه:** در این واکنش به ازای هر مول فلز ۲ مول الکترون مبادله می شود.

- ❖ در نتیجه ی نیم واکنش اکسایش، تیغه ی  $Zn$  به تدریج حل شده و کاهش جرم می یابد. از طرفی انتظار می رود غلظت کاتیون روی از آنیون ها بیشتر شود، اما در عمل این اتفاق نمی افتد.
- ❖ در نتیجه ی نیم واکنش کاهش، تیغه ی کاتد  $Cu$  به تدریج افزایش جرم می یابد. از طرفی انتظار می رود غلظت آنیون ها از کاتیون مس بیشتر شود اما در عمل این اتفاق نمی افتد.
- ❖ **دلیل تغییر نکردن غلظت یون ها** در محلول آندی و کاتدی این است که کاتیون از نیم سلول آند به کاتد و آنیون ها از نیم سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت می کنند.



تغییر شکل تیغه ها پس از کار کردن  
در سلول گالوانی روی-مس ←



## در سری الکتروشیمیایی:

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
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$	-۰/۱۴
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$	-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

اکسندده قوی تر

کاهنده قوی تر

نیم واکنش ها به صورت کاهش نوشته شده و پتانسیل داده شده، تمایل برای کاهش یا قدرت اکسندگی گونه ی سمت چپ در نیم واکنش را نشان می دهد.

این سری دارای نکات زیر است:

۱- از بالا به پایین پتانسیل کاهش کوچکتر می شود.

۲- هر چه گونه ای بالاتر باشد،  $E^\circ$  بزرگتری دارد پس

تمایل برای کاهش بیشتر است و اکسندده ی قوی تری است.

۳- هر چه گونه ای پایین تر باشد،  $E^\circ$  کمتری دارد پس اکسندده

ضعیف تری است. البته در این حالت گونه ی کاهنده که در سمت

راست نیم واکنش نوشته شود، قوی تر است.

۴- پتانسیل کاهش هیدروژن برابر صفر است.

۵- پتانسیل کاهش گونه های بالای هیدروژن مثبت است.

۶- پتانسیل کاهش گونه های پایین هیدروژن منفی است.

## emf

همانطور که می دانید، اختلاف پتانسیل تولید شده در یک سلول استاندارد را نیروی الکتروموتوری سلول می گویند و با emf نشان می دهند که با استفاده از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$Emf = E^{\circ}_{\text{کاتد}} - E^{\circ}_{\text{آند}}$$

## لیتیم

باتری ها سلول های الکتروشیمیایی هستند که قابلیت جابه جایی داشته و در محل مورد نیاز، انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند.

نقش فلز لیتیم پررنگ است زیرا لیتیم در میان فلزها، کمترین چگالی و  $E^{\circ}$  را دارد. این ویژگی های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری های سبک تر، کوچک تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار شود. باتری های لیتیمی از نوع دگمه ای در شکل ها و اندازه های گوناگون به کار می رود. دسته ای دیگر از باتریهای لیتیمی آنها هستند که در تلفن و رایانه همراه به کار میروند و میتوان آنها را بارها شارژ کرد.

گروه آموزشی عصر

## سلول سوختی

❖ سوخت های فسیلی هم چنان مناسب ترین سوخت برای خودرو ها و نیروگاه ها به شمار می روند و اما باید به فکر جایگزینی مناسب بود. زیرا:

۱- ذخایر سوخت های فسیلی به سرعت در حال کاهش است.

۲- ذخایر سوخت های فسیلی باعث گسترش روز افزون آلودگی هستند.

○ یک راه حل مناسب برای عبور از تنگنای تامین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست، استفاده از سلول های سوختی است.

## ویژگی های سلول سوختی

۱- نوعی سلول گالوانی است که می تواند انرژی شیمیایی واکنش اکسایش - کاهش مربوط به سوختن گازی را به انرژی الکتریکی تبدیل کند.

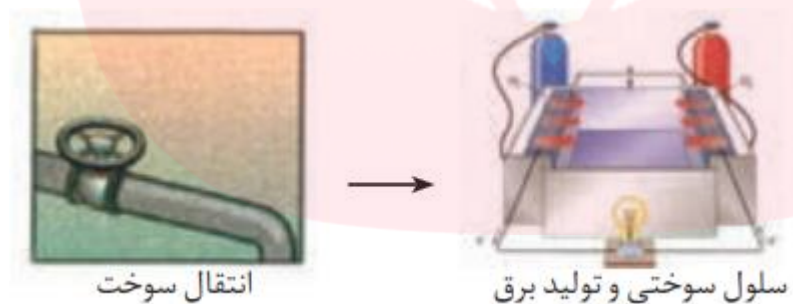
۲- کارایی بیشتری از موتورهای درون سوز دارد. مثلا سوزاندن هیدروژن در یک موتور درون سوز، بازدهی حدود ۲۰ درصد دارد، در حالی که اکسایش هیدروژن در سلول سوختی بازده را تا ۳ برابر (حدود ۶۰ درصد) افزایش می دهد.

۳- دوستدار محیط زیست و منبع انرژی سبز به شمار می آید و ردپای کربن دی اکسید را کاهش می دهد.

تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی قابل استفاده در یک نیروگاه حرارتی، شامل ۵ مرحله ی زیر است:



تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی قابل استفاده در یک سلول سوختی، شامل ۲ مرحله است:

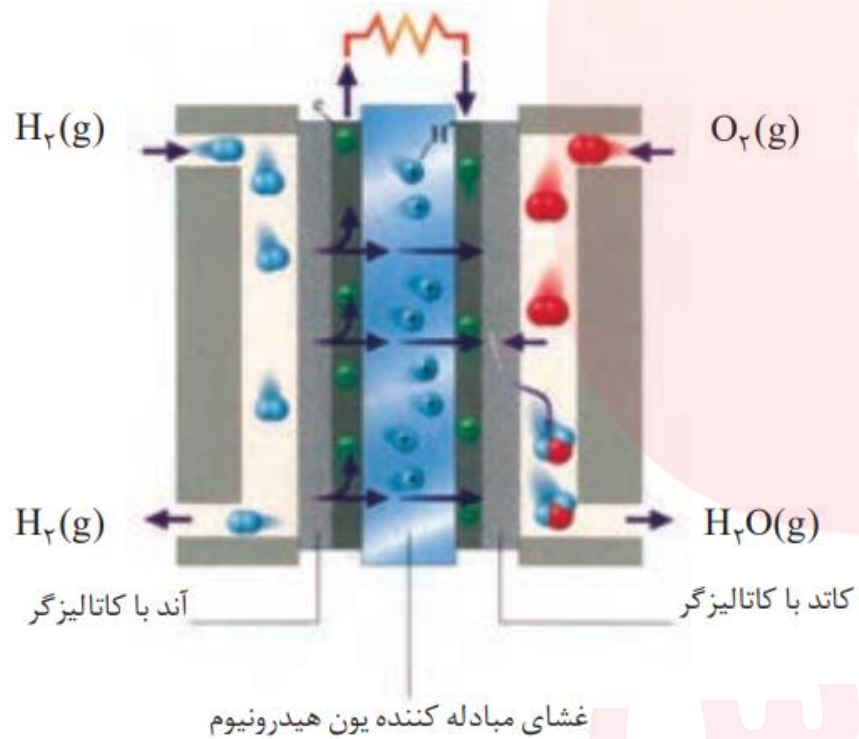


**نکته:** تبدیل انرژی سوخت های فسیلی مانند متان به انرژی الکتریکی از طریق سوزاندن، با بازده کمی صورت می گیرد. زیرا بخش عمده ای از انرژی به صورت گرما به محیط اطراف داده می شود و به انرژی الکتریکی تبدیل نمی شوند.

هر سلول سوختی سه جز اصلی دارد:

(۱) الکتروود آند (۲) الکتروود کاتد (۳) یک غشاء

شکل زیر، رایج ترین سلول سوختی، یعنی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را نشان می دهد.



نوعی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

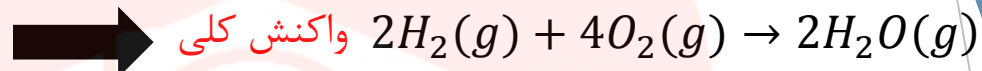
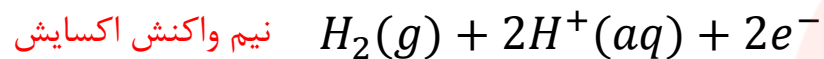
۱- گاز هیدروژن وارد قسمت آندی و گاز اکسیژن وارد قسمت کاتدی می شود.

۲- آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش های اکسایش و کاهش سرعت می بخشند.

۳- یون  $H^+ (aq)$  یا پروتون تولید شده در آند از طریق غشاء مبادله کننده ی پروتون به سمت کاتد حرکت کرده و در نیم واکنش کاتدی مصرف می شود.

۴- جهت حرکت الکترون ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است.

گروه آموزشی عصر



۵- سلول های سوختی برخلاف باتری ها انرژی شیمیایی را ذخیره نمی کنند.

۶- یکی از چالش های سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، تامین سوخت آن هاست.

## عدد اکسایش

عدد اکسایش یک اتم در ترکیب برابر با تعداد بارهای مثبت یا منفی است که به آن اتم نسبت داده می شود.

## نکات مهم برای بدست آوردن عدد اکسایش:

۱- عدد اکسایش یک یون تک اتمی برابر بار یون است. مانند  $Na^+$  که برابر +۱ است.

۲- عدد اکسایش عنصر به حالت آزاد صفر است. ( $H_2, Cu, O_2, Fe$ )

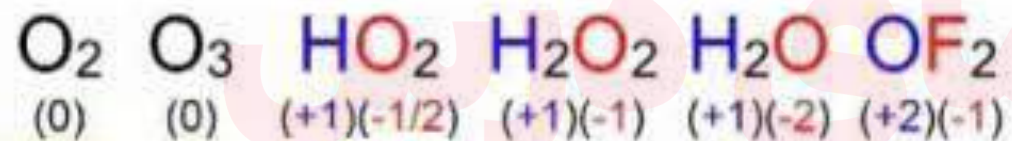
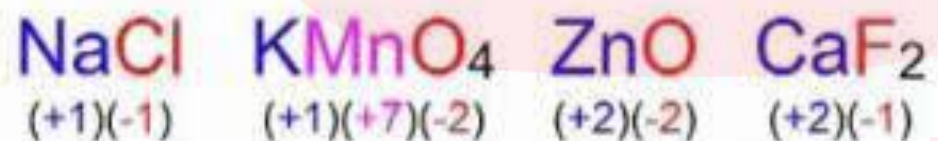
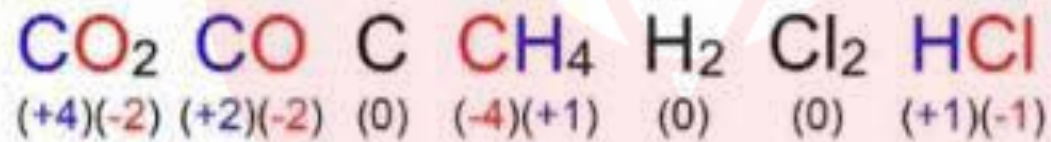
۳- عدد اکسایش هیدروژن در ترکیب ها +۱ است بجز در هیدرید های فلزی ( $NaH, CaH_2, AlH_3$ )

۴- عدد اکسایش اکسیژن در ترکیب ها -۲ است، بجز در  $OF_2$  که +۲ و در پراکسیدها مانند ( $H_2O_2, Na_2O_2$ ) که

-۱ است.

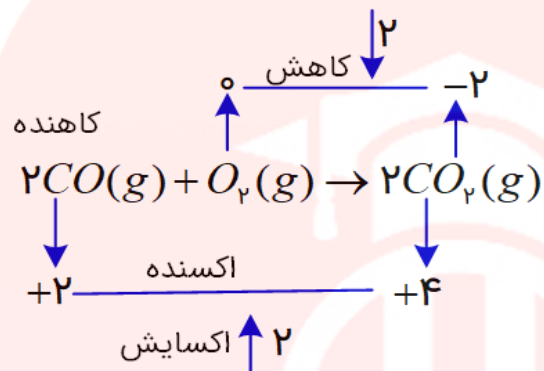
- ۶- مجموع عدد اکسایش اتم های سازنده یک مولکول برابر صفر است.
- ۷- مجموع عدد اکسایش اتم های سازنده ی یک یون چند اتمی برابر بار یون است.
- ۸- عدد اکسایش فلزهای قلیایی در ترکیب ها +۱ و قلیایی خاکی +۲ است.
- ۹- عدد اکسایش می تواند برای یک اتم در ترکیبات گوناگون متفاوت باشد.

### نکات طبقه بندی شده عدد اکسایش



گروه آموزشی عصر

مثالی برای عدد اکسایش:



**نکته:** اگر در واکنشی عنصر به حالت آزاد در واکنش دهنده ها یا فرآورده ها وجود داشته باشد، حتما از نوع اکسایش - کاهش است و چون عدد اکسایش عنصر به حالت آزاد صفر است و هنگامی که در ترکیب است تغییر کرده و صفر نیست.

**نکته:** اگر در واکنشی عنصر به حالت آزاد در سمت چپ یا راست معادله وجود داشته باشد، باید عدد اکسایش عنصرها را بررسی کنیم که اگر تغییری در عدد اکسایش رخ داده باشد از نوع اکسایش - کاهش است و در غیر این صورت اکسایش - کاهش است.

مای درس

گروه آموزشی عصر



## سلول الکترولیتی

در این نوع سلول های الکتروشیمیایی با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت می توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی آن پیش راند.

ویژگی های سلول الکترو شیمیایی

۱- دو الکتروود در یک الکترولیت قرار دارند، الکتروودهای بی اثری که اغلب گرافیتی هستند.

۲- انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.

۳- اکسایش در آند و کاهش در کاتد انجام می شود.

۴- جهت حرکت الکترون ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است.

۵- در الکترولیت (محلول یونی یا ترکیب یونی مذاب)، کاتیون ها به سمت کاتد و آنیون ها به سمت آند حرکت می کنند.

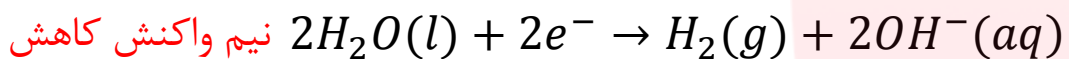
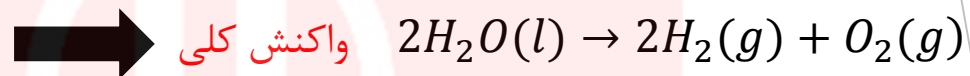
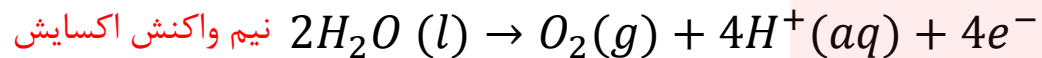
۶- سطح انرژی فرآورده ها از واکنش دهنده ها بالاتر است.

۷- قطب مثبت باتری به آند و قطب منفی به کاتد متصل است. (در سلول گالوانی، کاتد به قطب مثبت و آند به قطب منفی

متصل است.)

## برقکافت آب، راهی برای تولید هیدروژن

❖ در اطراف آند محیط اسیدی و در اطراف کاتد محیط بازی می شود.



## برقکافت NaCl و تهیه ی فلز سدیم

❖ در صنعت فلز سدیم را از برقکافت سدیم کلرید مذاب در یک سلول الکترولیتی به نام سلول دانز که به شکل زیر است، تهیه می کنند.

❖ سدیم کلرید خالص در  $801^\circ C$  ذوب می شود.

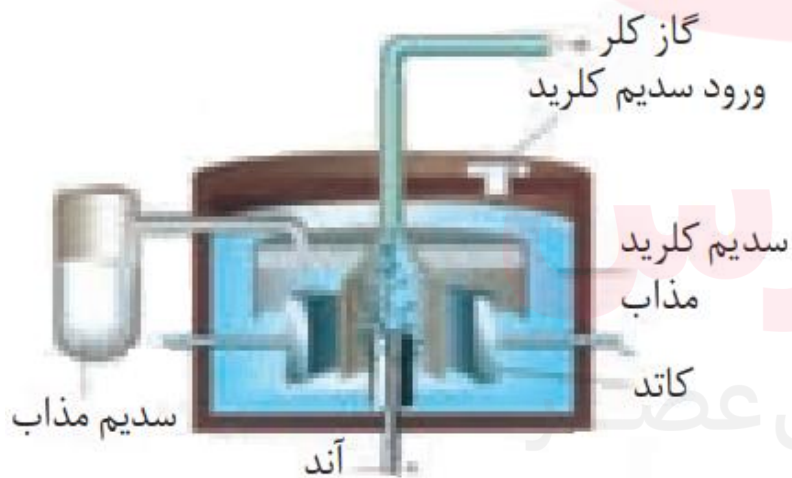
❖ افزودن مقداری کلسیم کلرید ( $CaCl_2$ ) به سدیم کلرید در

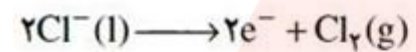
سلول دانز، نقطه ی ذوب را تا حدود  $587^\circ C$  پایین می آورد.

❖ این امر باعث صرفه جویی شده و هزینه ی تولید سدیم

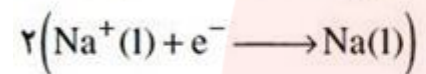
کاهش یافته و آلاینده ی کمتری در اثر مصرف سوخت تولید

شود.





نیم واکنش آندی

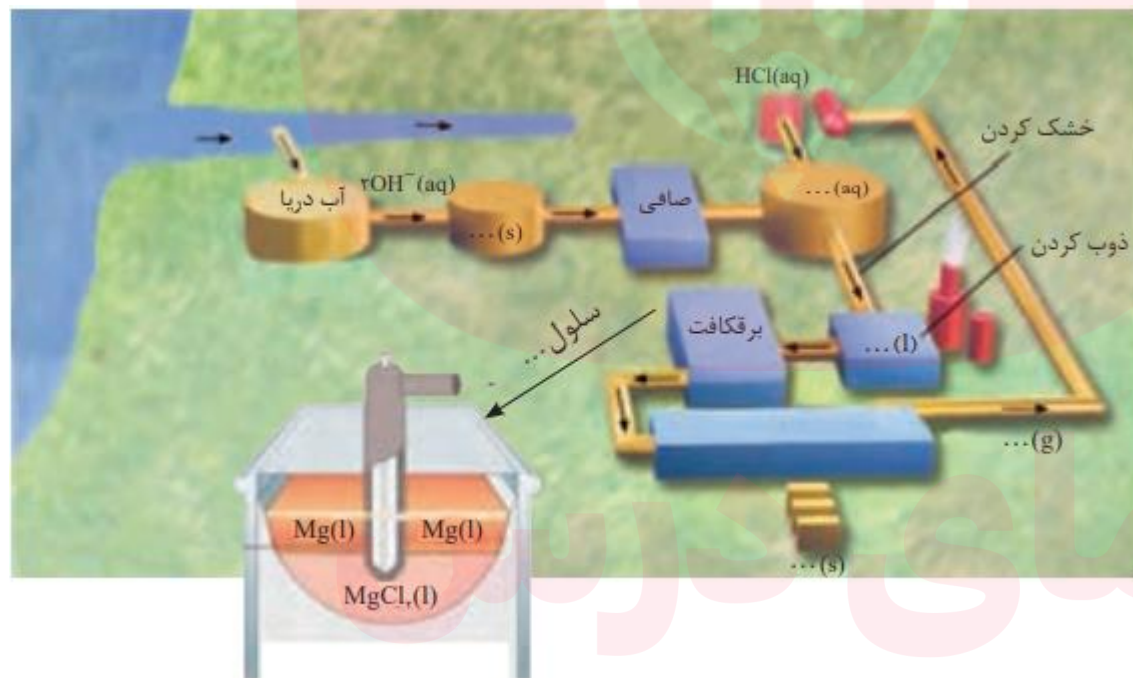


نیم واکنش کاتدی



واکنش کلی

تهیه ی فلز منیزیم



گروه آموزشی عصر

## خوردگی آهن

❖ به ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش – کاهش خوردگی گفته می شود.

**توجه:** زنگ زدن آهن، تیره شدن نقره، تشکیل زنگار سبز رنگ بر روی مس نمونه هایی از خوردگی فلزها هستند.

- هنگامی که فلزها در هوا قرار می گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می آیند. در برخی فلزها مانند آهن با ادامه اکسایش، لایه ای ترد و شکننده تشکیل می شود که به تدریج فرو می ریزد. به این حالت خوردگی گویند.
  - فلزهای طلا (Au) و پلاتین (Pt) حتی در محیط اسیدی دچار خوردگی نمی شوند. این فلزها را **فلزهای نجیب** می نامند.
- نکته:** از آنجا که پتانسیل کاهش فلزها منفی و پتانسیل کاهشی اکسیژن مثبت است، اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آن ها را اکسید کند.

### عوامل موثر بر زنگ زدن آهن:

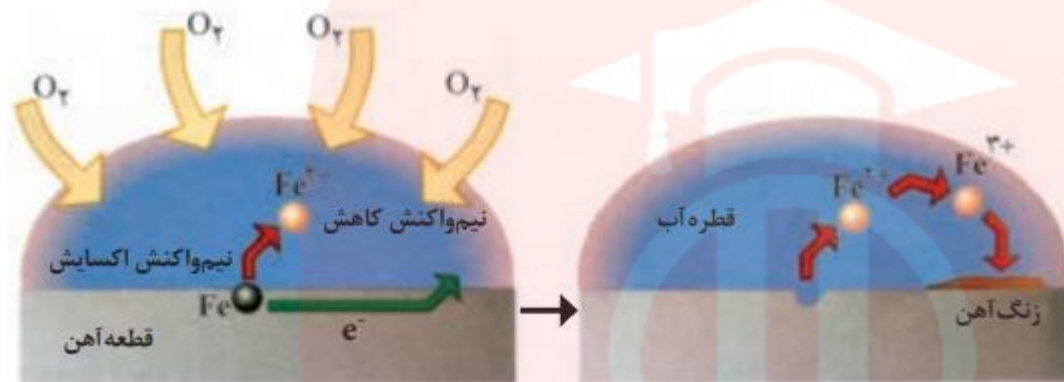
خوردگی آهن در حضور اکسیژن و رطوبت انجام می شود که آن را زنگ زدن آهن می نامیم. علاوه بر اکسیژن و رطوبت عوامل دیگری مانند محیط اسیدی سرعت زنگ زدن را افزایش می دهند.

سالانه حدود **۲۰ درصد از آهن تولیدی** برای جایگزینی قطعه های خورده شده مصرف می شود.

**نکته:** وجود گازهای اسیدی مانند  $SO_2$  و  $NO_x$  سرعت زنگ زدن آهن را افزایش می دهند.

گروه آموزشی عصر

شکل زیر مراحل زنگ زدن آهن در حضور رطوبت و اکسیژن را نشان می دهد.



(۱) بخشی از آهن به عنوان آند عمل می کند. این بخش در مرکز قطره ی آب قرار دارد.  $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^{-}$

(۲) بخش دیگری از آهن در کنار قطره ی آب و در مجاورت هوا به عنوان کاتد عمل می کند. الکترون های آزاد شده در بخش

کاتدی در نیم واکنش کاهش شرکت می کنند.  $2H_2O(l) + O_2(g) + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}(aq)$

(۳)  $Fe^{2+}$  تولید شده مجدداً با اکسیژن هوا اکسید شده و به  $Fe^{3+}$  تبدیل می شوند.  $Fe^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + e^{-}$

(۴) کاتیون های  $Fe^{3+}$  با یون های هیدروکسید موجود در قطره ی آب به  $Fe(OH)_3$  نامحلول تبدیل می شوند که

دارای رنگ قرمز - قهوه ای است و زنگ آهن نامیده می شود.



۵) مجموع مراحل بالا را که در آن آهن در حضور رطوبت و اکسیژن هوا به زنگ آهن تبدیل می شود می توان به صورت واکنش زیر نشان داد .



زنگ آهن  
(قرمز - قهوه ای)

نکته: در محیط اسیدی نیم واکنش کاهش بهتر انجام می شود. ( چون  $E^\circ$  بزرگتری دارد) و سرعت خوردگی آهن افزایش می یابد.

فداکاری فلزها

یکی از راه های محافظت آهن از خوردگی، جلوگیری از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آن است، که به روش های زیر می توان آن را انجام داد.

۱) استفاده از رنگ (رنگ کردن)

۲) پوشاندن سطح آهن با مواد نفتی مانند و قیر(قیر اندود کردن)

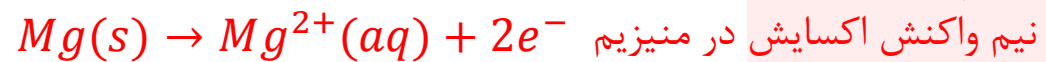
۳) پوشاندن سطح آهن با فلز دیگری مانند قلع (Sn) یا روی (Zn) که در برابر خوردگی مقاوم است. (روکش کردن)

• راه دیگر برای جلوگیری از زنگ زدن آهن که به طور گسترده در صنعت کاربرد دارد. اتصال آهن به یک فلز مانند منیزیم یا روی است.

گروه آموزشی عصر

آهن را در تماس با فلزی فعال تر مانند روی (Zn) یا منیزیم (Mg) که  $E^\circ$  منفی تر دارد و در سری الکتروشیمیایی پایین تر از آهن است قرار می دهند در این حالت آهن در نقش کاتد محافظت می شود و آند که فلز کاهنده تر است اکسایش یافته و خورد می شود.

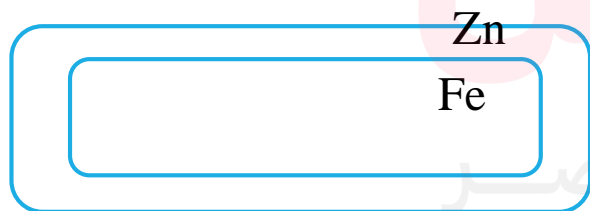
• اگر قطعه ای از فلز منیزیم به یک جسم ساخته شده از آهن متصل باشد، منیزیم در نقش آند از بین می رود و آهن در نقش کاتد، حفاظت شده و سالم می ماند. نیم واکنش های انجام شده عبارت اند از:



نکته: آهن متصل، در نقش کاتد حفاظت شده و خورده نمی شود.

برخی فلزها مانند آلومینیم (Al)، روی (Zn) و قلع (Sn)، اکسید فشرده و مقاومی در سطح خود تشکیل می دهند که بقیه ی فلز را از دسترس هوا و رطوبت دور نگه می دارد. این لایه ی اکسید باعث می شود فلز در برابر خوردگی مقاوم باشد.

❖ آهن گالوانیزه یا آهن سفید، ورقه آهنی است که با لایه ی نازکی از فلز روی (Zn) پوشیده شده است و حلبی ورقه آهنی است که با لایه ی نازکی از فلز (Sn) پوشیده شده است.



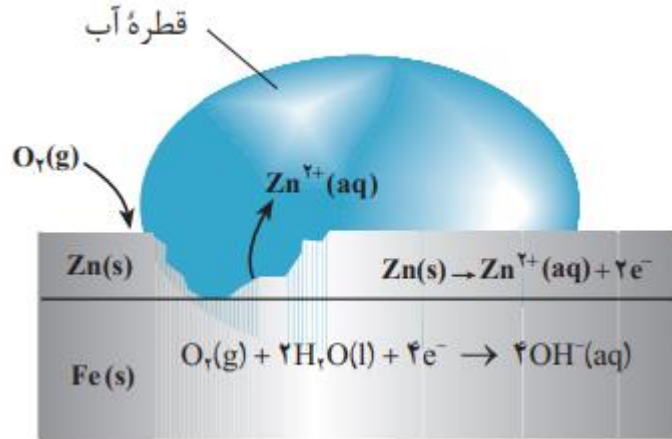
آهن گالوانیزه



حلبی

از کاربردهای ورق گالوانیزه، ساخت تانکر آب و کانال کولر؛ از کاربردهای حلبی، ساخت قوطی های روغن نباتی و کنسرو است. برای ساخت قوطی های مواد غذایی کنسروی از آهن گالوانیزه استفاده نمی شود. زیرا روی (Zn) در اسید مواد غذایی حل شده و ماده ی غذایی مسموم و فاسد می شود. بنابراین از حلبی برای ساختن آن ها استفاده می کنند.

❖ اگر خراشی در سطح آهن گالوانیزه ایجاد شود، در حضور رطوبت یک سلول الکتروشیمیایی تشکیل می شود که روی (Zn) با  $E^\circ$  کوچکتر نقش آند و آهن با  $E^\circ$  بزرگتر نقش کاتد سلول را خواهد داشت.



آهن در نقش کاتد حفاظت می شود و روی در نقش آند از بین می رود.

اگر خراشی در سطح حلبی ایجاد شود، در حضور رطوبت یک سلول الکتروشیمیایی تشکیل می شود.

که آهن  $E^\circ$  کوچک تر نقش آند سلول و قلع با  $E^\circ$  بزرگ تر نقش کاتد سلول را خواهد داشت.





**نکته:** قلع کاتد حفاظت می شود و آهن در نقش آند از بین می رود.

### نکات حفظی:

- ۱- هنگامی که بدنه ی آهنی کشتی در مجاورت رطوبت هوا قرار می گیرد، بر سطح آن زنگ آهن تشکیل می شود. فلز طلا در هوای مرطوب و حتی در اعماق دریا همچنان باقی می ماند که این امر به دلیل بزرگ بودن  $E^\circ$  آن است که موجب می شود کاهنده ی بسیار ضعیفی باشد.
- ۲- از منیزیم برای حفاظت از بدنه ی کشتی ها و لوله های نفتی استفاده می شود.
- ۳- باید توجه داشت که در آهن روکش داده شده با منیزیم با گذشت زمان منیزیم اکسایش یافته و مصرف می شود. از این رو باید به شکل دوره ای تکه های منیزیم را تعویض کرد.

### آبکاری

پوشاندن یک فلز با لایه ی نازکی از یک فلز ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، به کمک یک سلول الکترولیتی را آبکاری می گویند.

مای دارس

گروه آموزشی عصر

## در این روش

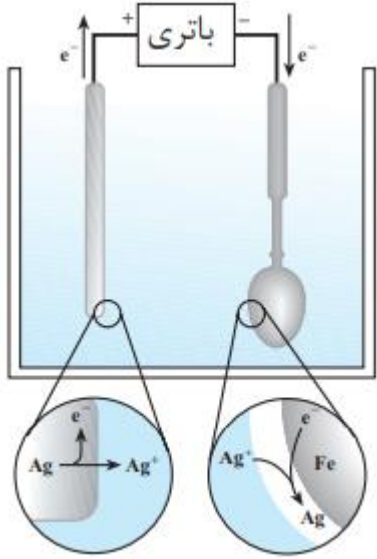
۱- جسمی که قرار است روکش شود را به کاتد و فلزی که قرار است روکش باشد را به آند متصل می کنند.

۲- الکترولیت مورد استفاده در سلول الکترولیتی برای آبکاری باید دارای یون های فلزی باشد که به عنوان

روکش انتخاب شده است.

۳- نیم واکنش های اکسایش و کاهش هر دو مربوط به فلزی است که روکش می شود.

به عنوان مثال:



۱- کلید آهنی را به قطب منفی (به عنوان کاتد) و یک تیغه ی نقره را به قطب مثبت (به عنوان آند) وصل کرده و از الکترولیت

نقره نترات ( $\text{AgNO}_3$ ) که دارای یون های  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  است، استفاده می کنیم.  $\text{Ag}(s) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + e^-$  آند

۲- از جرم تیغه کم شده و به همان اندازه یک لایه نقره بر روی کلید قرار می گیرد.  $\text{Ag}^+(\text{aq}) + e^- \rightarrow \text{Ag}(s)$  کاتد

۳- غلظت محلول الکترولیت تغییر نمی کند زیرا آند یون  $\text{Ag}^+(s)$  از محلول خارج می شود.

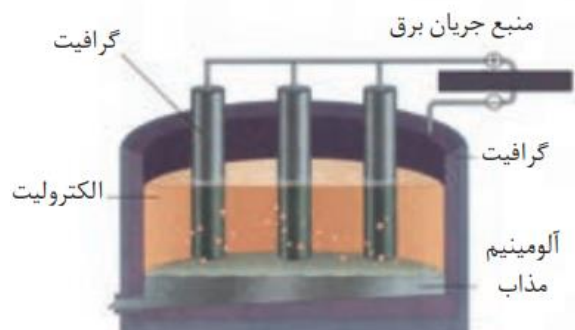
گروه آموزشی عصر

## فرایند هال:

آلومینیم کاهنده تر از آهن است و سریع تر اکسید می شود. اما آلومینیوم برخلاف آن خورده نمی شود.

آلومینیم در طبیعت مانند دیگر فلزهای فعال به حالت آزاد وجود ندارد و به شکل ترکیب یافت می شود. به همین دلیل این فلز تنها از برقکافت نمک های مذاب آن به دست می آید.

برقکافت  $Al_2O_3$  ناخالص است. برقکافت  $Al_2O_3$  در یک سلول الکترولیتی تهیه می کنند.



۱- در فرآیند هال از آند و کاتد گرافیتی استفاده می شود.

۲- دیواره ی داخلی ظرف در نقش کاتد و از جنس گرافیتی است.

۳- میله های گرافیتی در نقش آند به قطب مثبت منبع جریان برق متصل بوده و داخل الکترولیت مذاب قرار دارند.

۴- یون های  $Al^{3+}$  موجود در الکترولیت با دریافت الکترون از کاتد به آلومینیوم مذاب تبدیل می شوند.  $Al^{3+}(l) + 3e^{-} \rightarrow Al(l)$

۵- چگالی آلومینیوم مذاب از الکترولیت داخل ظرف بیشتر است و در زیر قرار می گیرد.  $Al(l)$  را از طریق دریچه هایی در ته ظرف جدا می کنند.

۶- بیشترین هزینه در فرآیند هال به صورت مقابل است.

۷- واکنش کلی هال به صورت روبرو است:  $2Al_2O_3(s) + 3C(l) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$

توجه: با دقت در واکنش کلی فرآیند هال، می بینیم که آند گرافیتی در واکنش شرکت کرده و مصرف می شود.

بنابراین با کاهش جرم و لاغر شدن آند گرافیتی، باید جایگزین شوند.

## تست ۱

تیغه‌ای آلومینیمی به جرم ۵ گرم را درون ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار مس (II) سولفات قرار می‌دهیم. پس از مبادلهٔ  $18/06 \times 10^{21}$  الکترون، نسبت جرم جامد باقی‌مانده به جرم جامد مصرفی تقریباً کدام است؟ ( $N_A = 6/02 \times 10^{23}$ )  
( $\text{Cu} = 64, \text{Al} = 27 : \text{g.mol}^{-1}$ )

۲۱ (۴)

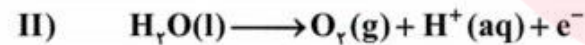
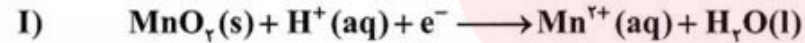
۱۲/۵ (۳)

۵/۹ (۲)

۳/۵ (۱)

## تست ۲

با توجه به نیم‌واکنش‌های موازنه نشده داده شده، کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟



۱) نیم‌واکنش «I»، نیم‌واکنش اکسایش و نیم‌واکنش «II»، نیم‌واکنش کاهش است.

۲) تعداد الکترون‌های مبادله شده در نیم‌واکنش «I»، به ازاء هر مول  $\text{MnO}_2$  دو برابر تعداد الکترون‌های مبادله شده در نیم‌واکنش

«II» به ازاء هر مول  $\text{O}_2$  است.

۳) در نیم‌واکنش «II» به ازای مصرف هر مول آب، چهار مول الکترون مبادله می‌شود.

۴) ضریب استوکیومتری آب در هر دو نیم‌واکنش با یکدیگر برابر است.

## پاسخ تست ۱: گزینه ۴



جامد مصرفی، Al و جامد تولیدی، Cu می‌باشد.

$$?g\text{Cu} = ۱۸/۰۶ \times ۱۰^{۲۱} e^{-} \times \frac{۱\text{mole}^{-}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} e^{-}} \times \frac{۳\text{molCu}}{۶\text{mole}^{-}}$$

$$\times \frac{۶۴g\text{Cu}}{۱\text{molCu}} = ۰/۹۶g\text{Cu}$$

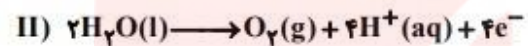
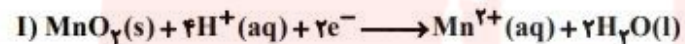
$$?g\text{Al} = ۱۸/۰۶ \times ۱۰^{۲۱} e^{-} \times \frac{۱\text{mole}^{-}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} e^{-}} \times \frac{۲\text{molAl}}{۶\text{mole}^{-}}$$

$$\times \frac{۲۷g\text{Al}}{۱\text{molAl}} = ۰/۲۷g\text{Al}$$

$$\frac{\text{جرم جامد باقی مانده}}{\text{جرم جامد مصرفی}} = \frac{۵ + ۰/۹۶ - ۰/۲۷}{۰/۲۷} = ۲۱$$

## پاسخ تست ۲: گزینه ۴

معادله موازنه شده نیم واکنش‌ها به صورت زیر است:



بررسی گزینه‌های نادرست:

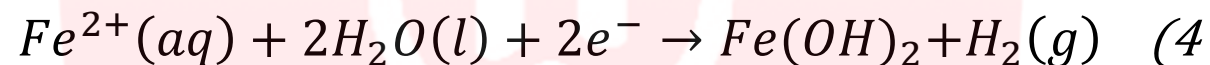
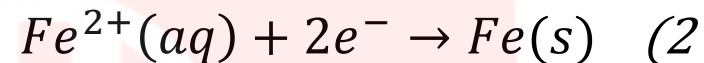
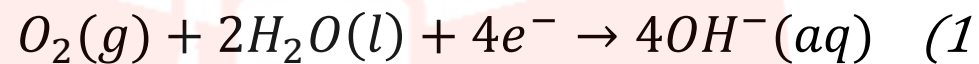
گزینه «۱»: نیم واکنش « I » از نوع کاهش و نیم واکنش « II » از نوع اکسایش است.

گزینه «۲»: تعداد الکترون‌های مبادله شده در نیم واکنش « I » به ازای هر مول  $\text{MnO}_4^-$ ، نصف تعداد الکترون‌های مبادله شده در نیم واکنش « II » به ازای هر مول  $\text{O}_2$  است.

گزینه «۳»: با توجه به ضریب‌های استوکیومتری در واکنش « II »، به ازاء مصرف دو مول آب، چهار مول الکترون مبادله می‌شود.

### تست ۳

الکترون های حاصل از اکسایش فلز روی در محل خراش آهن سفید در هوای مرطوب، در کدام واکنش شرکت می کنند؟



### تست ۴

یک قطعه سیم مسی در ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۰.۴ مولار نقره نیترات قرار داده شده است. اگر سرعت متوسط واکنش برابر

۰.۰۱۵ مول بر دقیقه باشد، چند ثانیه زمان لازم است تا غلظت مس (II) نیترات به ۰.۱ مول بر لیتر برسد و اگر نقره تنها بر

روی قطعه ی مس بنشیند، جرم این قطعه در لحظه، چند گرم تغییر می کند؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید).

(1) ۳.۰۴، ۸۰

(2) ۰.۸۸، ۸۰

(3) ۳.۰۴، ۴۰۰

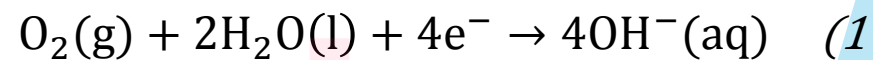
(4) ۰.۸۸، ۴۰۰

مای درس

گروه آموزشی عصر

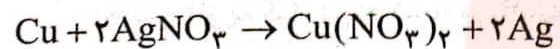
### پاسخ تست ۳: گزینه ۱

الکترون های حاصل از اکسایش فلز روی در محل خراش آهن سفید، از طریق فلز آهن (به عنوان کاتد) در اختیار مولکول های اکسیژن قرار می گیرد تا در حضور رطوبت و طبق نیم واکنش زیر کاهش یابند:



### پاسخ تست ۴: گزینه ۱

معادله واکنش انجام شده عبارتست از:



تعداد مول های مس (II) نیترات را حساب کرده و با استفاده از سرعت واکنش، زمان را بدست می آوریم.

$$? \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2 = 0.1 \text{ mol.L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$$

$$R = \frac{\Delta n}{\Delta t} \Rightarrow 0.015 \text{ mol.min}^{-1} = \frac{0.02 \text{ mol}}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{4}{3} \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 80 \text{ s}$$

تغییر جرم قطعه مسی نتیجه مصرف مس و تولید نقره در سطح آن است.

$$\text{جرم مس مصرفی} = 0.02 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2 \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2}$$

$$\times \frac{64 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 1.28 \text{ g Cu}$$

$$\text{جرم Ag تولید شده} = 0.02 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2$$

$$\times \frac{2 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2} \times \frac{108 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 4.32 \text{ g Ag}$$

$$\text{تغییر جرم قطعه مس} = 4.32 \text{ g} - 1.28 \text{ g} = 3.04 \text{ g}$$





با آرزوی موفقیت و سلامتی

مای درس

گروه آموزشی عصر

[www.my-dars.ir](http://www.my-dars.ir)