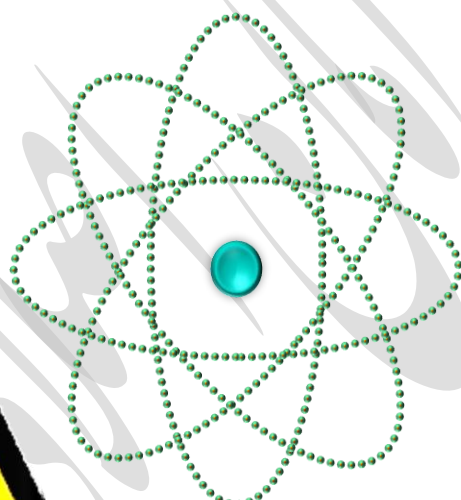
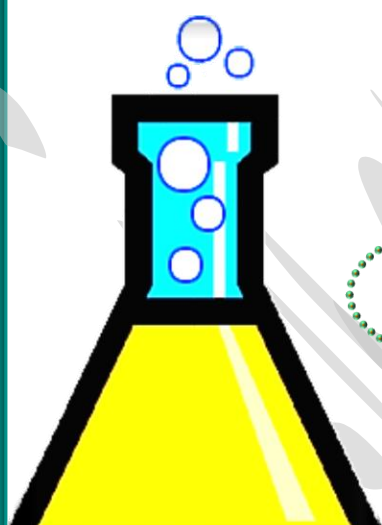


# رامان اصلانی

## شیمی دوازدهم



برای عضویت در بزرگترین کانال یازدهم و دوازدهم روی اینجا بزنید



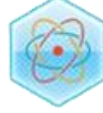
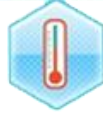
[Http://telegram.me/Yazdahomiy](http://telegram.me/Yazdahomiy)

شامل : گام به گام ، نمونه سوال

جزوه ، تست ، آزمون آنلاین

و فیلم آموزشی رایگان





## آسایش و رفاه در سایه شیمی:

• انرژی نقش کلیدی در رشد اقتصاد کشورها دارد و یکی از عوامل در دستیابی کشورها به توسعه پایدار دارد.  
 • میزان دسترسی کشورها به منابع گوناگون انرژی نشانگر پیشرفت و قدرت اقتصادی آنهاست.

۱- محدود بودن مقدار آنها

معایب سوخت های فسیلی به عنوان یک منبع انرژی

۲- اثر گلخانه ای و گرم شدن زمین

• با پیشرفت جوامع استفاده از انرژی های تجدید پذیر نسبت به سوخت فسیلی «رشد بیشتری» داشته است.

## حامل انرژی :

یک «ماده» یا یک «پدیده» که می تواند برای تولید کار مکانیکی، گرمایی و یا انجام فرآیندهای فیزیکی یا شیمیایی استفاده شود.

• حامل انرژی، انرژی را در خود ذخیره می کند.  
 • با یک یا چند بار تغییر شکل دادن به صورت حامل انرژی نهایی به دست مصرف کننده می رسد.

☺ مثال : نفت خام < - - - -> بنزین (حامل انرژی نهایی).

سهام مصرف حامل های انرژی در جهان و ایران

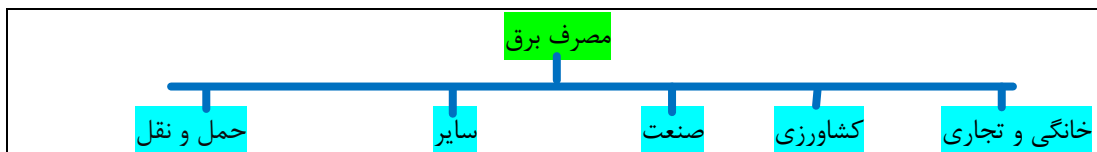
ایران	جهان
گاز طبیعی برقی	نفت خام و فرآورده های نفتی
نفت خام و فرآورده های نفتی	گاز طبیعی
برق	زغال سنگ
زغال سنگ	برق
سایه	سایه (باد و خورشید)





\*ایران دومین دارنده گاز طبیعی ( $CH_4$  متان) است.

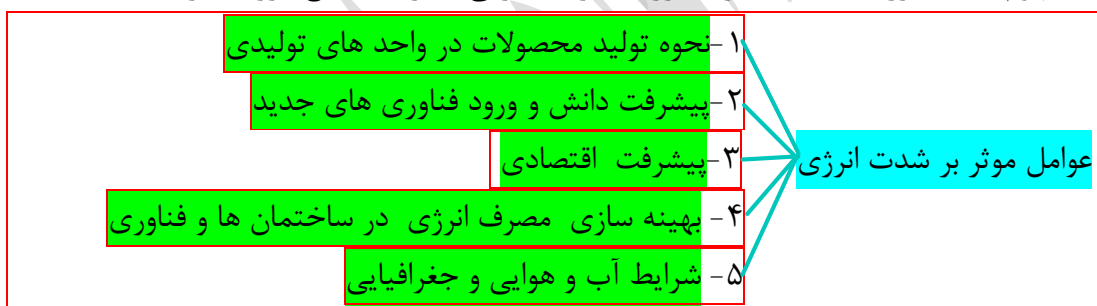
موارد مصرف انرژی الکتریکی در بخش های مختلف در ایران



### \*مفهوم شدت انرژی :

\*انرژی مورد نیاز برای تولید مقدار معینی از کالا یا خدمات.

\*مفهوم شدت انرژی (شدت مصرف انرژی) برای معرفی مصرف صحیح انرژی تعریف شده است.



\***نکته:** همواره افزایش مصرف انرژی در یک کشور را نمی توان به عدم استفاده بهینه از انرژی مرتبط دانست.

☺ مثال: پیشرفت اقتصادی یک کشور منجر به افزایش مصرف انرژی می شود.

مقایسه شدت مصرف انرژی ایران و ژاپن نسبت به متوسط جهان

منطقه	کاهش / افزایش
ایران	افزایش
جهان	افزایش
ژاپن	کاهش

\*الکتروشیمی ( *Electrochemistry* ):

بخشی از دانش شیمی است که به مطالعه فرایندهای شیمیایی میپردازد که باعث حرکت الکترون ها می شود.

\*در واکنش های الکتروشیمی انرژی شیمیایی به الکتریکی و برعکس صورت می گیرد.

\*تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی و برعکس از طریق انجام واکنش های «اکسایش-کاهش»

امکان پذیر است.

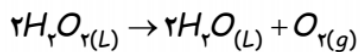
۱- رسانش فلزی: حرکت الکترون ها در بلور فلزی	انواع رسانش
۲- رسانش الکتrolیتی: یون ها باعث جابه جایی بار در محلول های	
مذاب یا محلول های آبی الکتrolیت می شوند.	

\* پدیده برقکافت (الکتrolیز)، باتری ها، آبکاری فلز ها و خوردگی در قلم و الکتروشیمی است.  
\* بین الکتrolیته و واکنش شیمیایی رابطه دو طرفه وجود دارد.

ایجاد جریان برق  $\rightleftharpoons$  واکنش شیمیایی

☺ مثال: الف) دو فلز متفاوت مانند روی و مس در محیط مرطوب (مانند یک اسید ضعیف) می توانند جریان الکتrolیکی تولید کنند. (اساس باتری های امروزی)

ب) با اعمال جریان برق می توان یک ماده را تجزیه کرد مانند تجزیه آب اکسیژنه.



\* نکته: ۱- پیل اشکانی، قدیمی ترین باتری دنیا توسط اشکانیان ساخته شد.

۲- پیل ولتا از صفحات گرد مس و روی تشکیل شده است که بین آنها صفحات غذایی آغشته به نمک وجود دارد.

اکسایش و کاهش (داد و ستد الکترون):

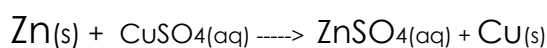
واکنش هایی که در آنها انتقال الکترون رخ میدهد. واکنش اکسایش - کاهش گفته می شود.

\* در یک واکنش اکسایش-کاهش الکترون از یک گونه به گونه دیگر انتقال می یابد.

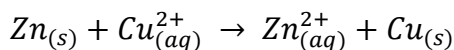
از دست دادن الکترون  $\leftarrow$  اکسایش (Oxidation)

گرفتن الکترون  $\leftarrow$  کاهش (Reduction)

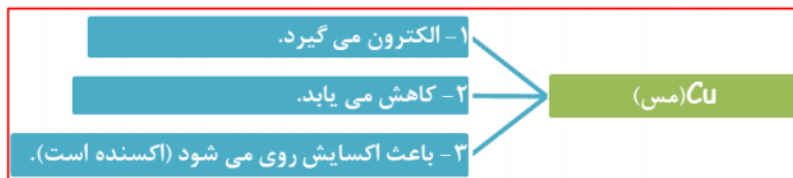
مثال: اگر یک تیغه روی را در محلول (II) سولفات قرار دهیم بعد از مدتی فلز سرخ رنگ مس بر روی تیغه روی (Zn) رسوب می کند.



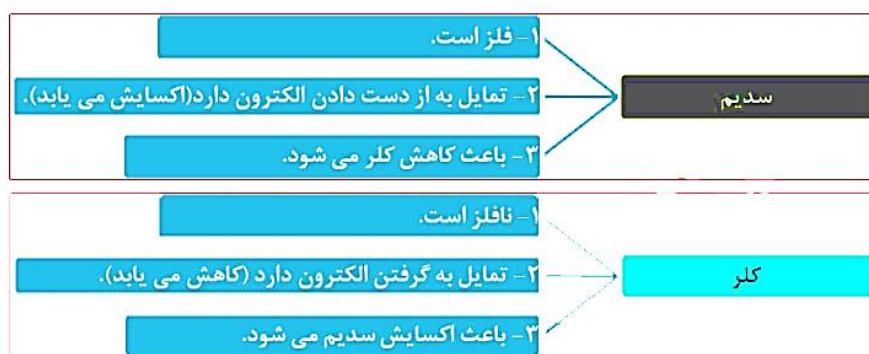
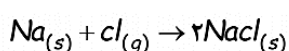
\* معادله را می توان به صورت زیر نوشت:







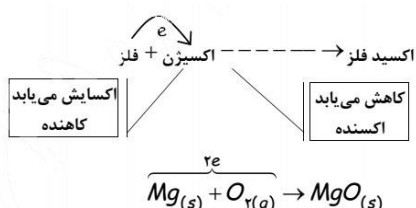
مثال: واکنش فلز سدیم (Na) با گاز کلر (Cl<sub>2</sub>).



\*نکته:

- ۱- خصلت فلزی: تمایل به از دست دادن الکترون
  - ۲- خصلت نافلزی: تمایل به گرفتن الکترون
- \*اغلب فلزها «کاهنده» و نافلزها «اکسنده» هستند.

مثال: واکنش اتم های فلزی با اکسیژن و ایجاد اکسید های فلزی.



\*نکته:

- ۱- در اکسایش فلزها برخی مواقع نور ایجاد می شود ولی شعله وجود ندارد.
- ۲- همه واکنش های سوختن، واکنش اکسایش-کاهش هستند.
- ۳- از نوع واکنش منیزیم با اکسیژن برای فلاش عکاسی استفاده می شود.
- ۴- تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون (اکسایش) با هم متفاوت است.
- ۵- هر چه خصلت فلزی بیشتر باشد تمایل به از دست دادن الکترون (اکسایش) بیشتر است.
- ۶- اغلب عنصر های جدول دوره ای در واکنش های اکسایش-کاهش حرکت می کنند.

برای عضویت در بزرگترین کانال یازدهم و دوازدهم روی اینجا بزنید

[HTTPS://T.ME/YAZDAHOMIYY](https://t.me/yaздаhomiyy)

فلزها ← عنصرهای کاهنده      نافلزهای فعال ← عنصر اکسنده «مانند  $O_p$  و هالوژن‌ها»



- (تمایل به اکسایش) کاهش خصلت فلزی (کاهش قدرت کاهندگی).
- (تمایل به کاهش بیشتر) افزایش خصلت نافلزی (افزایش خصلت اکسنده).
- \*بین خصلت فلزی و قدرت اکسایش رابطه مستقیم وجود دارد.
- \*بین خصلت نافلزی و قدرت کاهش رابطه مستقیم وجود دارد.

**\*نکته مهم:**

- ۱- در تشکیل ترکیب یونی (واکنش فلز با نافلز) انتقال کامل الکترون از فلز به نافلز صورت می گیرد.
- ۲- در ترکیب های مولکول (تشکیل پیوند کوالانسی بین دو نافلز) انتقال جزئی الکترون صورت می گیرد.

**عدد اکسایش : Oxodation number**

عدد اکسایش یک اتم در یک ترکیب برابر با تعداد الکترونهايي است که آن اتم برای تبدیل شدن به اتم خنثی می گیرد یا از دست می دهد.



\*از تغییر عدد اکسایش برای شناسایی اکسایش یافته و کاهش یافته استفاده می شود.



## تعیین عدد اکسایش:

عدد اکسایش به دو صورت تعیین می شود: ۱- استفاده از قاعد ۲- از روی ساختار لوویس

۱- استفاده از قواعد برای تعیین عدد اکسایش:

الف) عدد اکسایش هر عنصر آزاد (ترکیب نشده) برابر صفر است: مثال  $\text{Br}_2, \text{Na}(s)$

ب) عدد اکسایش یک یون تک اتمی برابر بار آن است.  $\text{Na}^+, \text{O}^{2-}$

پ) عدد اکسایش فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی (گروه اول و دوم) به ترتیب برابر ۱+ و ۲+ است.

ت) عدد اکسایش فلئور (فعالترین نافلز) برابر ۱- است.

ث) عدد اکسایش هیدروژن ( $H$ ) در ترکیب برابر ۱+ است به جز در هیدریدهای فلزی مانند  $\text{LiH}, \text{NaH}, \text{BaH}_2$ , برابر ۱- است.

ج) عدد اکسایش اکسیژن در اغلب ترکیب خود ۲- است به جز:

۲- در پراکسیدها ( $\text{O}_2^{2-}$ ) برابر ۱- است مانند:  $\text{H}_2\text{O}_2$

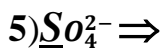
در سوپراکسیدها ( $\text{O}_2^-$ ) برابر  $-\frac{1}{2}$  است مانند:  $\text{KO}_2$

چ) مجموع اعداد اکسایش همه اتمهای شرکت کننده در یک ترکیب خنثی برابر صفر است.

ح) در یک یون چند اتمی، مجموع اعداد اکسایش اتمها برابر بار یون است.

۱- در هر مورد زیر عدد اکسایش اتمی که زیر آن خط کشیده شده است را به دست

آورید. 



برای عضویت در بزرگترین کانال یازدهم و دوازدهم روی اینجا بزنید

[HTTPS://T.ME/YAZDAHOMIY](https://t.me/yazdahomiy)

\* نکات مهم:

1- برای یک عنصر اصلی (گروه او ۲ و گروه او ۱۳ تا ۱۷)، بالاترین عدد اکسایش برابر شماره گروه آن است.

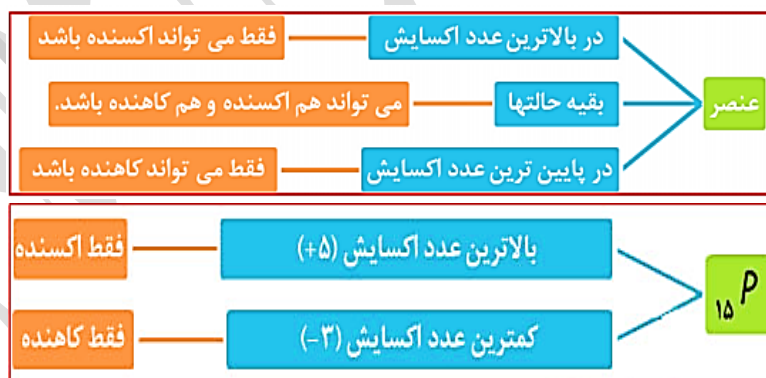
گروه ۱۷	گروه ۱۶	گروه ۱۵	گروه ۱۴
-۱	-۲	-۳	-۴

۲- اگر عنصر نافلزها در یک ترکیب دارای کوچکترین عدد اکسایش (۱۸- شماره گروه اصلی) باشد فقط میتواند کاهنده باشد.

گروه ۱۷	گروه ۱۶	گروه ۱۵	گروه ۱۴	گروه ۱۳	قلیایی خاکی	فلز قلیایی
+۷	+۶	+۵	+۴	+۳	+۲	+۱

\* مثال: گوگرد (S) دارای بالاترین عدد اکسایش +۶ است.

۳- عدد اکسایش یک فلز مقداری مثبت است، اما عدد اکسایش یک نافلز می تواند مثبت یا منفی باشد.



تعیین عدد اکسایش از روی ساختار لوویس:

[تعداد الکترون شمرده شده در ساختار برای آن اتم] - [تعداد الکترون ظرفیتی اتم] = عدد اکسایش اتم مورد نظر

\* نکته

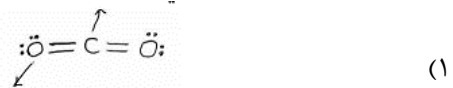
۱- الکترون ناپیوندی هر اتم را به همان اتم نسبت میدهیم.

۲- الکترونها پیوندی بین دو اتم غیر یکسان را به اتمی که خصلت نافلزی بیشتری دارد می دهیم.

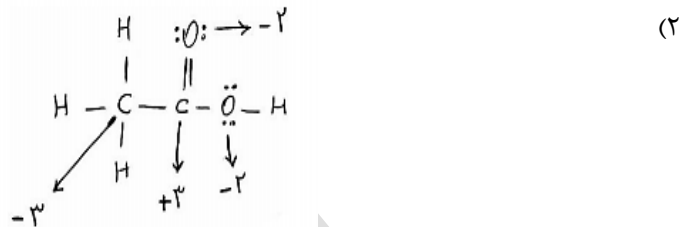
۳- الکترونها پیوندی بین دو اتم یکسان را به طور مساوی میان آن دو اتم تقسیم می کنیم.



\*مثال: در مولکول کربن دی اکسید:  $+4 = 0 - 4 =$  عدد اکسایش



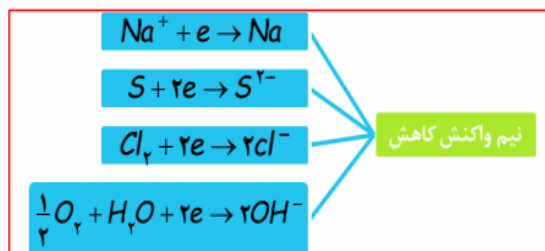
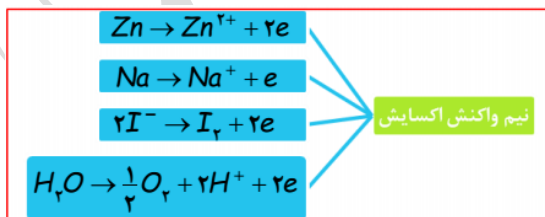
عدد اکسایش =  $6 - 8 = -2$



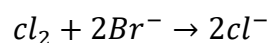
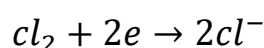
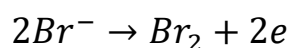
### \*نیم واکنش اکسایش - کاهش:

هر اکسایش همراه با یک کاهش است یعنی اگر در واکنشی گونه ای اکسایش مییابد حتماً گونه ای دیگر کاهش می یابد.

\* هر اکسایش یا کاهش یکی نیم واکنش است.



\* هر گاه یک نیم واکنش کاهش با نیم واکنش اکسایش متناظرش طبق ضرایب مناسبی جمع شود، یک واکنش اکسایش - کاهش بدست می آید.

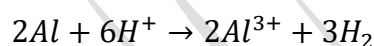
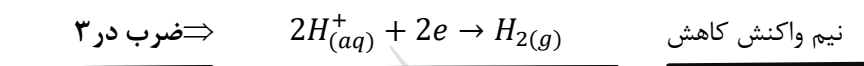
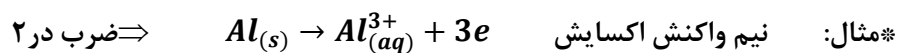


\*مثال: نیم واکنش اکسایش

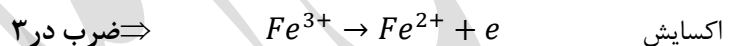
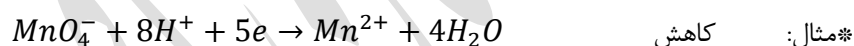
نیم واکنش کاهش

واکنش اکسایش - کاهش

در این مثال گاز کلر اکسید کننده است و با دریافت الکترون از یون  $Br^-$  به حالت محلول، کاهش یافته و به یون  $Cl^-$  تبدیل میشود. یون  $Br^-$  کاهشنده است



برای برابر شدن تعداد الکترونهاى مبادله شده نیز واکنش اکسایش را در دو و نیم واکنش کاهش را در ۳ ضرب می کنیم.



در هر واکنش اکسایش-کاهش باید تعداد الکترونهاى بکار رفته در نیم واکنش کاهش با تعداد الکترونهاى بدست آمده از نیم واکنش اکسایش برابر باشد.

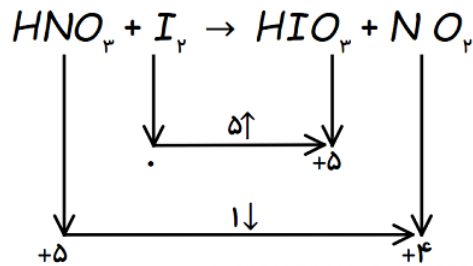
موازنه کامل ضرایب معادله یک واکنش اکسایش-کاهش:

\* این مبحث خارج از کتاب درسی است ولی خوب است بدانید\*

مراحل:

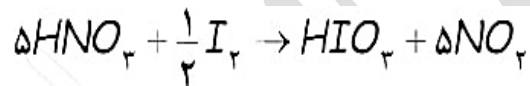
- ۱- اتم هایی که اعداد اکسایش آنها تغییر کرده است را معلوم کرده و تغییر عدد اکسایش هر یک را حساب کنید.
- ۲- برای هر یک از مواد واکنش دهنده به گونه‌های ضریب مناسب در نظر گرفته شود که مجموع تغییر اعداد اکسایش اتم ها در واکنش مساوی صفر شود.
- ۳- بر اساس ضرایب تعیین شده در بند ۲ واکنش را موازنه کنید.
- ۴- در محیطهای آبی (واکنش در محلولهای آبی)، با قرار دادن  $H^+$  یا  $OH^-$  به تعداد لازم در یکی از طرفین واکنش، میتوان برای موازنه بهره برد.

۵- در اغلب موارد برای موازنه اتمهای هیدروژن و اکسیژن می توان مولکولهای  $H_2O$  را به تعداد لازم به یکی از طرفین واکنش افزود.



مثال:

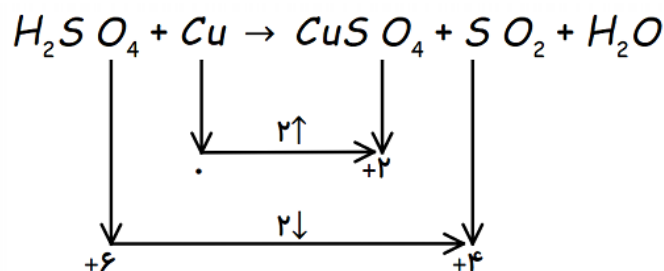
با شرکت یک اتم I (یا  $\frac{1}{2} I_2$ ) و پنج  $HNO_3$  در واکنش در مجموع تغییر اعداد اکسایش صفر خواهد شد.



معادله بالا از لحاظ تغییر اعداد اکسایش موازنه است اما از لحاظ جرم (تعداد اتمها) موازنه نیست. برای موازنه اتمهای O, H به اندازه لازم  $H_2O$  به سمت راست واکنش می افزاییم.



نکته: در واکنشهایی که ترکیبات اکسیژن دار و هیدروژن دار شرکت دارد احتمال تشکیل  $H_2O$  در آنها بسیار زیاد است.



با شرکت یک اتم Cu و یک اتم S واکنش از نظر تغییر عدد اکسایش موازنه است. برای برقراری موازنه جرم باید ضریب  $H_2SO_4$  را برابر ۲ گرفت.



## سری فعالیت فلزها:

جدول قسمتی از سوی فعالیت عنصرها

\*در سری فعالیت عنصرها هر عنصری که در بالاتر قرار دارد میتواند با یون عنصر پایینتر واکنش دهد.

الکتروود و پتانسیل الکتروودی:

\*الکتروود: یک تیغه فلزی که در محلول دارای یونهای آن فلز قرار دارد.

مثال: تیغه روی در محلول روی سولفات

در الکتروود یک رسانای الکترونی (تیغه فلزی) در تماس با یک محلول الکترولیت (رسانه های یونی) قرار دارد و آن نیم سلول هم می گویند.

\*اتمهای روی به صورت  $Zn^{2+}$  وارد محلول شده و الکترونهای جدا شده از آنها در تیغه بر جای میمانند.

\*وارد شدن یونهای  $Zn^{2+}$  در محلول حالت برگشت پذیر دارد و سرانجام میان تیغه روی و یونهای  $Zn^{2+}$  اطراف آن

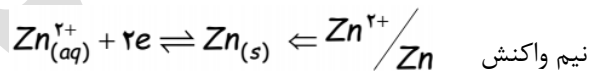


\* هنگام برقراری تعادل، سرعت تبدیل اتمهای  $Zn$  به یونهای  $Zn^{2+}$  و سرعت برگشت یونهای  $Zn^{2+}$  به تیغه مساوی است.

\* بین تیغه و محلول اطراف آن اختلاف پتانسیل الکتریکی برقرار است.

\* به واکنش تعادلی فلز روی در محلول آن، «نیم واکنش فلز روی در آب» گفته می شود و به صورت نیم واکنش  $Zn^{2+}/Zn$

نمایش داده می شود.



\*مقدار بار مثبت در محلول با بار منفی ناشی از الکترونها بر روی تیغ با هم برابر بوده و در مجموع الکتروود بدون بار الکتریکی است.

\*میزان اختلاف پتانسیل بین تیغه فلزی و محلول اطراف آن به:

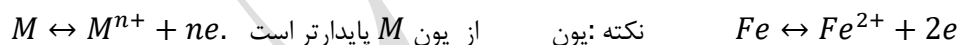
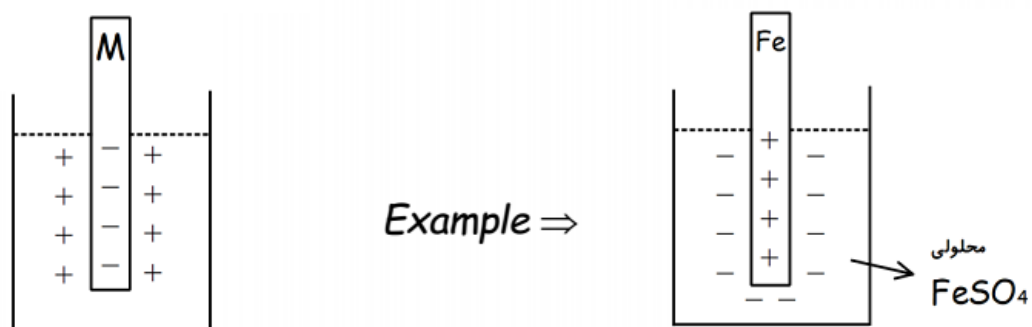
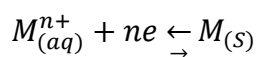
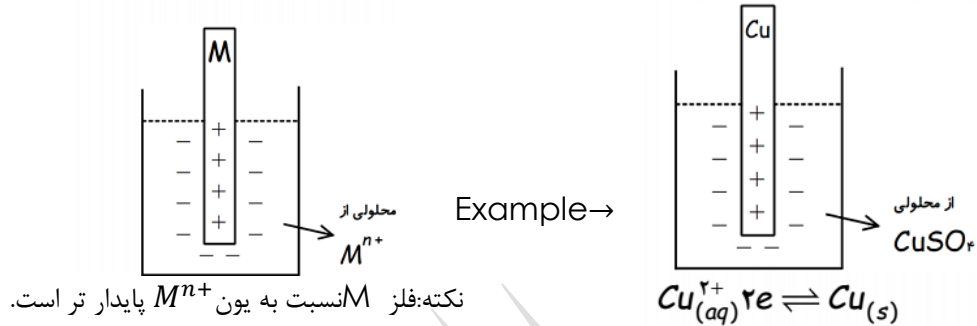
۱- نوع فلز      ۲- میزان دما      ۳- نوع حلال و محلول      بستگی دارد.

\*در فلزات فعالتر، تیغه فلزی بار منفی بیشتری بدست می آورد.

\*در فلزها با فعالیت کمتر (غیر فعال)، تیغه فلزی بار مثبت بدست می آورد



\*مثال:



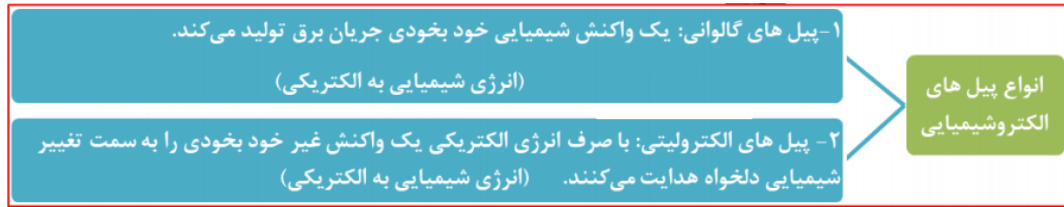
۱- یک نوار مسی را در محلول نقره نیترات فرو میبریم. چه اتفاقی خواهد افتاد؟ واکنش آن را نوشته و نیم واکنش اکسایش و کاهش را بنویسد.

۲- عامل کاهنده بهتر را در هر یک از جفتهای زیر انتخاب کنید.

الف) Cd, Fe      ب) Ca , Mg      ج) Pb, Zn      د) Ag , Cu

چگونه از الکترونهای آزاد شده در واکنش اکسایش-کاهش برای ایجاد جریان الکتریسیته استفاده نمود؟

کاربرد اصلی الکتروشیمی تبدیل انرژیهای شیمیایی و الکتریکی به یکدیگر است. پیل های الکتروشیمیایی عامل تبدیل انرژیهای شیمیایی و الکتریکی به هم هستند.

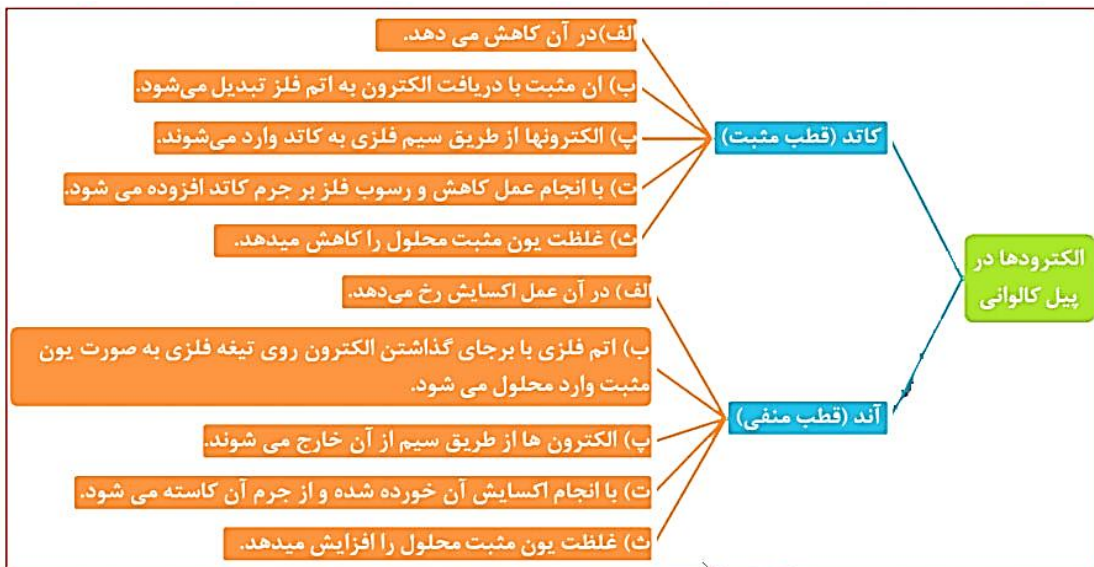


\* پیل گالوانی و پیل الکترولیتی عکس یکدیگر هستند و کاربرد متفاوتی دارند.

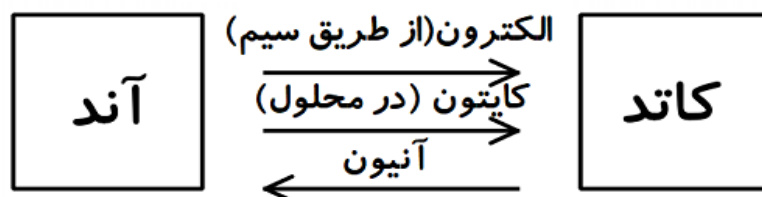
### پیل گالوانی:

یک پیل گالوانی از ۳ بخش تشکیل شده است.

- ۱- الکتروود: هر پیل گالوانی دارای ۲ الکتروود (تیغه فلزی در محلول الکترولیت) است.
  - ۲- سیم برق و ولت سنج: الکتروودها بوسیله یک رسانا (سیم برق) به هم متصل هستند. معمولاً یک لامپ یا یک ولت سنج نیز در مدار قرار دارد.
  - ۳- غشاء متخلخل: محلولهای الکترولیت توسط غشاء متخلخل از هم جدا شده اند.
- \* غشاء متخلخل اجازه نفوذ و عبور به برخی از یونها را داده تا یونها به آهستگی از یک طرف به طرف دیگر مهاجرت کنند.



\* نکته: جهت حرکت الکترون ها و یون ها در پیل گالوانی:



### \* پتانسیل پیل گالوانی ( E ) :

اختلاف پتانسیل بین کاتد و آند در پیل گالوانی که با ولت ( V ) بیان می شود.  
\* برای اندازه گیری پتانسیل پیل گالوانی از یک ولت سنج با مقاومت بالا استفاده می شود.  
\* از پیل گالوانی می توان برای اندازه گیری نسبی پتانسیل فلزات مختلف برای انجام واکنش اکسایش- کاهش استفاده کرد.

### \* نیم پیل استاندارد:

الکتروود در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و غلظت یک مولار (1M) محلول الکتروولیت آن.  
\* در صورتی که در نیم پیل گاز وجود داشته باشد فشار آن باید یک اتمسفر (atm) باشد.  
\* پتانسیل پیل گالوانی، معیاری از قدرت، در بدست آوردن الکترون بین دو نیم پیل است.  
\* نیم پیلی که قدرت بیشتری در بدست آوردن الکترون دارد، کاتد و دیگری آند می شود.  
1- برای هر کدام از جفت های زیر مشخص کنید اگر الکتروود آنها به صورت پیل گالوانی به هم متصل شود:

(۱) کدامیک آند و کدامیک کاتد است؟

(۲) واکنش در الکتروود آند و الکتروود کاتد را بنویسید؟

(۳) واکنش در کلی پیل را بنویسید.

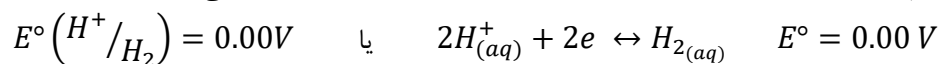
الف)  $Pb, Fe$       ب)  $Zn, Sn$       ج)  $Ni, Al$       د)  $Hg, Ag$

### \* الکتروود استاندارد هیدروژن (SHE):

\* پتانسیل یک الکتروود به طور مستقیم قابل اندازه گیری نیست. اما اختلاف میان آنها به آسانی قابل اندازه گیری است.  
\* برای بدست آوردن پتانسیل الکتروودها از الکتروود استاندارد هیدروژن استفاده می شود.

۱- الکتروود پلاتین (به لحاظ شیمیایی واکنش نمی دهد اما رسانای خوب الکتروسیته است).	➔	نیم پیل استاندارد هیدروژن
۲- محلول یک مولار HCl (یا H) با $PH = 0$		
۳- گاز $H_2$ با فشار 1 atm		

پتانسیل استاندارد هیدروژن به صورت زیر برابر صفر ولت در نظر گرفته می شود.



اندازه گیری پتانسیل استاندارد یک الکتروود: \*

برای تعیین پتانسیل الکتروود یک الکتروود، آن را در حالت استاندارد (دمای 25C برای تعیین پتانسیل و غلظت الکتروولیت یک مولار) به یک نیم پیل استاندارد هیدروژن متصل کرده تا یک پیل گالوانی حاصل شود.

برای عضویت در بزرگترین کانال یازدهم و دوازدهم روی اینجا بزنید

[HTTPS://T.ME/YAZDAHOMIY](https://t.me/yazdahomiy)

$$E^{\circ} = E^{\circ} - E^{\circ}$$

پتانسیل پیل گالوانی از رابطه بدست می آید.

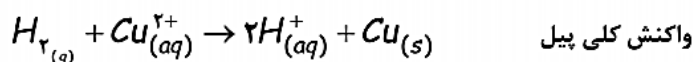
\*چون پتانسیل SHE برابر صفر در نظر گرفته شده است،  $E^{\circ}$  اندازه گیری شده برابر با پتانسیل الکتروود(نیم پیل)مورد نظر است.

\*مثال: پیل گالوانی از الکتروود مس و الکتروود هیدروژن:

\*الکتروود SHE آند (قطب منفی) و الکتروود مس کاتد (قطب مثبت) می باشد.

$$E^{\circ} = E^{\circ}_{(Cu^{2+}/Cu)} - E^{\circ}_{(H^+/H_2)} \Rightarrow 0/34 = E^{\circ}_{(Cu^{2+}/Cu)} - 0 \Rightarrow E^{\circ}_{(Cu^{2+}/Cu)} = +0/34 V$$

نیم واکنش ها و واکنش کلی:



## نکات:

اگر پتانسیل الکتریکی یک الکتروود (یا نیم پیل) مثبت باشد:

- 1- هنگام ارتباط با SHE الکترون می گیرد و در آن کاهش صورت می گیرد(کاتد است).
- 2- قدرت اکسید کنندگی آن از هیدروژن بیشتر است یعنی قادر است از زوج  $H_2$  و  $H^+$  الکترون بگیرد.
- 3- هر چه پتانسیل نیم پیل مثبت تر باشد قدرت اکسندگی آن بیشتر است.

\*مثال: پیل گالوانی الکتروود روی و الکتروود هیدروژن

\*الکتروود هیدروژن قطب مثبت (کاتد) پیل را تشکیل می دهد و الکتروود روی قطب منفی (آند) است.

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

## نکات:

- 1- پتانسیل منفی برای یک الکتروود (نیم پیل) در هنگام اتصال به SHE، به معنای آن است که به SHE الکترون می دهد و قطب منفی (آند) واقع می شود.
- 2- هر چه پتانسیل الکتروود (نیم پیل) منفی تر باشد، قدرت کاهندگی آن بیشتر است (تمایل آن به از دست دادن الکترون بیشتر است).



## پتانسیل کاهش الکتروود استاندارد:



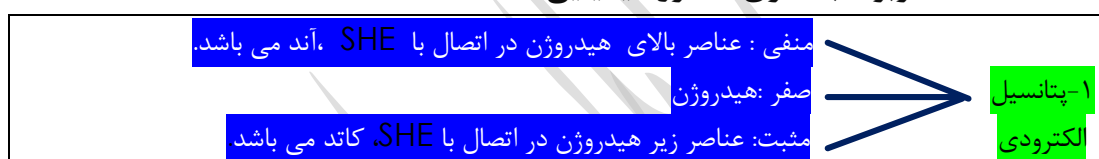
طبق قرارداد پتانسیل‌های الکتروود استاندارد را برای واکنش کاهش می‌نویسند که به آن پتانسیل کاهش الکتروود استاندارد گفته می‌شود.

\* پتانسیل‌های استاندارد کاهش در جدول مرتب شده است که سری الکتروشیمیایی گفته می‌شود.

\* منفی‌ترین پتانسیل استاندارد کاهش در بالای جدول است و مثبت‌ترین پتانسیل در پایین جدول

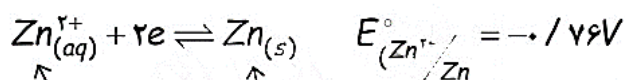
است.

## نکات مربوط به سری الکتروشیمیایی:



۲-  $E^\circ$ ، عددی بر حسب ولت است که نشان دهنده میزان تمایل یک گونه برای جذب الکترون (تمایل به کاهش) است.

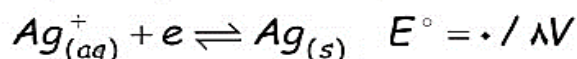
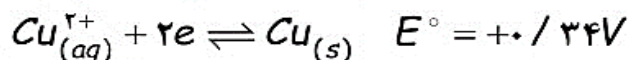
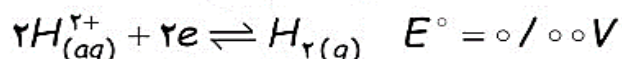
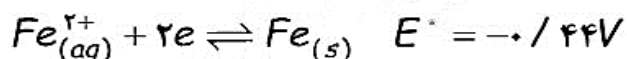
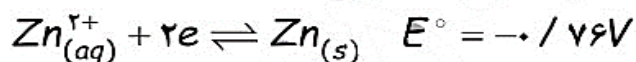
مثال:



گونه اکسند (کاهش می‌یابد)

گونه کاهنده

۳-  $E^\circ$ های مهم



۴-  $E^\circ < 0 \Leftarrow$  هیدروژن در مقابل آن کاهش می‌یابد.

$E^\circ > 0 \Leftarrow$  هیدروژن در مقابل آن اکسایش می‌یابد.

۵-  $E^\circ$  بزرگتر (مثبت‌تر)  $\Leftarrow$  کاهش راحت‌تر  $\Leftarrow$  اکسند قویتر

$E^\circ$  کوچکتر (منفی تر)  $\Leftarrow$  اکسایش راحت تر  $\Leftarrow$  کاهنده قویتر

۶- برای مقایسه قدرت اکسندگی فلزها، کاتیون‌های آن‌ها را مقایسه می‌کنیم و برای مقایسه قدرت کاهندگی، اتم خنثی آنها را با هم مقایسه می‌کنیم.

☑ با استفاده از جدول سری الکتروشیمیایی مشخص کنید که آیا در شرایط استاندارد  $Pb^{2+}_{(aq)}$  می‌تواند  $Al_{(s)}$  یا  $Cu_{(s)}$  را اکسید کند؟

۷- در سری الکتروشیمیایی کمترین  $E^\circ$  مربوط به فلز لیتیم ( $Li$ ) است. و بیشترین  $E^\circ$  مربوط به گاز فلوئور ( $F_2$ ) است.

$Li \Leftarrow$  قویترین کاهنده  $F_2 \Leftarrow$  قویترین اکسند

۸- در سری الکتروشیمیایی هرگونه، گونه پایین تر از خود را کاهش می‌دهد و خود اکسید می‌شود.

۹- نکته مهم: در صورتی که طرفین یک واکنش را در عددی ضرب کنیم  $E^\circ$  آن ثابت است و در هیچ عددی ضرب نمی‌شود.

☑ اکسند قویترین و کاهنده قویترین را مشخص کنید.

$$E^\circ_{(Cu^{2+}/Cu)} = +0.34V \quad E^\circ_{(Ce^{4+}/Ce^{3+})} = +1.61V \quad E^\circ_{(Al^{3+}/Al)} = -1.66V \quad E^\circ_{(Sn^{4+}/Sn^{2+})} = -0.15V$$

جواب: هرچه  $E^\circ_{X/Y}$  بیشتر باشد،  $X$  اکسند قویتر است.  $\Leftarrow Ce^{4+}$

هرچه  $E^\circ_{X/Y}$  کمتر باشد،  $Y$  کاهنده قویتر است.  $Al$

موارد استفاده از پتانسیل کاهش استاندارد ( $E^\circ$ ):

۱- مقایسه واکنش پذیری (خصلت فلزی) فلزها:

هر چه  $E^\circ$  فلز منفی تر باشد  $\Leftarrow$  فعالیت شیمیایی (خصلت فیزیکی) بیشتری دارد.

$$\left. \begin{array}{l} E^\circ_{K^+/K} = -2.93V \\ E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V \end{array} \right\} \Rightarrow \text{مثال: روی} > \text{پتاسیم: واکنش پذیری}$$

☑ با توجه به فصلت فلزی، فلزهای قلیایی و فلزهای واسطه،  $E^\circ$  کدام گروه از فلزها عددی کوچکتر است؟ چرا؟

۳- مقایسه قدرت اکسندگی و کاهندگی عنصرها:

هر چه  $E^\circ$  بزرگتر (مثبت تر) باشد  $\leftarrow$  راحت تر کاهش می یابد  $\leftarrow$  اکسندگی قویتر

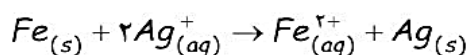
$$\left. \begin{array}{l} E^\circ_{(Cu^{2+}/Cu)} = +0.34V \\ E^\circ_{(Ni^{2+}/Ni)} = +0.25V \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \text{قدرت اکسندگی: } Cu^{2+} > Ni^{2+} \\ \text{قدرت کاهندگی: } Ni > Cu \end{array} \quad \text{مثال:}$$

۴- تعیین کاتد (قطب مثبت) و آند (قطب منفی) پیل گالوانی:

$$\left. \begin{array}{l} E^\circ \text{ بزرگتر (مثبت تر)} \leftarrow \text{کاتد} \leftarrow \text{کاهش می یابد. (قطب مثبت)} \\ E^\circ \text{ کوچکتر} \leftarrow \text{آند} \leftarrow \text{اکسایش می یابد. (قطب منفی)} \end{array} \right\}$$

مثال: بین فلزهای آهن و نقره:

$$\left. \begin{array}{l} E^\circ_{(Fe^{2+}/Fe)} = -0.44V \\ E^\circ_{(Ag^+/Ag)} = +0.8V \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \text{نقره} \leftarrow \text{کاتد} \\ \text{آهن} \leftarrow \text{آند} \end{array}$$



۵- محاسبه پیل  $E^\circ$  (اختلاف پتانسیل پیل گالوانی)

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

مثال: اگر یک پیل گالوانی متشکل از دو الکتروود سرب و مس ساخته شود اختلاف پتانسیل تولیدی را بدست آورید.

$$\begin{array}{l} E^\circ_{(Pb^{2+}/Pb)} = -0.13V \\ E^\circ_{(Cu^{2+}/Cu)} = +0.34V \end{array}$$

حل: با توجه به  $E^\circ$ ، نقره کاتد و سرب آند است.

$$E^\circ = -0.13 - (-0.47) = -0.13 + 0.47 = 0.34V$$

۲- مقایسه واکنش پذیری (خصلت نافلزی) نافلزها:

هر چه  $E^\circ$  نافلز مثبت تر باشد  $\leftarrow$  واکنش پذیری (خصلت نافلزی) بیشتر دارد.

$$\left. \begin{array}{l} E^\circ_{F_2/2F^-} = +2.87V \\ E^\circ_{Cl_2/2Cl^-} = +1.36V \end{array} \right\} \Rightarrow \text{کلر} > \text{فلوئور:} \text{خصلت نافلزی و فعالیت شیمیایی}$$

۳- مقایسه قدرت اکسندگی و کاهشدهنده عناصرها:

هر چه  $E^\circ$  بزرگتر (مثبت تر) باشد  $\leftarrow$  راحت تر کاهش می یابد  $\leftarrow$  اکسندگی قویتر

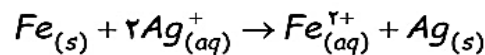
$$\left. \begin{array}{l} E^\circ_{(Cu^{2+}/Cu)} = +0.34V \\ E^\circ_{(Ni^{2+}/Ni)} = +0.25V \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \text{قدرت اکسندگی: } Cu^{2+} > Ni^{2+} \\ \text{قدرت کاهشدهنده: } Ni > Cu \end{array} \quad \text{مثال:}$$

۴- تعیین کاتد (قطب مثبت) و آند (قطب منفی) پیل گالوانی:

$$\left. \begin{array}{l} E^\circ \text{ بزرگتر (مثبت تر)} \leftarrow \text{کاتد} \leftarrow \text{کاهش می یابد. (قطب مثبت)} \\ E^\circ \text{ کوچکتر} \leftarrow \text{آند} \leftarrow \text{اکسایش می یابد. (قطب منفی)} \end{array} \right\}$$

مثال: بین فلزهای آهن و نقره:

$$\left. \begin{array}{l} E^\circ_{(Fe^{2+}/Fe)} = -0.44V \\ E^\circ_{(Ag^+/Ag)} = +0.8V \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \text{نقره} \leftarrow \text{کاتد} \\ \text{آهن} \leftarrow \text{آند} \end{array}$$



۵- محاسبه پیل  $E^\circ$  (اختلاف پتانسیل پیل گالوانی)

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

مثال: اگر یک پیل گالوانی متشکل از دو الکتروود سرب و مس ساخته شود اختلاف پتانسیل تولیدی را بدست آورید.

$$E^\circ_{(Pb^{2+}/Pb)} = -0.13V$$

$$E^\circ_{(Cu^{2+}/Cu)} = +0.34V$$

حل: با توجه به  $E^\circ$ ، نقره کاتد و سرب آند است.

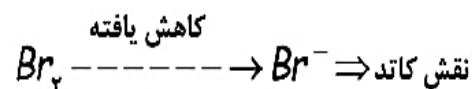
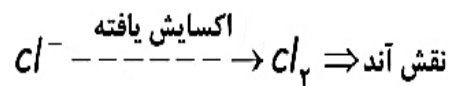
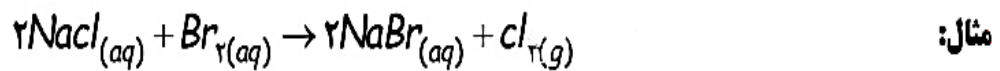
$$E^\circ \text{ پیل} = -0.13 - 0.34 = -0.47V$$

۶- پیش بینی انجام پذیر یا انجام ناپذیر بودن یک واکنش:

در یک واکنش اکسایش-کاهش، یک گونه کاهش یافته و گونه دیگر اکسایش می یابد.



انجام پذیر  $E^\circ > 0$  واکنش  
 $E^\circ$  واکنش =  $E^\circ$  گونه اکسایش یافته -  $E^\circ$  گونه کاهش یافته  $\Rightarrow$   
 انجام پذیر  $E^\circ < 0$  واکنش  
 واکنشی که در جهت رفع انجام ناپذیر است، در جهت برگشت انجام پذیر است.

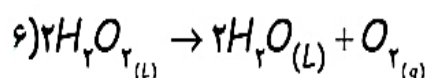
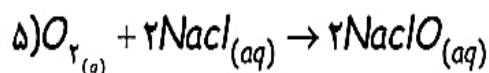
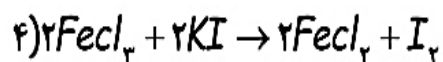
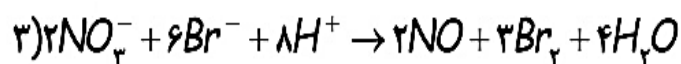
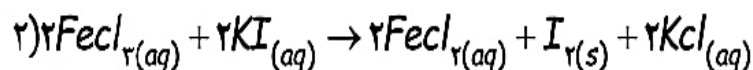
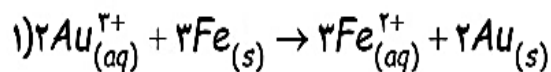


$$E^\circ_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} = +1/358\text{V}, \quad E^\circ_{\text{Br}_2/\text{Br}^-} = +1/087\text{V}$$

$$E^\circ \text{ واکنش} = E^\circ_{\text{Br}_2} - E^\circ_{\text{Cl}_2} = (+1/087) - (+1/358) = -0/271\text{V}$$

واکنش انجام پذیر است.

انجام پذیر یا انجام ناپذیر بودن واکنش های زیر را تعیین کنید.

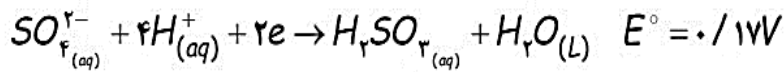


با استفاده از جدول پتانسیل های کاهش به پرسشهای زیر پاسخ دهید.

۱- آیا  $\text{Mg(s)}$  در محلول آبی جانشین  $\text{Sn}_{(aq)}^{2+}$  می شود؟

۲- آیا فلز سرب در محلول  $\text{HCl}$  یک مولار حل می شود؟

۳- آیا یون سولفات می تواند یون  $Fe^{2+}$  را در محیط اسیدی به یون  $Fe^{3+}$  تبدیل کند؟



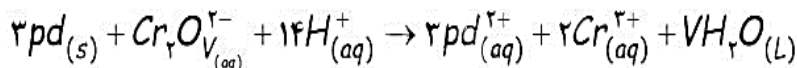
Zn با HCl یک مولار واکنش می دهد و هیدروژن آزاد می کند. مس با HCl یک مولار واکنش نمی دهد. اما اگر تیغه ای

از مس را به تیغه ای از فلز روی بوسیک، یک سیم فلزی وصل کنیم و آن دو را در HCl یک مولار فرو ببریم حباب های

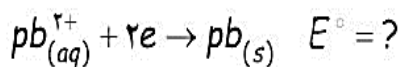
هیدروژن در اطراف مس ظاهر می شود.

آیا مس با HCl واکنش داده است؟ علت را توضیح دهید.

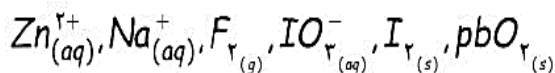
پتانسیل واکنش زیر برابر  $+0.34 / +0$  ولت است.



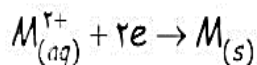
مقدار پتانسیل استاندارد کاهش نیم واکنش زیر چند ولت است؟



گونه های زیر را به ترتیب قدرت اکسندگی، مرتب نمایید.



با استفاده از داده های زیر مقدار پتانسیل استاندارد نیم واکنش زیر در چه حدودی است؟



در صورتی که:

الف) فلز M در محلول نیتریک اسید حل شده ولی در محلول HCl حل نشود. فلز M نقره را از نمک محلول آن آزاد کرده

ولی توانایی آزاد کردن یون های مس را ندارد.

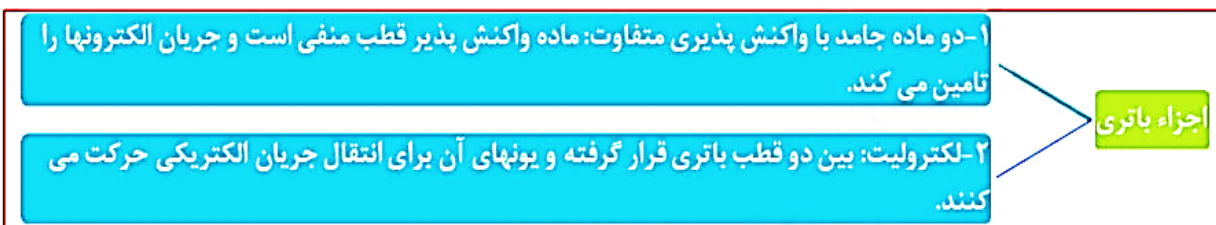
۴- آیا عبور دادن گاز کلر از محلول یدید، ید آزاد می شود؟

ب) فلز M در محلول HCl حل شده و هیدروژن آزاد می کند ولی توانایی آزاد کردن Fe, Zn را از

نمک های روی و آهن (II) ندارد.

## الکتروشیمی در جهت ذخیره انرژی:

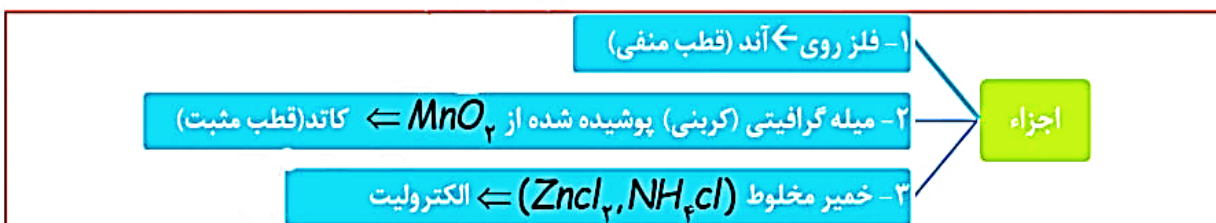
باتری‌ها، پیل‌های الکتروشیمیایی هستند که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند.



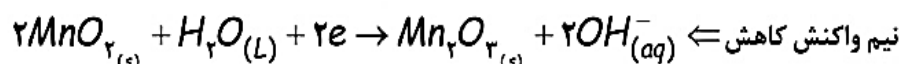
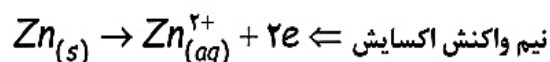
## انواع باتری:

۱- باتری قلمی (باتری خشک):

کاربرد: انواع لوازم الکتریکی مانند رادیو، چراغ قوه و ...

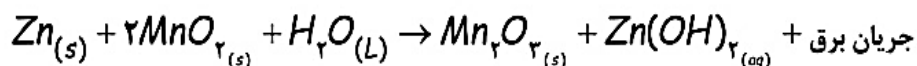


## ولتاژ در باتری‌های قلمی:



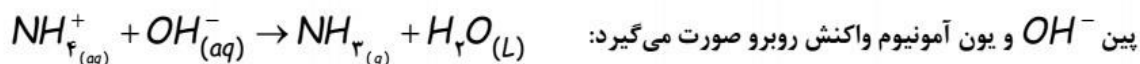
$$E_{(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})}^{\circ} = -0.76\text{V} \quad E_{(\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}^{3+})}^{\circ} =$$

واکنش کلی:



\*ولتاژ در باتری خشک حدود ۱/۵V است که پس از مصرف طولانی این ولتاژ کاهش می‌یابد.

بیشتر بدانید:



با جمع شدن لایه‌ای از مولکول‌های گازی  $NH_3$  در اطراف کاتد جریان الکتریکی متوقف می‌شود ولی بوسیله

واکنش  $Zn^{2+}$  با  $NH_3$  و تشکیل ترکیب  $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$  از وقوع چنین پدیده‌ای جلوگیری می‌شود.

باتری‌های قلمی را باتری‌های آلکالین (*alkaline battery*) گویند زیرا در واکنش‌های آنها یون ( $OH^-$ )

هیدروکسید بوجود می‌آید که عامل بازی است.

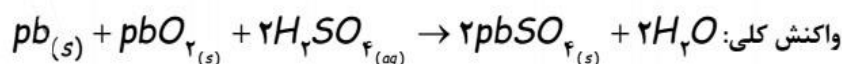
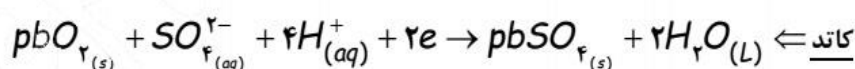
باتری‌های قلمی قابل شارژ نیستند و با تمام شدن واکنش دهنده‌های موجود در آنها غیر فعال می‌شوند.

۲- باتری ماشین (باتری سربی):



به این نوع باتری، باتری سرب-اسیدی هم گفته می‌شود.

واکنش‌های باتری سربی:



پتانسیل پیل حدود ۲V است.  $E^\circ = 2V$  پیل

در باتری خودرو چندین پیل سرب-اسید متصل به هم ساخته می‌شوند تا ولتاژ کافی برای استارت زدن خودرو فراهم آید

(۶ پیل گالوانی متصل به هم).

بعد از مدتی از کارکرد باتری-سرب اسید صفحات آن بوسیله سرب (II) سولفات ( $pbSO_4$ ) پوشانده می‌شوند که

باعث کاهش ولتاژ باتری می‌شود.

با اضافه کردن آب و رقیق کردن الکترولیت، سرب سولفات از روی صفحه‌های باتری برداشته می‌شود.



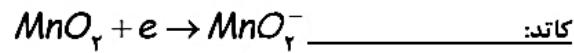
\*باتری سرب-اسید قابل شارژ است و با استفاده از منبع الکتریکی خارجی الکترونها را در چه جهتی مخالف جهت اولیه جاری می‌کنیم. واکنش کل معکوس واکنش بالاست.

۳- باتری دکمه‌ای:

کاربرد: ساعت مچی، برخی اسباب بازی‌ها و ...



واکنش‌ها:



بیشتر بدانید:

الکترولیت: نمک لیتیم پرکلرات حل شده در مخلوطی از پروپیلن کربنات و دی متوکسی اتان

۴- باتری لیتیم-یون:

باتری قابل شارژ مداوم و عمدتاً در لوازم الکتریکی از قبیل تلفن همراه استفاده می‌شود.



طرز کار:

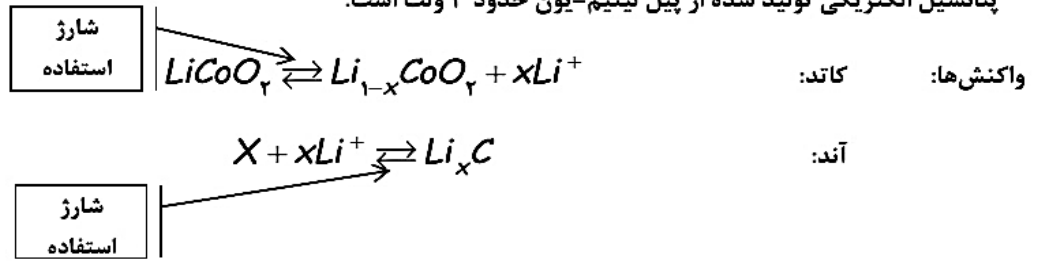
هنگام شارژ ← گرافیت (قطب منفی) دارای بار منفی شده ← یونهای لیتیم ( $Li^+$ ) از سمت (قطب مثبت)، جذب گرافیت می‌شوند.

هنگام استفاده ← یونهای لیتیم روی گرافیت به سمت الکتروود  $LiCoO_2$  حرکت می‌کنند و الکتروود در مدار خارجی جریان یافته و برق تولید می‌شود.

برای عضویت در بزرگترین کانال یازدهم و دوازدهم روی اینجا بزنید

[HTTPS://T.ME/YAZDAHOMIYY](https://t.me/yaздаhomiyy)

پتانسیل الکتریکی تولید شده از پیل لیتیم-یون حدود ۳ ولت است.



### پیل سوختگی:

منبع عمده انرژی در جهان امروزی سوخت های فسیلی است.

تبدیل انرژی سوختی سوخت‌های فسیلی به انرژی الکتریکی بازده کمی دارد حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد و اغلب انرژی به صورت گرما هدر می‌رود.

در پیل‌های گالوانی بازده تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی بالا است (حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد)

پیل سوختگی: یک پیل گالوانی است که در آن واکنشگرها (اکسنده و کاهنده) به طور مداوم به درون پیل در حال جریان می‌باشد و با جریان آنها الکتریسیته به طور مداوم تولید می‌شود.

ماده اولیه پیل سوختگی: سوخت‌های متداول متان ( $CH_4$ ) یا هیدروژن ( $H_2$ ) است.

کاربرد: منبع تولید برق در سفینه‌های فضایی و تامین نیروی محرکه در خودروها.

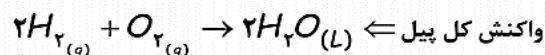
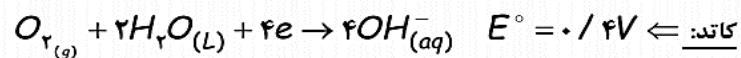
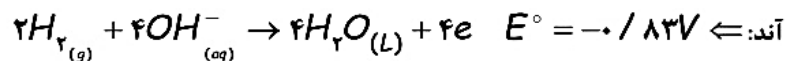
**مثال:** پیل سوختگی هیدروژن به اکسیژن در محیط قلیایی (بازی).



هم از کاتد و هم از آند آب خارج می‌شود.

غشاء مبادله کننده پروتون ( $H^+$ ) است.

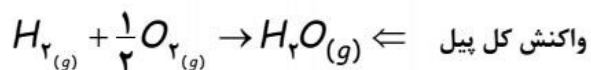
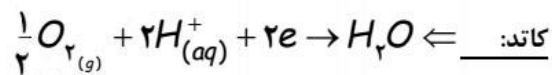
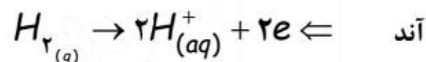
واکنش‌ها:



گاز  $H_2$  به  $H_2O$  اکسایش می‌یابد.  
 گاز  $O_2$  به  $OH^-$  کاهش می‌یابد.  
 واکنش کل تبدیل  $H_2, O_2$  به  $H_2O$  است.

تا وقتی سوخت ( $H_2$ ) وارد پیل سوختی می‌شود فعالیت آن ادامه دارد و با قطع ورود سوخت، فعالیت آن قطع می‌شود. واکنش پیل سوختی با واکنش سوختن هیدروژن مشابه است با این تفاوت که الکترون بین هیدروژن و اکسیژن به طور مستقیم مبادله نمی‌شود. بلکه در یک مدار جریان می‌یابد و می‌توان از آن استفاده کرد.

واکنش‌های پیل سوختی با الکترولیت اسیدی مانند  $H_3PO_4$



#### \* نکات پیل‌های سوختی:

- ۱- پیل‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند.
- ۲- برای تولید برق در پیل سوختی، باید واکنشگرها پیوسته وارد پیل شده و فرآورده‌ها خارج شوند.
- ۳- عملکرد پیل سوختی شبیه موتور احتراق درونی (موتور خودروها) است.
- ۴- در پیل سوختی هیدروژن قلبیایی خروجی پیل سوختی بخار آب است.
- ۵- بازده پیل‌های سوختی از بازده موتورهای احتراق درونی بیشتر است.
- ۶- آلودگی محیط زیست، آلودگی صوتی، اشتغال گرما و ... در پیل سوختی کمتر است.
- ۷- پیل سوختی با توجه به هزینه کم و بازدهی بالا به پیشرفت پایدار از کمک می‌کند.

\*بیشتر بدانید:

پیل های سوختی با سوخت متان و متانول هم وجود دارد.

اقتصاد بر الکتروشیمی:



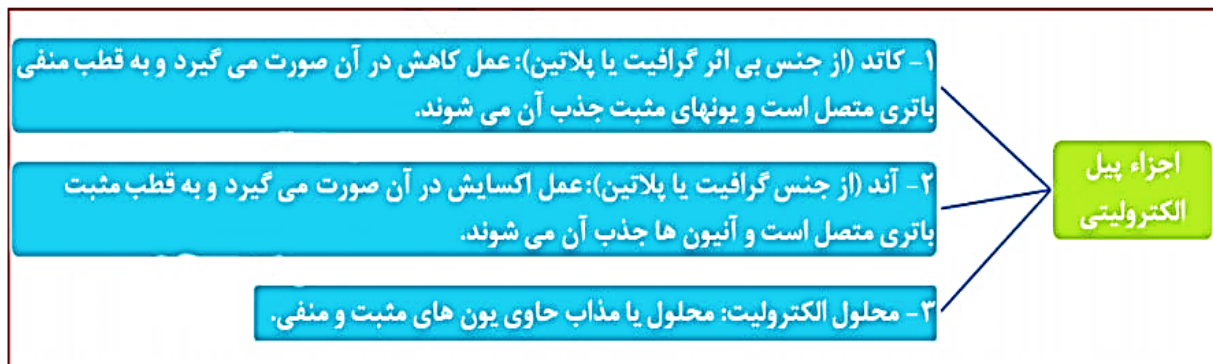
### الکترولیز و پیل الکترولیتی:

پیل الکترولیتی: نوع دیگری از پیل الکتروشیمیایی است که در آن با مصرف برق یک واکنش غیر خود بخودی انجام می-پذیرد (انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود).

الکترولیز (برقکافت): واکنش تجزیه ای که در اثر عبور جریان الکتریکی صورت می گیرد.

با مصرف جریان برق یک تغییر شیمیایی ایجاد می شود.

برقکافت نمونه ای از کاربرد پیل های الکترولیتی است.

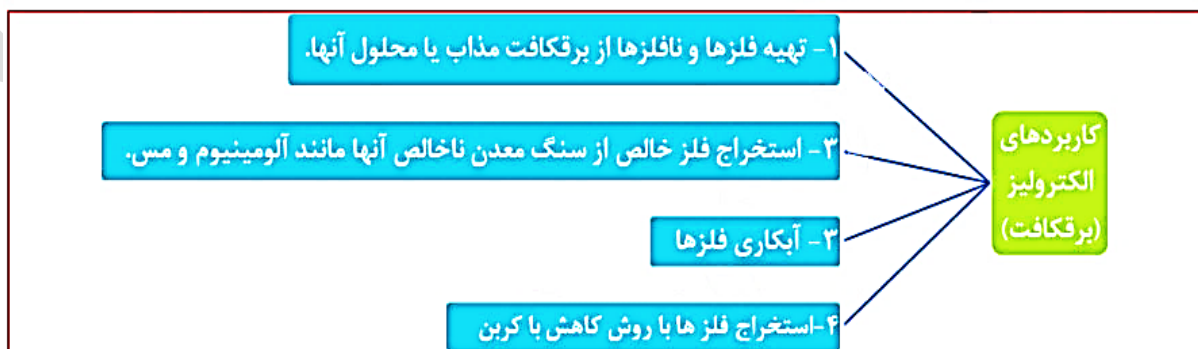


### شبهات و تفاوت های پیل گالوانی و پیل الکترولیتی

پیل الکترولیتی	پیل گالوانی
۱- از یک پیل واحد تشکیل شده است.	۱- از دو نیم پیل جدا از هم (مستقل) تشکیل شده است.
۲- در آن انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.	۲- در آن انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

۳- واکنش‌های اکسایش-کاهش در آن غیر خود بخودی هستند و با کمک جریان برق (باتری) انجام می‌شود و انرژی مصرف می‌کند.	۳- واکنش‌های اکسایش-کاهش در آن خود بخودی انجام می‌شوند و انرژی تولید می‌کند.
۴- کاتد قطب مثبت و آند قطب منفی است.	۴- کاتد قطب مثبت و آند قطب منفی است.
۵- فاقد غشاء متخلخل است.	۵- دارای غشاء متخلخل بین نیم پیل‌ها است.
۶- در کاتد کاهش و در آن اکسایش صورت می‌گیرد.	۶- در کاتد کاهش و در آن اکسایش صورت می‌گیرد.
۷- سطح انرژی فرآورده‌ها از واکنش دهنده‌ها بالاتر است.	۷- سطح انرژی فرآورده‌ها از واکنش دهنده‌ها پایین‌تر است.

چند مثال از الکترولیز (برقکافت):

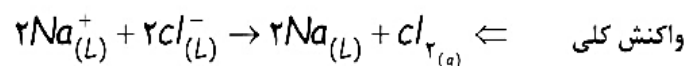
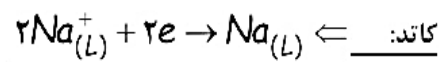
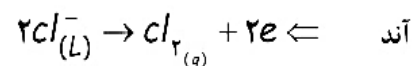


بسیاری از فلز های فعال (واکنش پذیری بالا) و مورد نیاز انسان از قبیل لیتیم، سدیم، پتاسیم، منیزیم و آلومینیوم را از برقکافت نمک مذاب آنها می‌توان تولید کرد.

۱- برقکافت مواد یونی در حالت مذاب:

اگر یک ترکیب یونی در حالت مذاب برقکافت شود، آنیون آن در آند اکسایش یافته و کاتیون آن در کاتد کاهش می‌یابد.

مثال: برقکافت سدیم کلرید مذاب:

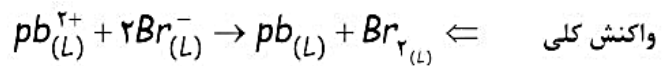
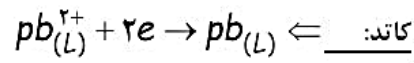
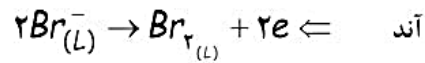


در آند: یون  $Cl^-$  به گاز کلر تبدیل می‌شود.

در کاتد: یون  $Na^+$  به فلز سدیم تبدیل می‌شود.

مثال: برقکافت نمک مذاب سرب (II) برمید

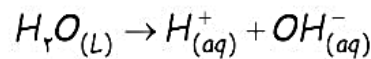




در کاتد فلز سرب و در آند نافلز بوجود می‌آید.

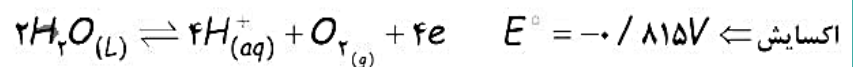
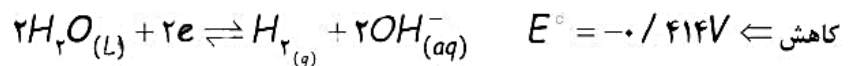
۲- برقکافت مواد یونی در حالت محلول در آب:

در آب خالص اندکی و یونهای  $H^+$  و  $OH^-$  وجود دارد.



$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} M (mol.L^{-1})$$

واکنش‌های کاهش آب و اکسایش آب به صورت زیر هستند:

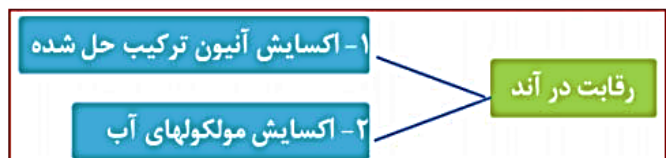


**نکته مهم:**

انرژی لازم برای پیشبرد واکنش الکترودی، رابطه مستقیم با ولتاژ منفی آن واکنش دارد.

واکنشی که به کمترین انرژی نیاز دارد، کمترین ولتاژ منفی را دارد (ولتاژ آن از همه مثبت‌تر است).

وقتی برقکافت یک ماده در حالت محلول رخ می‌دهد در کاتد و آند رقابت برای کاهش و اکسایش وجود دارد.

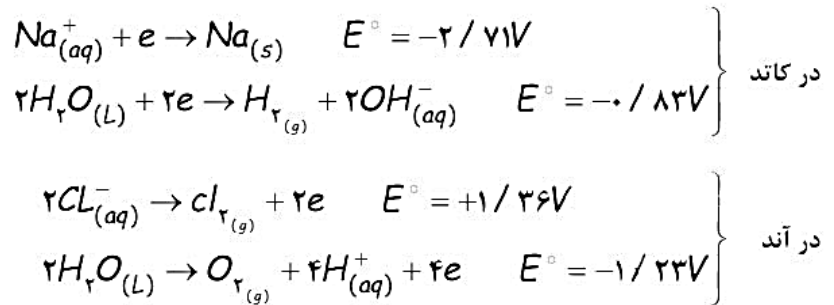


**نکته کاربردی:**

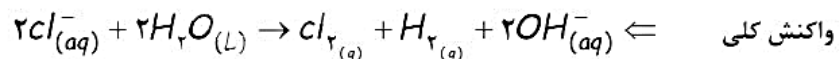
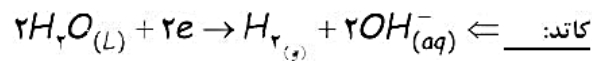
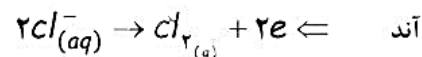
در رقابت گونه‌ای در کاتد، کاهش و در آند، اکسایش می‌باید که کمترین  $E^\circ$  منفی ( $E^\circ$  مثبت‌تر) را دارد.

( نیم واکنش های اکسایش و کاهش را انتخاب می کنیم که به پتانسیل کمتری نیاز دارد).

مثال: برقکافت محلول آبی سدیم کلرید:



در کاتد آب  $E^\circ$  مثبت تر و در آند کلر  $E^\circ$  مثبت تر را دارد. سپس در کاتد آب کاهش یافته و در آند کلر اکسایش می یابد.  
نیم واکنش ها و واکنش کل:



$$E^\circ \text{ پیل} = E^\circ \text{ کاتد} - E^\circ \text{ آند} = 0 / 83 - (+1 / 36) = -2 / 19V$$

حداقل پتانسیم لازم برای برقکافت محلول سدیم کلرید ۲/۱۹ ولت است.

نکته: محلول به جا مانده شامل یونهای  $Na^+$  و  $OH^-$  است که محلول بازی سدیم هیدروکسید ( $NaOH$ ) است که

به لحاظ صنعتی ماده مهمی است.

هم الکترولیز  $NaCl$  مذاب و هم الکترولیز سدیم کلرید محلول، جنبه تجارتي و اقتصادی دارد.

مثال: برقکافت محلول مس ( $II$ ) سولفات



۱- اکسایش آب:  $E^\circ = +0.827$

۲- اکسایش آنیون:  $SO_4^{2-} E^\circ = 0.1587$

آند

در کاتد، یونهای مس (II) کاهش می‌یابند و در آند آب اکسایش می‌یابد.

نکته: سولفات ( $SO_4^{2-}$ ) نمی‌توانند اکسید شود.

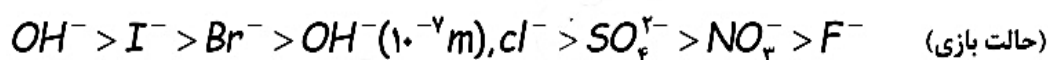
خلاصه:

در کاتد: گونه دارای  $E^\circ$  بیشتر (غیر فعال‌تر) کاهش یافته و عنصر فعالتر از لحاظ اکسایش باقی می‌ماند.

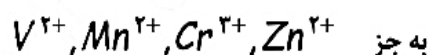
در آند: آنیونی که دارای پتانسیل استاندارد کمتری باشد اکسایش می‌یابد.

تشخیص سریع گونه پیروز در رقابت برای برقکافت:

۱- رقابت آنیون‌ها برای اکسایش در آند:



۲- یون‌های فلزهای واسطه در رقابت با آب برای کاهش در کاتد پیروز هستند.



۳- کاتیون‌های فلزهای اصلی برای کاهش در کاتد در رقابت با آب مغلوب می‌شوند (شکست می‌خورند).

نکته: اگر یون کلرید غلیظ باشد در رقابت با آب برای افزایش پیروز می‌شود ولی اگر محلول رقیق باشد آب پیروز می‌شود.

فرآورده‌های الکترولیز هر یک از محلول‌های آبی زیر را پیشگویی کنید.

الف) لیتیم یدید	ب) مس (II) کلرید	ج) کبالت (II) فلوئورید	د) سرب نیترات
ه) لیتیم برمید	و) پتاسیم یدید	ز) HCl	ح) $H_2SO_4$

در صورتی که مخلوط دو ترکیب یونی  $MgBr_2$  و  $AlBr_3$  را به صورت مذاب در یک پیل الکترولیتی داشته باشیم.

واکنش‌های کاتدی و آندی انجام شده را در این پیل بنویسید.

نتیجه حاصل از عبور جریان الکتریسیته از محلول آبی NaOH را پیشگویی کنید. نیم واکنش اکسایش و کاهش را

نوشته و واکنش کلی پیل را بنویسید.

محلول از  $ZnBr_2, CuBr_2, HCl$  در شرایط استاندارد برقکافت می‌کنیم، واکنش‌های آندی و کاتدی انجام شده را بنویسید.

۱- با توجه به داده‌های زیر، قرار دادن کدام فلز در آند یک پیل الکتروشیمیایی با محلولهای الکتrolیت مناسب  $M$  که

قطب مثبت آن را مس تشکیل می‌دهد تمایل  $Cu^{2+}$  را به جذب الکترون بیشتر خواهد کرد؟



۲- با قرار دادن یک تیغه آلومینیومی در محلول سیر شده مس (II) سولفات که مقدار  $CuSO_4$  جامد ته آن وجود

دارد کدام تغییرات زیر صورت خواهد گرفت؟



۳- در محلول نقره نیترات میله‌ای از مس به جرم  $22/48$  گرم قرار دادیم. بعد از مدتی جرم میله برابر  $35/52g$

می‌شود. در این عمل چند گرم نقره آزاد می‌شود؟

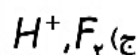
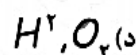
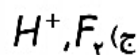
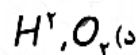
الف)  $4/32$

ب)  $2/16$

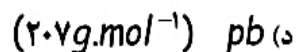
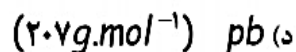
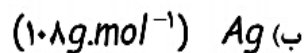
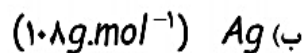
ج)  $3/04$

د)  $1/28$

۴- در برقکافت محلول رقیق پتاسیم فلوئورید در آب، کدام موارد زیر در آند تشکیل می‌شود؟



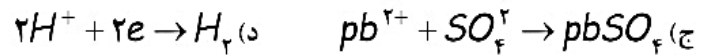
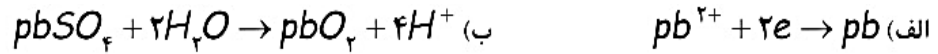
۵- در محلول آبی کات کبود، تیغه‌ای از کدام فلز وارد کنیم تا تیغه کاهش وزن پیدا کند؟ ( $Cu = 64g.mol^{-1}$ )



۶- با توجه به سری الکتروشیمیایی، در یک واکنش شیمیایی می‌توان پیش بینی کرد که:

۱- قلع جانشین مس در نمک‌های مس می‌گردد. (ب) طلا آسان‌تر از آن آلومینیوم اکسید می‌شود.

ج) مس جانشین هیدروژن در اسیدها می‌شود. (د) هیدروژن با پتانسیل صفر بی اثر است.



۸- کدام مفهوم زیر در مورد آند کلیه پیل‌های الکتروشیمیایی همواره درست است؟

- (الف) کاتیون‌ها به سمت آن می‌روند و اکسید می‌شوند. (ب) کاتیون‌ها به سمت آن می‌روند و کاهش می‌یابند.  
 (ج) آنیون‌ها به سمت آن می‌روند و اکسید می‌شوند. (د) آنیون‌ها به سمت آن می‌روند و کاهش می‌یابند.

۹- کدام عمل زیر در مورد الکترولیز محلول  $KF$  در آب درست است؟

- (الف) در آند  $H_2$  آزاد می‌شود. (ب) در کاتد  $F_2$  آزاد می‌شود.  
 (ج) یونهای  $K^+$  در قطب منفی کاهش می‌یابند. (د) یونهای  $OH^-$  در قطب مثبت اکسید می‌شوند.

۱۰- کدام پدیده زیر در مورد الکترولیز محلول مس ( $II$ ) سولفات درست است؟

- (الف) در کاتد یونهای  $Cu^{2+}$  اکسید می‌شوند.  
 (ب) در کاتد یونهای  $SO_4^{2-}$  کاهش می‌یابند.  
 (ج) در آند یونهای  $OH^-$  الکترون از دست داده و اکسیژن آزاد می‌کنند.  
 (د) در آند یونهای  $SO_4^{2-}$  الکترون از دست داده و اکسیژن آزاد می‌کنند.  
 خالص سازی فلزها با استفاده از برقکافت (الکترولیز):



یونهای فلزی از آند و از محلول جدا شده و روی کاتد، کاهش یافته و رسوب می‌کنند.

با گذشت زمان جرم آن کاهش یافته و جرم کاتد افزایش می‌یابد.

مثال خالص سازی مس با استفاده از برقکافت

دو قطب مثبت مس‌ها الکترون از دست می‌دهند و به یونهای مس اکسید می‌شوند.

در قطب منفی یونهای مس با گرفتن الکترون به فلز مس کاهش می‌یابند و جرم تیغه افزایش می‌یابد.



در آند برفی ناخالصی‌های فلزی مانند طلا و نقره و نیم اکسید نمی‌شوند و به همان صورت از تیغه جدا می‌شوند و به صورت (لجن آندی) ته‌نشین می‌شوند.

الکترولیت مس (II) سولفات همراه با کمی سولفوریک اسید است.

### < آّبکاری فلزها:

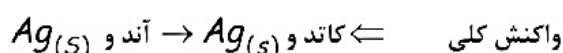
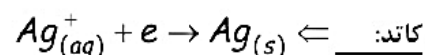
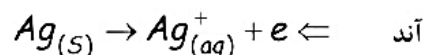
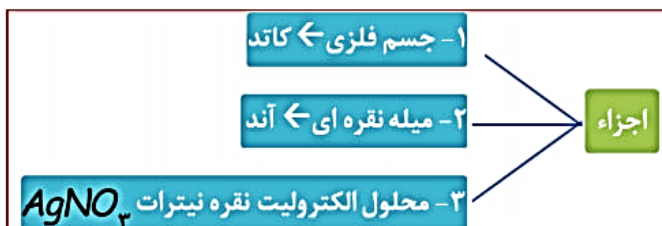
پوشاندن یک فلز با لایه نازکی از فلز دیگر با کمک پیل الکترولیتی.



با اتصال به باتری، اتم‌های فلز پوشش‌دهنده در آند اکسایش یافته و به صورت یون مثبت وارد محلول الکترولیت می‌شوند و از با جریان یافتن به طرف کاتد، بر روی فلز مورد نظر در کاتد، کاهش یافته و رسوب می‌کنند و سطح آن را می‌پوشانند.

در فرآیند آّبکاری، نیم واکنش‌های در آند و کاتد مربوط به اکسایش و کاهش یک ماده (فلز) هستند.

**مثال:** آّبکاری وسایل آشپزخانه و یا تزئینی با فلز نقره:



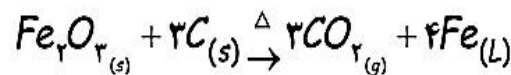
مهندسی الکتروشیمی:

مطالعه و بررسی سه حوزه انرژی، خوردگی و آّبکاری

۴- استخراج فلزها با روش «کاهش با کربن»:



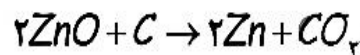
مثال: استخراج آهن از سنگ معدن آن (هماتیت).



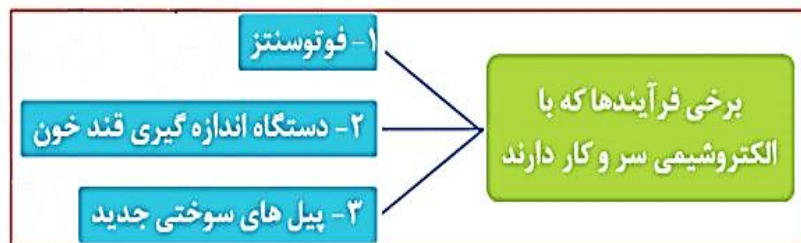
\* عدد اکسایش کربن از صفر به +۴ رسیده است و اکسایش یافته است (۲ کاهشدهنده است).

\* عدد اکسایش آهن از ۳ به صفر رسیده است (کاهش یافته است) اکسندده است.

استخراج روی:



\* می توان روی را با برقکافت، خالص سازی کرد.



الکتروشیمی در خدمت بهبود خواص مواد:



برای عضویت در بزرگترین کانال یازدهم و دوازدهم روی اینجا بزنید

[HTTPS://T.ME/YAZDAHOMIYY](https://t.me/yaздаhomiyy)

خوردگی: تر شدن، خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر یک واکنش اکسایش-کاهش



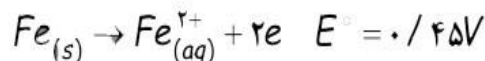
**مثال:** زنگ زدن آهن:

زنگ زدن آهن در حضور رطوبت (آب) بک واکنش الکتروشیمیایی است.

سطح آهن و یک قطره آب یک پیل گالوانی تشکیل می دهد. قسمت های مختلف سطح به عنوان آند و کاتد و قطره آب

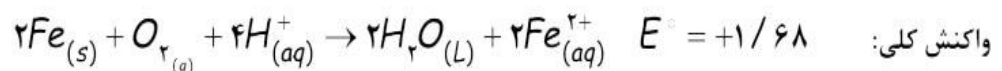
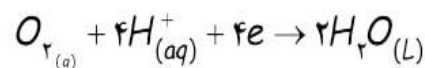
(محللول آبی) الکتروولیت است.

بخشی از سطح فلز که به عنوان آند عمل می کند:

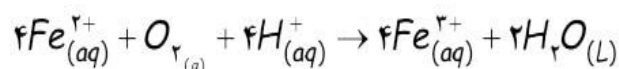


بخشی از فلز به عنوان کاتد عمل می کند (الکترونها از طریق مدار درونی (رسانای الکترونی) از ناحیه کاتدی به ناحیه

آندی انتقال می یابند و در کاتد اکسیژن به آب کاهش می یابد.

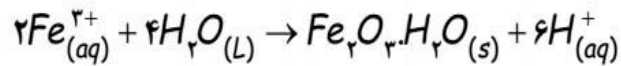


یونهای  $Fe^{2+}$  از حفره (ناحیه آندی) جدا شده و در تماس با  $O_2$  هوا به  $Fe^{3+}$  اکسید می شوند.

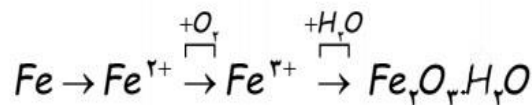


یونها از طریق مدار بیرونی (رسانه های یونی) در قطره آب انتقال می یابند و مدار را کامل می کنند.

یونهای  $Fe^{3+}$  در تماس با آب به اکسید آهن آب پوشیده نامحلول در آب تبدیل می‌شوند که زنگ آهن با رنگ قرمز - قهوه‌ای است.



**نکته:**  $H^+$  (پروتون) مورد نیاز خوردگی آهن با حل شدن گاز  $CO_2$  در آب تشکیل کربنیک اسید ( $H_2CO_3$ ) تامین می‌شود و خوردگی در محیط اسیدی رخ می‌دهد.



عوامل موثر بر خوردگی (زنگ زدن آهن):

الف) اکسیژن      ب) آب      ج) ناخالصی‌ها      د) pH محیط

راههای جلوگیری از زنگ زدن آهن:

الف) پوشاندن سطح آهن برای جلوگیری از رسیدن اکسیژن و رطوبت:

راهکار:

۱) رنگ آمیزی      ۲) قیر پاشی      ۳) روغن کاری با گریس یا روغن      ۴) پوشاندن بوسیله یک فلز مناسب

**نکته:** برخی فلش‌ها مانند آلومینیوم ( $Al$ )، کروم ( $Cr$ )، نیکل ( $Ni$ ) بر اثر اکسایش، فرآورده‌های تولید می‌کنند (مانند

آلومینیوم اکسید ( $Al_2O_3$ ) که به عنوان یک پوشش چسبنده و محافظ عمل می‌کنند.

این فلزها را معمولاً با روش برقکافت (الکترولیز روی آهن می‌نشانند).

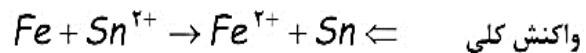
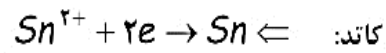
**حلبی:** ورقه آهنی است که آن را با قلع پوشانده اند.

حلبی اغلب برای پوشش آهن ظروف مواد غذایی به کار می‌رود.

$$E^{\circ}_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14V \quad \text{و} \quad E^{\circ}_{Fe^{2+}/Fe} = -0.44V$$

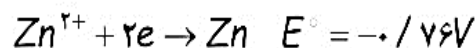
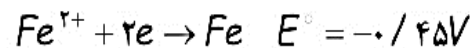
$E^{\circ}$  آهن از قلع کمتر است بدین معنی که تمایل به اکسایش آن بیشتر از قلع است بنابراین در صورت خراش یافتن حلبی،

آهن آن زنگ می‌زند.



آهن گالوانیزه (آهن سفید):

آهنی که با یک لایه نازک از روی پوشیده شده است.



$E^\circ$  کاهش روی کمتر است بنابراین تمایل به کاهش کمتر (تمایل به اکسایش بیشتر) دارد.

روی آند و آهن کاتد می شود. بنابراین در صورتی که سطح آهن سفید خراش بردارد اتم‌های روی اکسایش می یابند و

آهن سالم می ماند.

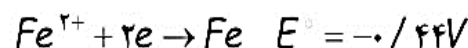
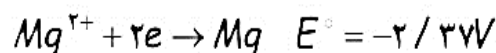
حفاظت کاتدی (Cathodic Protection):

روشی که در آن با اتصال فلز به فلز دیگری که راحت تر اکسایش می یابد ( $E^\circ$  کمتر)، از خوردگی جلوگیری به عمل

می آورند.

در حفاظت کاتدی نیازی به پوشش کامل سطح فلز نیست و فقط اتصال الکتریکی (اتصال با سیم) به فلز هم کافی است.

مثال: اتصال فلز  $Mg$  یا  $Zn$  به آهن در لوله های نفت

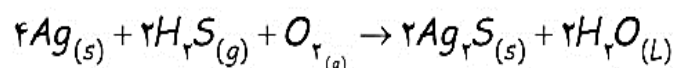


$Mg$  (منیزیم) نقش آند و آهن نقش کاتد را دارد و منیزیم فدای آهن می شود.

کدر و سیاه شدن نقره (خوردگی نقره):

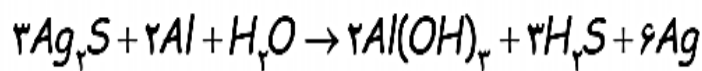
سیاه شدن سطح نقره نوعی خوردگی است.

نقره در واکنش با گاز هیدروژن سولفید ( $H_2S$ ) موجود در هوا طبق واکنش زیر نقره سولفید تشکیل می دهد.





نقره سولفید را می‌توان با واکنش (اکسایش-کاهش) با آلومینیوم ( $E^\circ$  کاهش کمتر از نقره) از بین برد.



برای جلوگیری از تبدیل آلومینیوم هیدروکسید به آلومینیوم اکسید و رسوب آن روی نقره از سدیم هیدروژن کربنات

می‌توان استفاده کرد.

در پناه خداوند موفق و پیروز باشید

مدرس تخصصی شیمی گنکور: رامان اصلانی

شماره تماس: ۳۴۱۴-۶۳۳-۰۹۱۸

برای عضویت در بزرگترین کانال یازدهم و دوازدهم روی اینجا بزنید

[HTTPS://T.ME/YAZDAHOMIY](https://t.me/yazdahomiy)

جزوه های بیشتر (کلیک کنید) :

گام به گام دوازدهم | | جزوه آموزشی دوازدهم | | نمونه سوالات درسی

جهت دانلود جدید ترین مطالب بر روی پایه خود روی لینک های زیر کلیک کنید.



## ابتدایی

اول ✓ دوم ✓ سوم ✓ چهارم ✓ پنجم ✓ ششم ✓

## متوسطه اول

هفتم ✓ هشتم ✓ نهم ✓

## متوسطه دوم

دهم ✓ یازدهم ✓ دوازدهم ✓