

جزوہ کنکور کی

کنکور ۹۷



شیمی

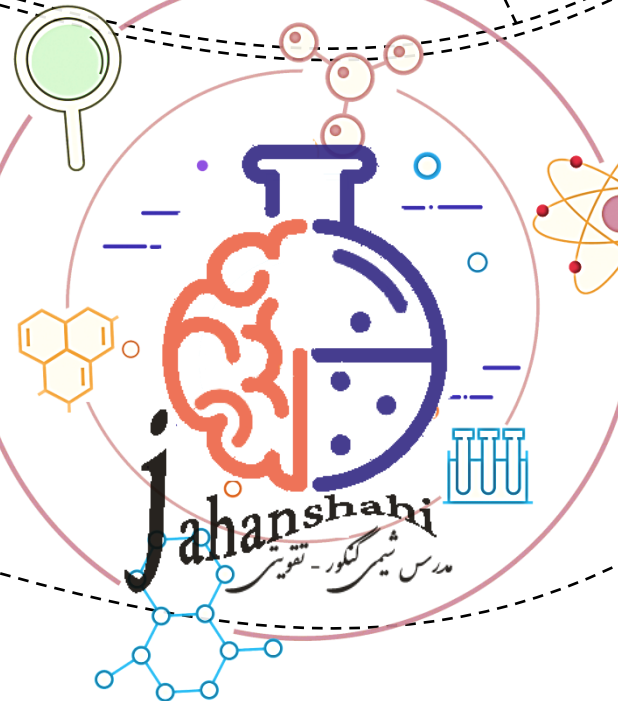
CHAPTER 4

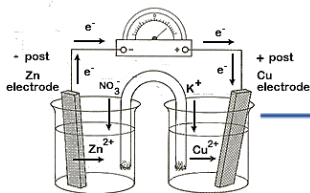
الکتر و شیمی...

سایت کنکور



طعمہ با شیمی  
شیرین





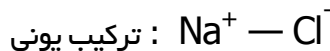
## مقدمه...

امروزه بخش عمده‌ی انرژی الکتریکی از انجام واکنش‌های شیمیایی که با داد و ستد الکترون همراهند، تامین می‌شود. تا چند سال پیش همه تصور می‌کردند که اولین بار دو دانشمند ایتالیایی به نام‌های **الکساندر ولتا** و **لوئیجی گالوانی**، باتری را اختراع کردند... در واقع این دو دانشمند برای ساختن باتری، از همان فلزهایی استفاده کردند که ایرانیان باستان حدود ۲۰۰۰ سال پیش برای ساختن باتری به کار برده بودند. شواهد و مدارک نشان می‌دهد که نخستین بار ایرانیان باستان با استفاده از ظرف‌های سفالی، قطعه‌هایی از فلزهای آهن و مس همراه با محلول نمک خوراکی یا سرکه، دستگاهی برای تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی ساخته بودند.

در قسمت‌های مختلف این بخش به طور مکرر با عدد اکسایش و مفهوم آن برخورد خواهیم کرد... پس بهتر است ابتدا مفهوم عدد اکسایش و نحوه تعیین آن را مورد بررسی قرار دهیم.



**مفهوم عدد اکسایش:** به بار الکتریکی ظاهری نسبت داده شده به هر اتم، با فرض یونی بودن پیوندها، عدد اکسایش آن اتم می‌گویند. برای ترکیبات کووالانسی که بر خلاف ترکیبات یونی، انتقال الکترون به طور کامل انجام نمی‌شود و باری که روی اتم‌ها قرار می‌گیرد بار جزئی است، برای همین پیوند بین اتم‌های این ترکیبات را یونی فرض کرده و بار روی اتم‌ها را کامل در نظر می‌گیریم:



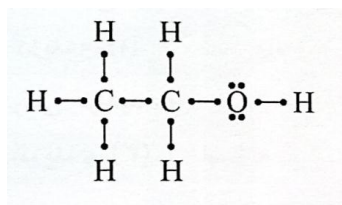
**تعیین عدد اکسایش به کمک ساختار الکترون - نقطه‌ای:** (برای ترکیبات آلی بیش از یک اتم کربن، کاربرد بیشتری دارد.)

ابتدا ساختار الکترون - نقطه ای مولکول را رسم می‌کنیم، و با فرض یونی بودن پیوندها داریم؛

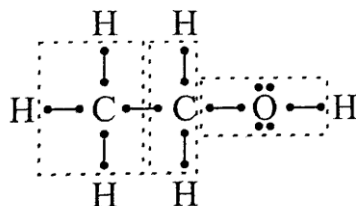
- ۱) اگر دو اتم متصل به هم یکسان باشند با توجه به الکترونگاتیوی برابر آنها، الکترون‌های پیوندی را به طور مساوی بین آنها تقسیم می‌کنیم (از هر جفت الکترون پیوندی، یک الکترون به هر اتم نسبت داده می‌شود)
  - ۲) الکترون‌های پیوندی موجود میان دو اتم متفاوت، همگی به اتم الکترونگاتیوتر تعلق می‌گیرد.
  - ۳) همه الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت می‌دهیم.
- و در آخر خواهیم داشت:

**تعداد الکترون‌های ظرفیتی نسبت داده شده به اتم مورد نظر - تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت = عدد اکسایش اتم**

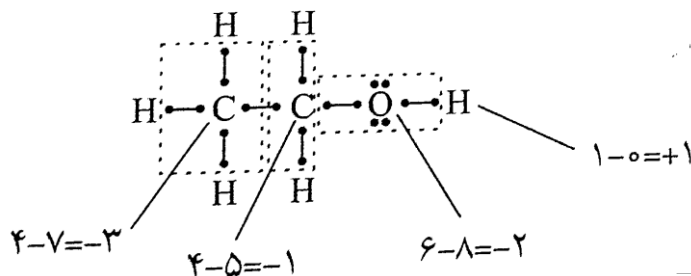
مرحله ①

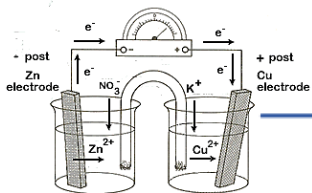


مرحله ②

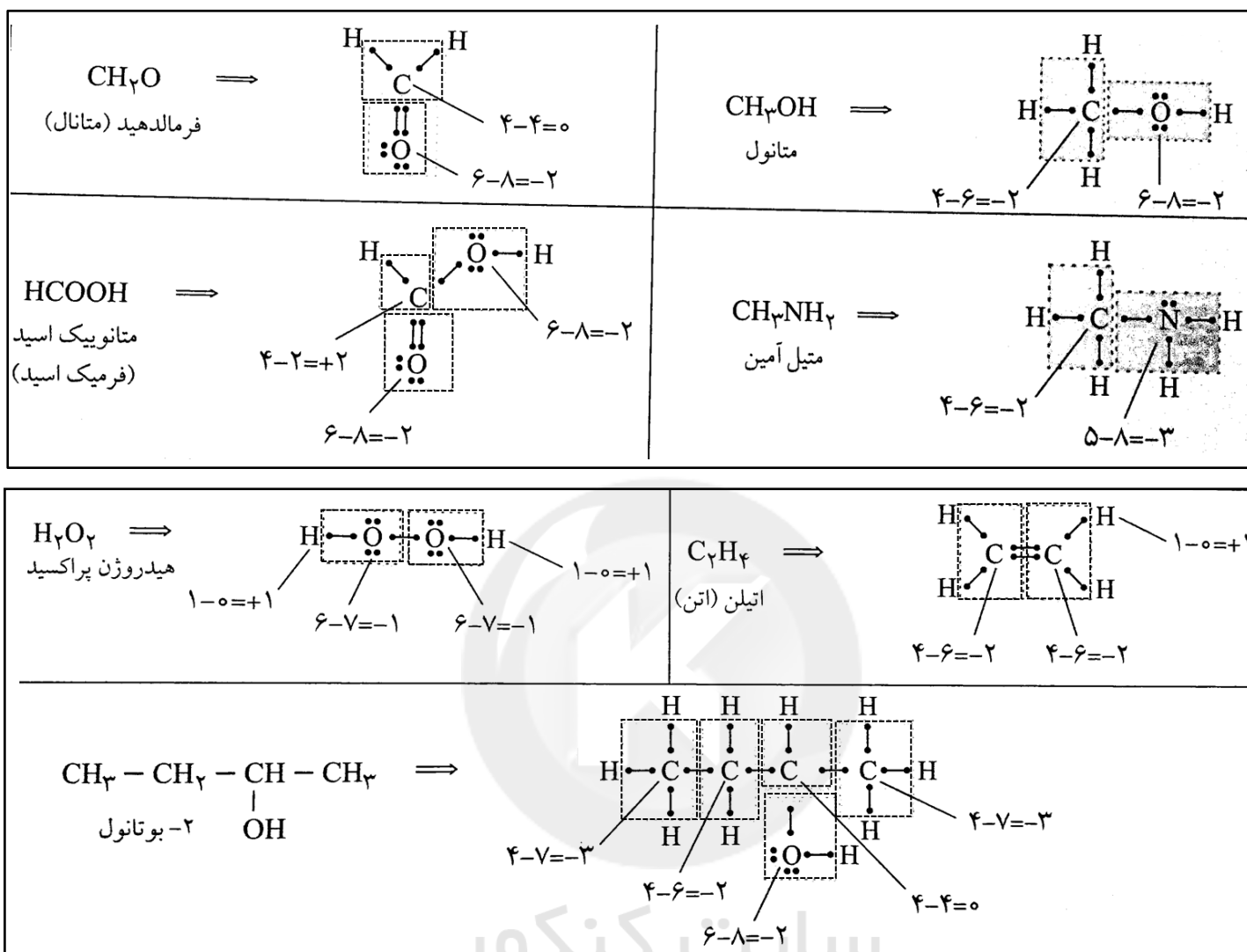


مرحله ③





## چند نمونه...



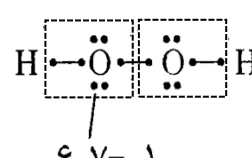
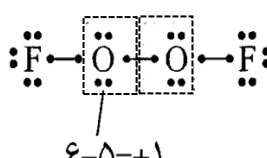
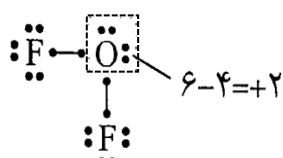
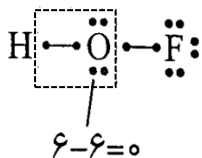
تعیین عدد اکسایش بدون رسم ساختار الکترون - نقطه‌ای: (برای ترکیبات معدنی، کاربرد بیشتری دارد).

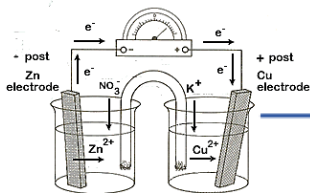
He, N<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, S<sub>8</sub>

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

۲) عدد اکسایش فلوئور در ترکیب با سایر عناصر همواره برابر -۱ است. (البته عدد اکسایش صفر در حالت آزاد برای فلوئور (F<sub>2</sub>) مشاهده می‌شود، نه در حالت ترکیب)

۳) عدد اکسایش اکسیژن معمولاً برابر -۲ است. (اغلب گستره عدد اکسایش اکسیژن بین +۲ تا -۲ می‌باشد)  
 برای نمونه؛ عدد اکسایش اکسیژن در ترکیبات؛ HOF - OF<sub>2</sub> - O<sub>2</sub>F<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> به ترتیب برابر -۱، +۲، +۱، صفر می‌باشد.  
 • به نحوه تعیین عدد اکسایش اکسیژن در این چهار ترکیب توجه نمایید.





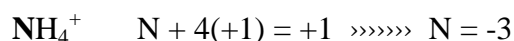
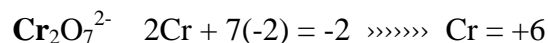
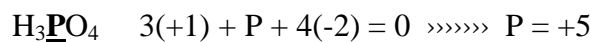
④ عدد اکسایش هیدروژن معمولاً برابر +1 است. (اما در هیدریدهای فلزی مانند  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{KH}$  برابر -1 است).

⑤ عدد اکسایش فلزها همواره مثبت و برابر ظرفیت آنهاست. (به عنوان مثال در  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  ظرفیت آهن ۳ است پس عدد اکسایش آن برابر ۳+ است).

⑥ هالوژن‌ها (I, Br, Cl) در ترکیب با عناصر الکتروپوزیتیو تر از خود دارای عدد اکسایش -1 هستند.

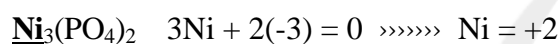
⑦ عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر بار یون است. (برای مثال عدد اکسایش گوگرد در  $\text{S}^{2-}$  برابر ۲- است).

⑧ مجموع عدد اکسایش عنصرها در یک مولکول برابر صفر و در یک یون برابر بار یون است. (با توجه به این نکته می‌توان یک معادله تنظیم کرد!!)



## ایستگاه نکته

نکته ①: در تشکیل معادله، به جای یونهای چند اتمی، بار آنها را قرار می‌دهیم.



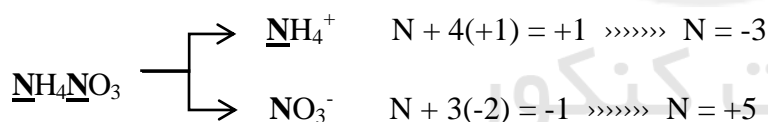
البته در ترکیب فوق اگر به کم دقت داشته باشیم، با توجه به بند ۵ نیاز به تشکیل معادله نیست!!

نکته ②: عدد اکسایش نافلز در یک اسید معین، با عدد اکسایش آن در یون چند اتمی یا نمک آن اسید برابر است. (با توجه به

اینکه عدد اکسایش گوگرد در  $\text{H}_2\text{SO}_4$  برابر ۶+ است... پس عدد اکسایش گوگرد در  $\text{KHSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  نیز برابر ۶+ است).

نکته ③: اگر در یک ترکیب، عدد اکسایش دو اتم مجهول بود، ابتدا آن را به صورت یون‌های جداگانه می‌نویسیم، سپس دو

معادله جداگانه تشکیل می‌دهیم.



نکته ④: مهمترین عنصرهایی که در ترکیبهای خود فقط و فقط یک نوع عدد اکسایش دارند به شرح زیر است:

عنصر	فلزهای گروه ۱	فلزهای گروه ۲	F <sup>۹</sup>	Al <sup>۱۳</sup>	Sc <sup>۲۱</sup>	Zn <sup>۳۰</sup>	Ag <sup>۴۷</sup>
عدد اکسایش	+۱	+۲	-۱	+۳	+۳	+۲	+۱

کم‌بیاندیشیم...

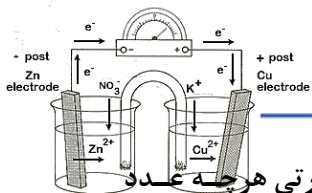
Sc:  $[\text{Ar}]3d^1 4s^2$  تمایل به از دست دادن ۳ الکترون و رسیدن به آرایش گاز نجیب بعده خود

Zn:  $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2$  تمایل به از دست دادن ۲ الکترون و رسیدن به آرایش پایداره  $d^{10}$

Ag:  $[\text{Kr}]4d^{10} 5s^1$  تمایل به از دست دادن ۱ الکترون و رسیدن به آرایش پایداره  $d^{10}$

به آرایش الکترونی Sc, Zn, Ag توجه داشته باشیم؛





**نکته ⑤:** در مقایسه عدد اکسایش عناصر از نظر بزرگی و کوچکی، نباید و نباید قدر مطلق بگیریم. به عبارتی هر چه عدد اکسایش منفی تر باشد، آن کوچکتر است.

**نکته ⑥:** دامنه تغییرات عدد اکسایش به صورت زیر خواهد بود.

البته مواردی که برای کنکوری ضروری، در اینجا آورده ایم...

شماره گروه	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳-۷-۱۴
کوچکترین یا پایین ترین عدد اکسایش	صفر	صفر	۱۸- شماره گروه
بزرگترین یا بالاترین عدد اکسایش	+(شماره گروه)	+(شماره گروه)	(عدد یکان شماره گروه)+



**البته به یاد داشته باشیم...**

- به طور کلی در همه فلزات، پایین ترین عدد اکسایش برابر با صفر است (عدد اکسایش عنصر در حالت آزاد)؛ زیرا فلزات هیچ وقت نمی‌توانند الکترون بگیرند!!!
- بالاترین عدد اکسایش چند فلز واسطه مهم را بدانیم؛ **(Cr : +6) ، (Mn : +7) ، (Fe : +3) ، (Cu : +2)**
- بالاترین و پایین ترین عدد اکسایش، **فلوئور از گروه ۱۷ فقط و فقط دارای عدد اکسایش ۱- خواهد بود...** و **اکسیژن هم از گروه ۱۶ دارای دامنه تغییرات عدد اکسایش ۲+ تا ۲- خواهد بود.**



۱- عدد اکسایش اتم مرکزی، در مورد کدام ترکیب، درست نشان داده شده است؟



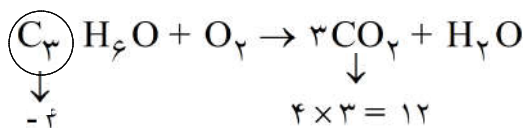
گزینه ۲ پاسخ صحیح است.  $CH_3OH = x + 3(+1) + 1(-2) + (+1) = 0 \Rightarrow x = -2$

سایت کنکور

۲- در واکنش سوختن کامل استون، مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن کدام است؟

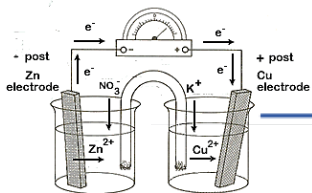


گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



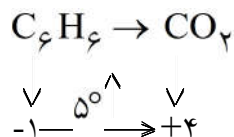
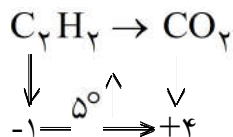
عدد اکسایش اتم‌های کربن در مجموع ۱۶ درجه تغییر یافته است.





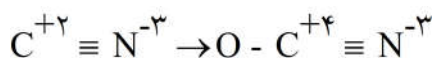
۳- تغییر عدد اکسایش یک اتم کربن در واکنش سوختن کامل کدام دو ماده، باهم برابر است؟  
 (۱) اتان و اتین (۲) اتان و بنزن (۳) اتین و اتن (۴) اتین و بنزن

گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.



۴- در تبدیل آنیون  $\text{CN}^-$  به آنیون  $\text{NCO}^-$ ، عدد اکسایش نیتروژن ..... و عدد اکسایش کربن .....  
 (۱) تغییر نمی کند - دو واحد افزایش می یابد.  
 (۲) دو واحد افزایش می یابد - ثابت باقی می ماند.  
 (۳) تغییر نمی کند - یک واحد افزایش می یابد.  
 (۴) یک واحد افزایش می یابد - ثابت باقی می ماند.

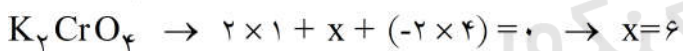
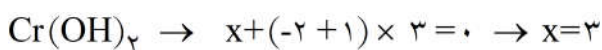
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



۵- اتم کروم در کدام دو ترکیب، به ترتیب بزرگترین و کوچکترین عدد اکسایش را دارد؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید.)



گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است.



۶- تغییر درجه ی اکسایش نیتروژن در واکنش  $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$  چه قدر است؟

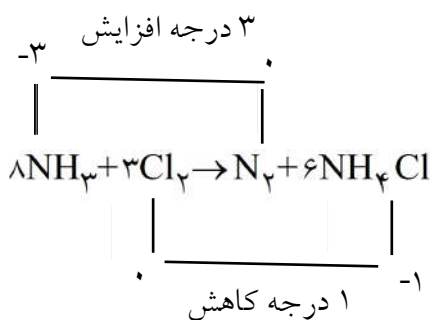
(۴) دو

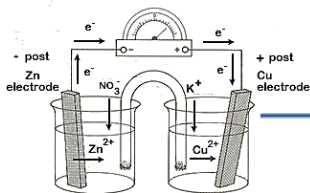
(۳) سه

(۲) پنج

(۱) یک

گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.

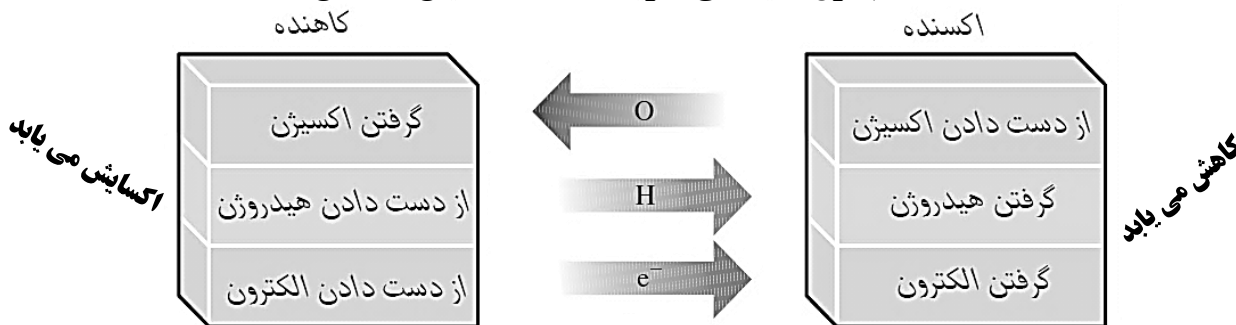




## مفاهیم اکسایش و کاهش:

• **الکتروشیمی:** شاخه‌ای از علم شیمی که در مورد تبدیل انرژی الکتریکی به شیمیایی و بالعکس، مطالعه می‌کند. (که این تبدیل‌ها از طریق انجام واکنش‌های «اکسایش - کاهش» امکان پذیر است)

### جدول مقایسه ای تعاریف مختلف «اکسایش - کاهش»



دو تعریف متداول برای اکسایش و کاهش به صورت زیر است:

- **بر اساس مبادله الکترون:** اگر عنصری الکترون بگیرد، می‌گوییم کاهش یافته یا احیا شده است. اما اگر عنصری الکترون از دست بدهد، می‌گوییم اکسایش یافته یا اکسید شده است. (الکترون از عنصری که اکسایش یافته به عنصری که کاهش یافته جابجا می‌شود)
- **بر اساس تغییر عدد اکسایش:** اگر عدد اکسایش عنصری، کاهش یابد (یعنی به سمت منفی میل کند) می‌گوییم کاهش یافته یا احیا شده است. اما اگر عدد اکسایش عنصری افزایش یابد (یعنی به سمت مثبت میل کند) می‌گوییم اکسایش یافته یا اکسید شده است.

### جمع بندی...

عنصری که عدد اکسایش آن کاهش یافته است؛

(۱) الکترون گرفته است.

(۲) الکترون گیرنده یا اکسنده یا اکسید کننده است.

(۳) خودش کاهش می‌یابد یا کاهش می‌دهد یا احیا می‌شود.

(۴) سایر مواد را اکسایش می‌دهد یا اکسید می‌کند.

عنصری که عدد اکسایش آن افزایش یافته است؛

(۱) الکترون داده است.

(۲) الکترون دهنده یا کاهنده یا احیا کننده است.

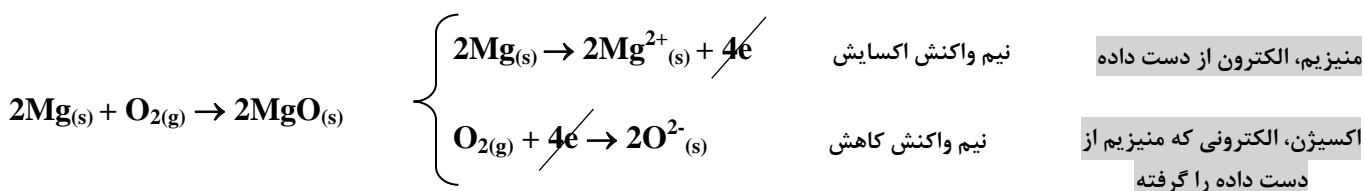
(۳) خودش اکسایش می‌یابد یا اکسید می‌شود.

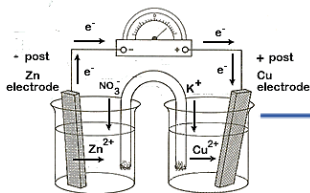
(۴) سایر مواد را کاهش می‌دهد یا کاهش می‌دهد یا احیا می‌کند.

## واکنش اکسایش - کاهش .... Red - Ox

• واکنشی که در آن حداقل عدد اکسایش یک عنصر، تغییر کرده باشد.

هر واکنش "اکسایش - کاهش"، از دو نیم واکنش اکسایش و کاهش تشکیل شده است. برای مثال:



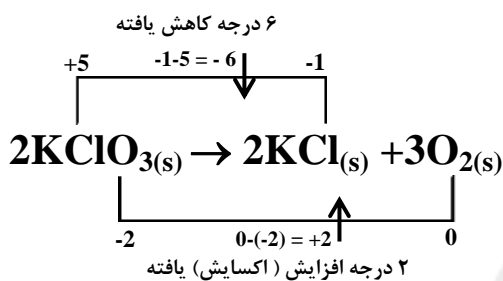


پس در واکنش اکسایش - کاهش صفحه قبل...

Mg به عنوان کاهش عمل کرده و  $O_2$  به عنوان اکسنده.  
Mg اکسایش یافته و  $O_2$  کاهش یافته است.

- نکته ①: هر دو نیم واکنش باید موازنه جرم (تعداد اتمها در دو سمت معادله نیم واکنش برابر باشد) و همچنین موازنه بار (تعداد e تولید شده در نیم واکنش OX برابر با تعداد e بدست آمده در نیم واکنش Red باشد) شوند.
- نکته ②: هر دو نیم واکنش، هم زمان و همواره در کنار هم رخ می دهند.

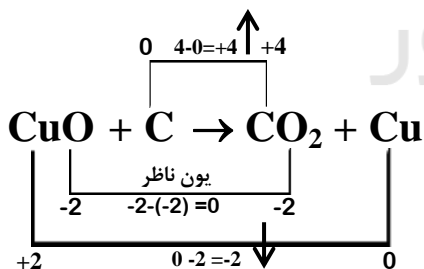
... حال در واکنش اکسایش و کاهش خواهیم داشت



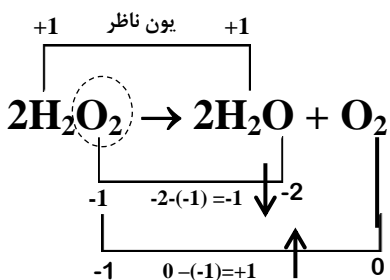
باتوجه به واکنش فوق؛ اتم کلر کاهش یافته است (کاهیده شده) پس عامل اکسنده ی،  $O$  می باشد و همچنین اتم اکسیژن اکسایش یافته است (اکسیده شده) پس عامل کاهنده ی،  $Cl$  می باشد. {بالا رفتن عدد اکسایش (فرآیند اکسایش)}، {پایین آمدن عدد اکسایش (فرآیند کاهش)}

## ایستگاه نکته

نکته ①: در اغلب واکنش های «اکسایش - کاهش» یون هایی وجود دارد که عدد اکسایش آن ها تغییر نمی کند. این یون ها در واقع در واکنش های Red-ox، شرکت نمی کنند و «یون ناظر» هستند. برای مثال:



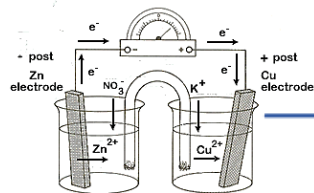
نکته ②: در برخی واکنش های «اکسایش - کاهش»، ممکن است یک عنصر هم اکسایش یابد هم کاهش. در این صورت عنصر مذکور هم عامل کاهنده است و هم عامل اکسنده، چنین واکنش هایی را واکنش «تسهیم نامتناسب» می گویند. برای مثال:



در این واکنش، نیمی از اتم های  $O$  کاهش و نیمی از آنها اکسایش یافته است.

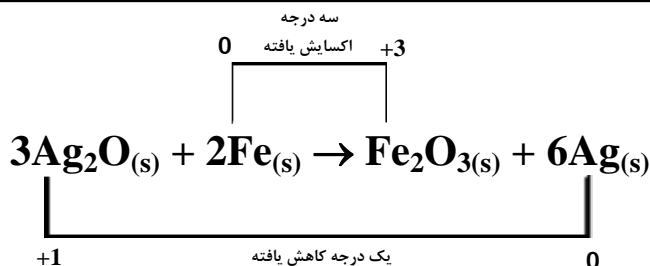






نکته ③: برای تعیین شمار الکترونهاى مبادله شده در واکنش اکسایش - کاهش می توان از روابط زیر استفاده نمود.

ضریب عنصر اکسنده × اندیس عنصر اکسنده × تغییر عدد اکسایش عنصر اکسنده = شمار الکترونهاى مبادله در یک واکنش

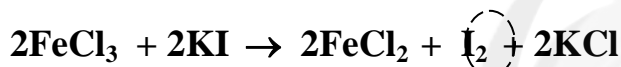


❖ به جای عنصر اکسنده، از عنصر کاهشنده هم می توان استفاده کرد...

برای نمونه:

$6 = 1 \times 2 \times 3 = \text{ضریب Ag} \times \text{اندیس Ag} \times \text{تغییر عدد اکسایش Ag} = \text{شمار الکترونهاى مبادله در یک واکنش}$

نکته ④: اگر در سمت چپ و راست واکنشی، یک عنصر به حالت آزاد (مانند؛ Fe، P<sub>4</sub>، Cl<sub>2</sub>، Cu، S و...) دیدید، آن واکنش حتماً از نوع «اکسایش و کاهش» است.



مراقب باشید! این گفته به این معنی نیست که اگر در واکنشی عنصر آزاد وجود نداشته باشد، آن واکنش نمی تواند از نوع Red-OX باشد...

در این حالت مجبورید با بررسی عدد اکسایش تک تک عنصرها، به نتیجه لازم برسید.

نکته ⑤: جهت سهولت در بررسی عدد اکسایش عنصرها در یک واکنش، توجه داشته باشید که عدد اکسایش فلزهای گروههای ۱ و ۲ و Al و F در ترکیبهای خود همواره ثابت است. بنابراین عدد اکسایش عنصرهای مذکور مسلماً بدون تغییر باقی می ماند (مگر اینکه در سمت چپ و راست واکنش به صورت آزاد وجود داشته باشند)، هیدروژن نیز فقط در صورتی در تغییرات عدد اکسایش مطرح است که -۱ در سمت یا راست واکنش به صورت آزاد (H<sub>2</sub>) و یا ۲- هیدریدهای فلزی (مانند: KH) دیده شود.

برای نمونه به واکنش زیر دقت کنید!!!



نکته ⑥: برای اینکه بدانیم چه موقع عنصری فقط کاهشنده و چه موقع فقط در نقش اکسنده و چه زمانی هر دو نقش را می تواند داشته باشد، به چارت زیر دقت داشته باشیم؛

مانند: S در H<sub>2</sub>S

کوچکترین عدد اکسایش <<<< فقط کاهشنده است

مانند: S در SO<sub>2</sub>

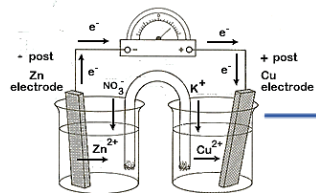
چیزی بین کوچکترین و بزرگترین عدد اکسایش <<<< هم کاهشنده و هم اکسنده است

مانند: S در H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

بزرگترین عدد اکسایش <<<< فقط اکسنده است

رجوع به صفحه ۵ جزوه





۱- گزینه مناسب برای تکمیل عبارت مقابل کدام است؟ «عامل ....، الکترون .... و .... می شود.»

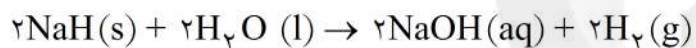
- (۱) کاهنده - می دهد و کاهیده  
(۲) کاهنده - می گیرد و اکسید  
(۳) اکسنده - می دهد و اکسید  
(۴) اکسنده - می گیرد و کاهیده

گزینه ۴، پاسخ صحیح است. می دانیم عامل کاهنده (احیا کننده) الکترون می دهد و اکسید می شود و عامل اکسنده (اکسید کننده) الکترون می گیرد و کاهیده می شود.

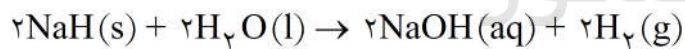
۲- در واکنش:  $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$  اکسیژن ..... و منیزیم ..... می یابد. اکسیژن ..... منیزیم ..... است.

- (۱) اکسایش - کاهش - اکسنده - کاهنده  
(۲) اکسایش - کاهش - کاهش - کاهنده - اکسنده  
(۳) کاهش - اکسایش - اکسنده - کاهنده  
(۴) کاهش - اکسایش - کاهش - کاهنده - اکسنده
- گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۳- کدام عبارت با توجه به واکنش روبه رو، درست است؟



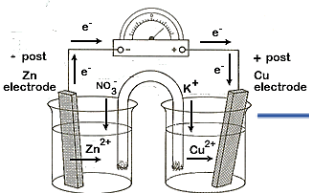
- (۱) عنصر اکسنده و کاهنده در آن، یکی است.  
(۲) اتم اکسیژن، اکسنده و اتم هیدروژن، کاهنده است.  
(۳) نیم واکنش کاهش در آن،  $O + 2e^- \rightarrow O^{2-}$  است.  
(۴) عدد اکسایش همه ی عنصرهای شرکت کننده در این واکنش تغییر می یابد.



گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

عدد اکسایش اتم سدیم در دو طرف واکنش برابر +۱ و عدد اکسایش اتم اکسیژن در دو طرف واکنش برابر -۲ است.



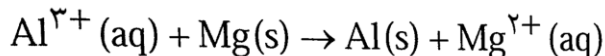


## موازنه

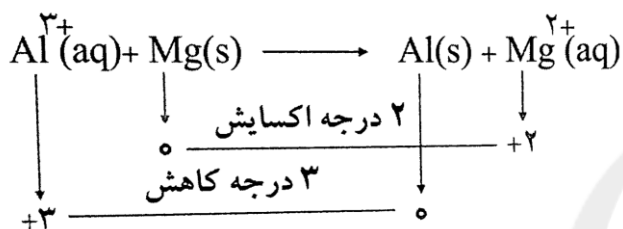
الف) موازنه واکنش اکسایش - کاهش؛

به ترتیب زیر عمل خواهیم کرد:

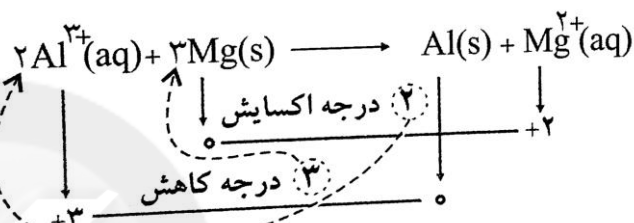
- تغییر عدد اکسایش هر یک از عناصر را حساب می‌کنیم. (در محاسبه تغییر عدد اکسایش عناصرها، اگر عنصر مورد نظر در سمت چپ واکنش زیروندی به غیر از یک داشت، تغییر عدد اکسایش را در آن زیروند ضرب می‌کنیم).
- در سمت چپ واکنش، تغییر عدد اکسایش ماده کاهنده را به عنوان ضریب ماده اکسنده و تغییر عدد اکسایش ماده اکسنده را به عنوان ضریب ماده کاهنده قرار می‌دهیم، و پس از آن شروع به موازنه‌ی عناصرها می‌کنیم.



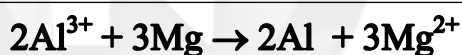
مثال اول



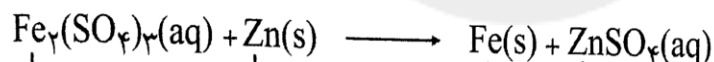
گام اول



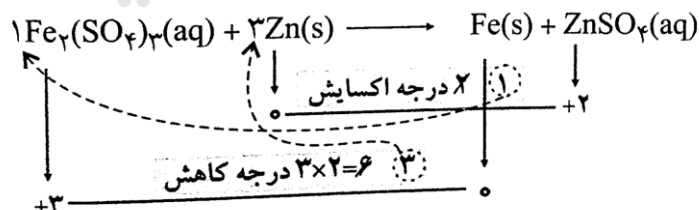
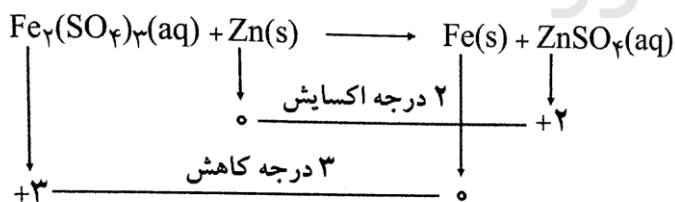
گام دوم



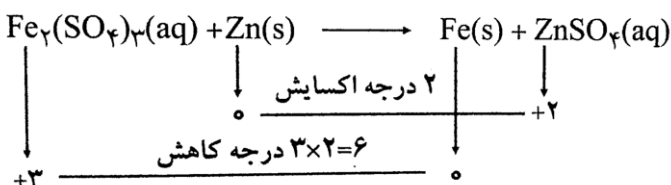
در نهایت.....



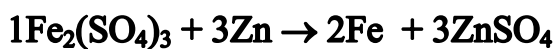
مثال دوم



گام دوم

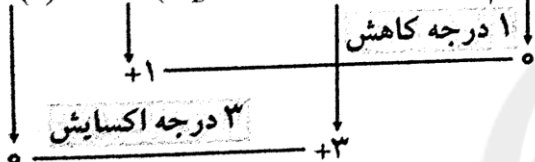
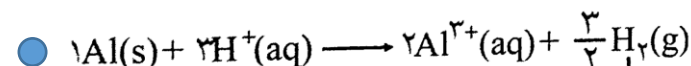
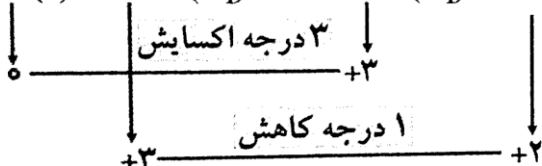
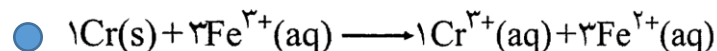
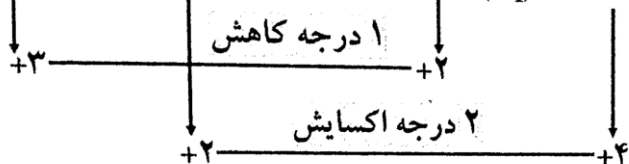
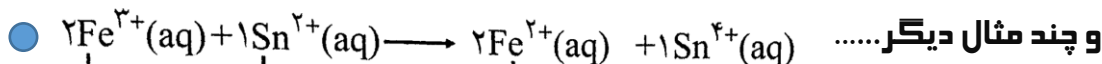
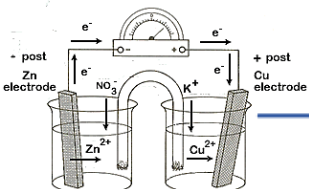


گام اول



در نهایت.....





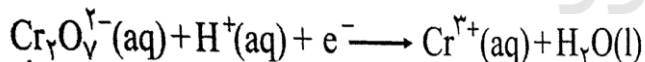
نکته 1: اگر تغییر عدد اکسایش عناصر قابل ساده شدن باشند، قبل از جابجایی آنها، آن را ساده می‌کنیم.

نکته 2: لزوماً نباید تعداد یون‌های با بار هم‌نام در دو سمت معادله موازنه شده برابر باشد!!

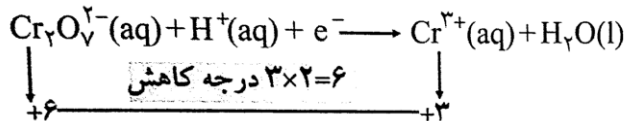
الف) موازنه نیم واکنش‌ها:

برای موازنه به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

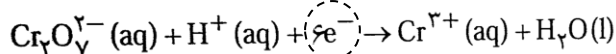
- ابتدا تغییر عدد اکسایش یا کاهش یافته را تعیین می‌کنیم، اگر عنصر اکسایش یا کاهش یافته در هر سمتی از معادله (چپ یا راست) دارای زیروندی به غیر از یک داشت، تغییر عدد اکسایش را در آن زیروند ضرب می‌کنیم.
- عدد مربوط به تغییر عدد اکسایش را به عنوان ضریب الکترون ( $e^-$ ) قرار می‌دهیم.
- ابتدا شماره اتم‌های عنصر اکسایش یا کاهش یافته را موازنه می‌کنیم و پس از آن به موازنه سایر عناصر می‌پردازیم.



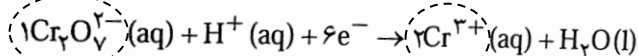
مثال اول



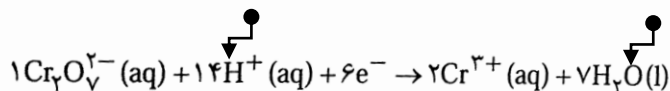
گام اول

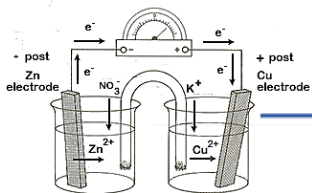


گام دوم

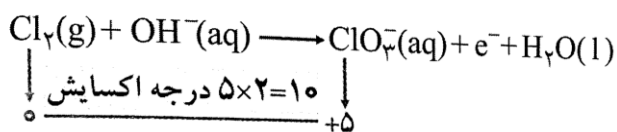
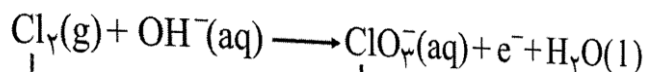


گام سوم

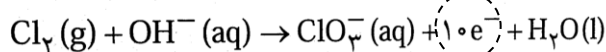




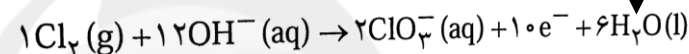
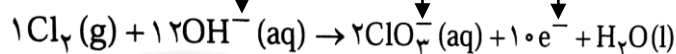
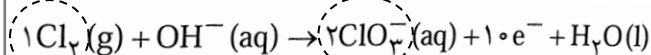
مثال دوم



گام اول



گام دوم



گام سوم



۱- در نیم واکنش:  $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + a\text{H}^+(\text{aq}) + be^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + c\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  ضریب‌های a، b و c

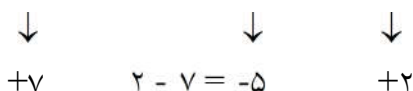
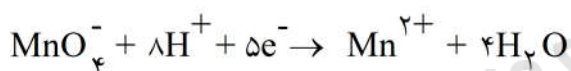
به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۴، ۵، ۸ (۴)

۴، ۴، ۵ (۳)

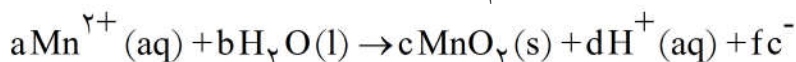
۳، ۲، ۵ (۲)

۳، ۳، ۸ (۱)



گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

۲- مجموع ضریب‌های a، b، c، d و f در نیم واکنش زیر، پس از موازنه کدام است؟



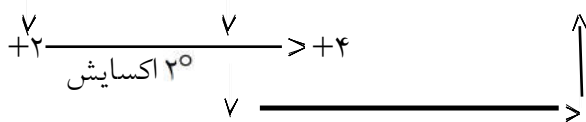
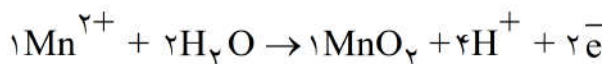
۱۳ (۴)

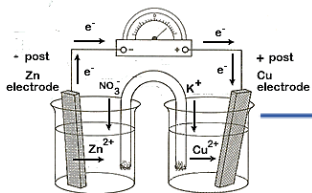
۱۲ (۳)

۱۱ (۲)

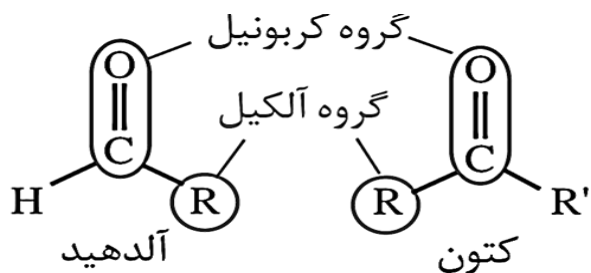
۱۰ (۱)

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

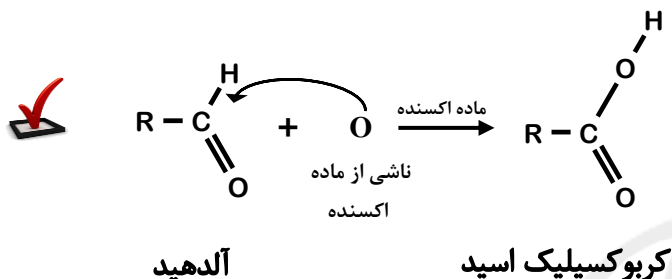




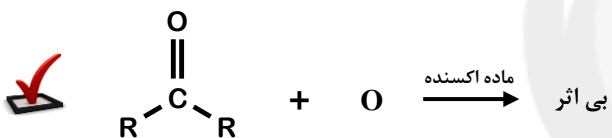
## اکل ها، آلهیدها و کتون ها:



**اکسایش آلهیدها:** بر اثر اکسایش آلهیدها، عامل آلهیدی (-COH) تبدیل به عامل کربوکسیل (-COOH) می شود، و یک کربوکسیلیک اسید بدست می آید.



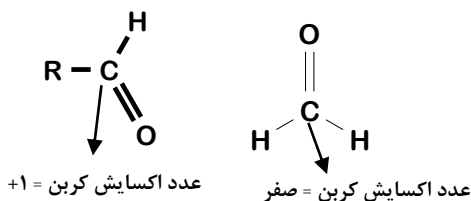
**اکسایش کتون ها:** در ساختار کتون ها هیدروژن متصل به عامل کربونیل وجود ندارد بنابراین کتون ها در برابر اکسایش، مقاومت از خود نشان می دهند! یعنی اکسید نمی شوند.



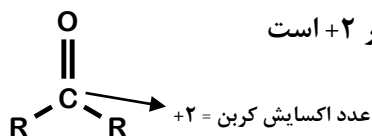
پس با توجه به مطالب بالا...

نوع	خاصیت کاهندگی
آلهیدها	✓
کتون ها	✗

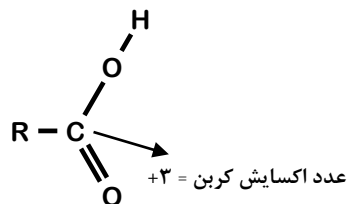
نکاتی در مورد عدد اکسایش کربن در آلهید، کتون و کربوکسیلیک اسید...



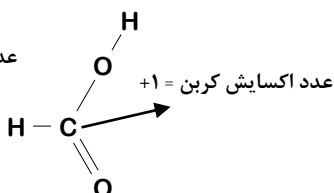
**در آلهیدها:** عدد اکسایش کربن عامل آلهیدی برابر +1 است، البته به جزء فرمالدهید (متانال) که عدد اکسایش کربن در آن صفر است.

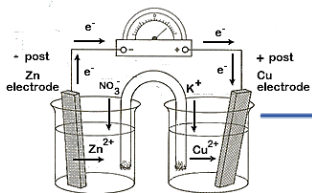


**در کتون ها:** عدد اکسایش کربن عامل کتونی برابر +2 است

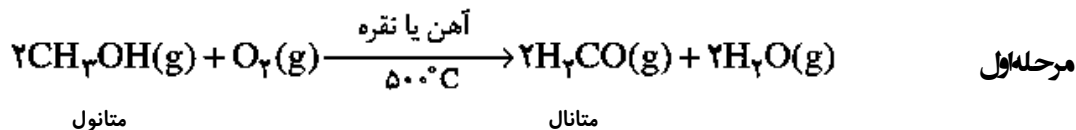


**در کربوکسیلیک اسیدها:** عدد اکسایش کربن عامل اسیدی برابر +3 است، البته به جزء متانوئیک اسید که عدد اکسایش کربن در آن +2 است.

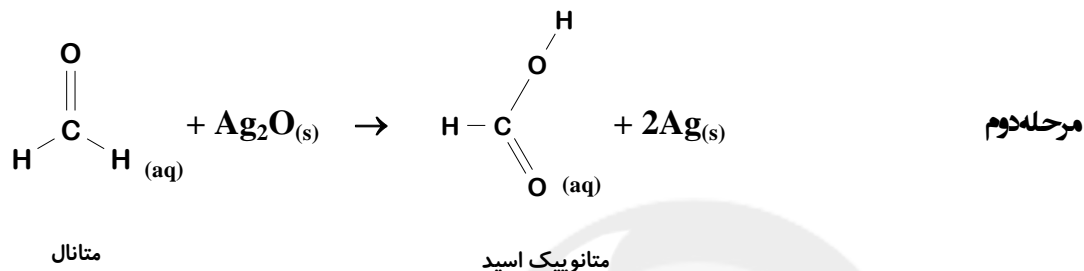




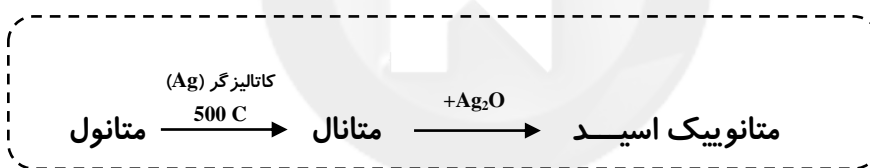
## از متانول تا متانویک اسید، برای تشکیل آینه نقره‌ای



نکته ①: در معادله بالا به دلیل بالا بودن دما، همه مواد گازی شکل هستند (بجز Ag که نقش کاتالیزگر را دارد).



نکته ②: در معادله بالا فلز نقره در داخل ظرف شیشه‌ای رسوب می‌کند و روی سطح شیشه می‌چسبد. بدین ترتیب یک آینه‌ی نقره‌ای بدست می‌آید. به همین دلیل به این واکنش، واکنش تشکیل آینه‌ی نقره‌ای می‌گویند.

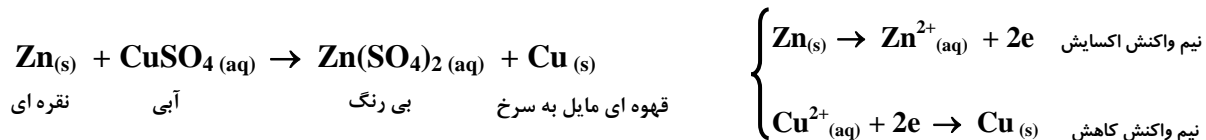


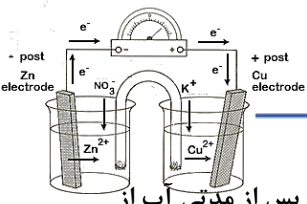
## سایت کنکور



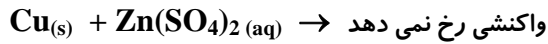
در واکنش‌های اکسایش و کاهش، برخی از مواد الکترون از دست می‌دهند (اکسید می‌شوند) یعنی کاهنده هستند، در حالی که برخی دیگر الکترون می‌گیرند (کاهش می‌یابند) و نقش اکسند را بازی می‌کنند! به دو آزمایش زیر توجه کنید:

**آزمایش ①:** اگر یک تیغه از جنس فلز Zn را در **معلول آبی رنگ مس (II)** سولفات وارد کنیم، می‌بینیم که پس از مدتی رنگ آبی محلول که ناشی از یون های  $\text{Cu}^{2+}$  است به تدریج کم شده و **رسوب قهوه ای مایل به سرخی** که همان **فلز مس** است بر روی تیغه Zn می‌نشیند. در حقیقت در این محلول یک واکنش اکسایش - کاهش به صورت زیر انجام می‌شود:





**آزمایه 2:** اگر یک تیغه از جنس فلز Cu را در محلول بی رنگ روی سولفات وارد کنیم، می بینیم که پس از مدتی آب از آب تکون نمی خورد!!! و بین فلز Cu و کاتیون Zn<sup>2+</sup> هیچ واکنش رخ نمی دهد (یعنی Cu در این واکنش تمایل چندانی برای از دست دادن الکترون (اکسید شدن) و Zn<sup>2+</sup> برای گرفتن الکترون (کاهش یافتن) ندارد):



نتیجه گیری!

1) تمایل فلز Zn برای از دست دادن الکترون و اکسید شدن بیشتر از فلز Cu است، به عبارت دیگر تمایل فلز روی برای کاهش بیشتر از فلز مس است.

Zn > Cu      قدرت کاهش دگی (اکسید شدن)

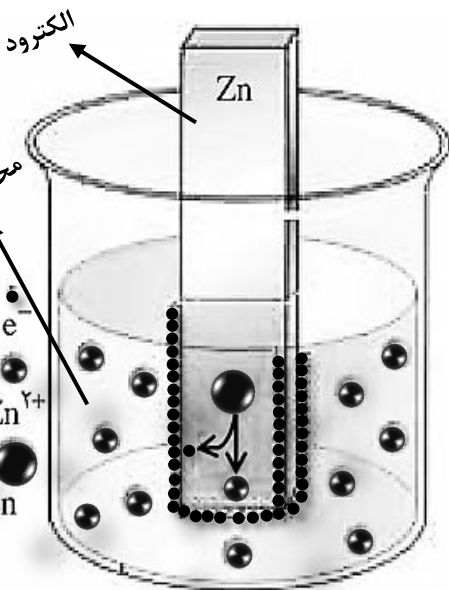
2) تمایل Cu<sup>2+</sup> برای گرفتن الکترون و کاهش یافتن بیشتر از Zn<sup>2+</sup> است، به عبارت دیگر تمایل Cu<sup>2+</sup> برای اکسندگی بیشتر از Zn<sup>2+</sup> می باشد.

Cu<sup>2+</sup> > Zn<sup>2+</sup>      قدرت اکسندگی (کاهش یافتن)



### مفهوم الکتروود یا نیم سلول:

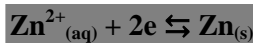
هنگامی که یک تیغه فلز (رسانای الکترونی) در تماس با محلولی از کاتیونهای آبیوشیده خودش (رسانای یونی) قرار گیرد، مجموعه‌ای حاصل را الکتروود (نیم سلول) می گویند. (مثل تیغه Zn در محلولی از یونهای آبیوشیده Zn<sup>2+</sup>) فلزهایی مثل روی تمایل دارند الکترون خود را روی سطح تیغه بر جای بگذارند و خود به صورت کاتیون Zn<sup>2+</sup> به داخل محلول وارد شوند. بدین ترتیب تیغه روی که الکترونهای اضافی را در سطح خود نگه داشته دارای بار منفی و محلول الکتروولیت که تعدادی Zn<sup>2+</sup> وارد آن شده است دارای بار مثبت شود. (البته قبل از قرار دادن تیغه در محلول، تعداد یونهای Zn<sup>2+</sup> با یونهای مثل SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> برابر بود و محلول از لحاظ الکتریکی خنثی بود!!)



پس از اینکه تعداد معینی یونهای Zn<sup>2+</sup> وارد محلول شدند و محلول به اندازه کافی دارای بار مثبت شد، طبیعی است که محلول دیگر نمی تواند یون Zn<sup>2+</sup> جدیدی را بپذیرد (اعلام می کند که ظرفیت تکمیل است!!) بدین معنی که به ازای هر یون Zn<sup>2+</sup> که از تیغه وارد محلول می شود، یک یون Zn<sup>2+</sup> از محلول به تیغه بر می گردد. (در واقع بین تیغه روی و محلول الکتروولیت یک تعادل برقرار می گردد)

**نکته 1:** اختلاف پتانسیل بین تیغه فلزی (الکتروود) و محلول دارای کاتیون آن را «پتانسیل الکتروودی» گویند، که در واقع یک اختلاف ولتاژ است. (چگونگی محاسبه مقدار این پتانسیل الکتروودی را بحث خواهیم کرد!!!)

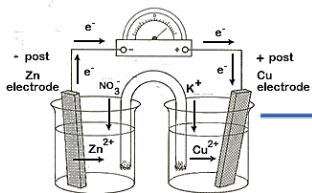
**نکته 2:** طبق یک قرارداد در نوشتن یک معادله مربوط به تعادل یک نیم سلول، الکترون باید در سمت چپ تعادل قرار گیرد، به عبارت دیگر در جهت رفت باید عمل کاهش (گرفتن e) صورت گیرد.



**نکته 3:** یادمان باشد که واکنشهای Red - OX در مرز میان رسانای الکترونی و رسانای یونی انجام می شود.







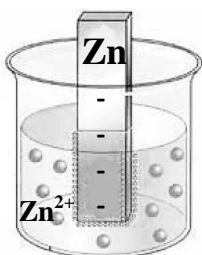
نکته ④: بسته به نوع فلز، ممکن است تیغه نسبت به محلول (در هر نیم سلول)، مثبت یا منفی باشد:

① فلزهایی که در سری الکتروشیمیایی (...که بحث خواهیم کرد!!!) در بالای هیدروژن قرار دارند، فلزهای فعال محسوب شده و در نیم سلول آن ها، تیغه نسبت به محلول، منفی است.

مثال:  $Zn^{2+} / Zn$

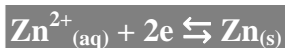
② فلزهایی که در سری الکتروشیمیایی در زیر هیدروژن قرار دارند، تیغه ی الکتروود آنها نسبت به محلول، مثبت است.

مثال:  $Cu^{2+} / Cu$

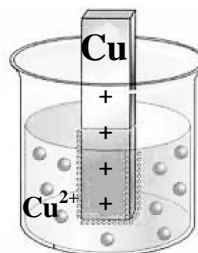


نیم سلول  
 $Zn^{2+} / Zn$

$$E < 0$$



☑ تعادل به سمت چپ متمایل است



نیم سلول  
 $Cu^{2+} / Cu$

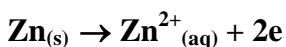
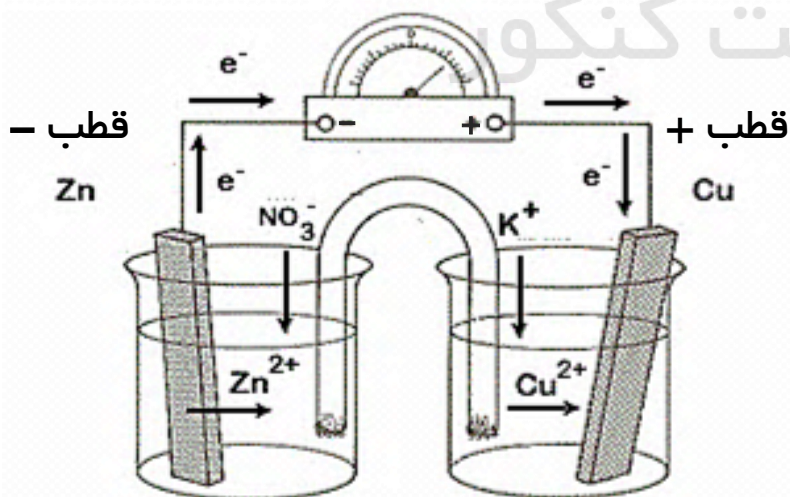
$$E > 0$$



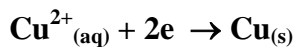
☑ تعادل به سمت راست متمایل است



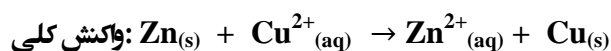
اگر یک تیغه از جنس فلز روی را در محلول آبی دارای یون های مس (II) قرار دهیم، الکترون های آزاد شده از فلز روی مستقیماً در اختیار یون های  $Cu^{2+}$  - که در تماس با فلز روی هستند - قرار می‌گیرند و ما نمی‌توانیم از این الکترون ها به عنوان یک منبع تولید الکتروسیسته استفاده کنیم، پس باید دنبال چاره‌ای باشیم...



آند // محل اکسایش



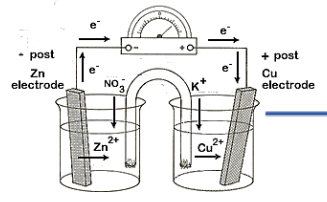
کاتد // محل کاهش



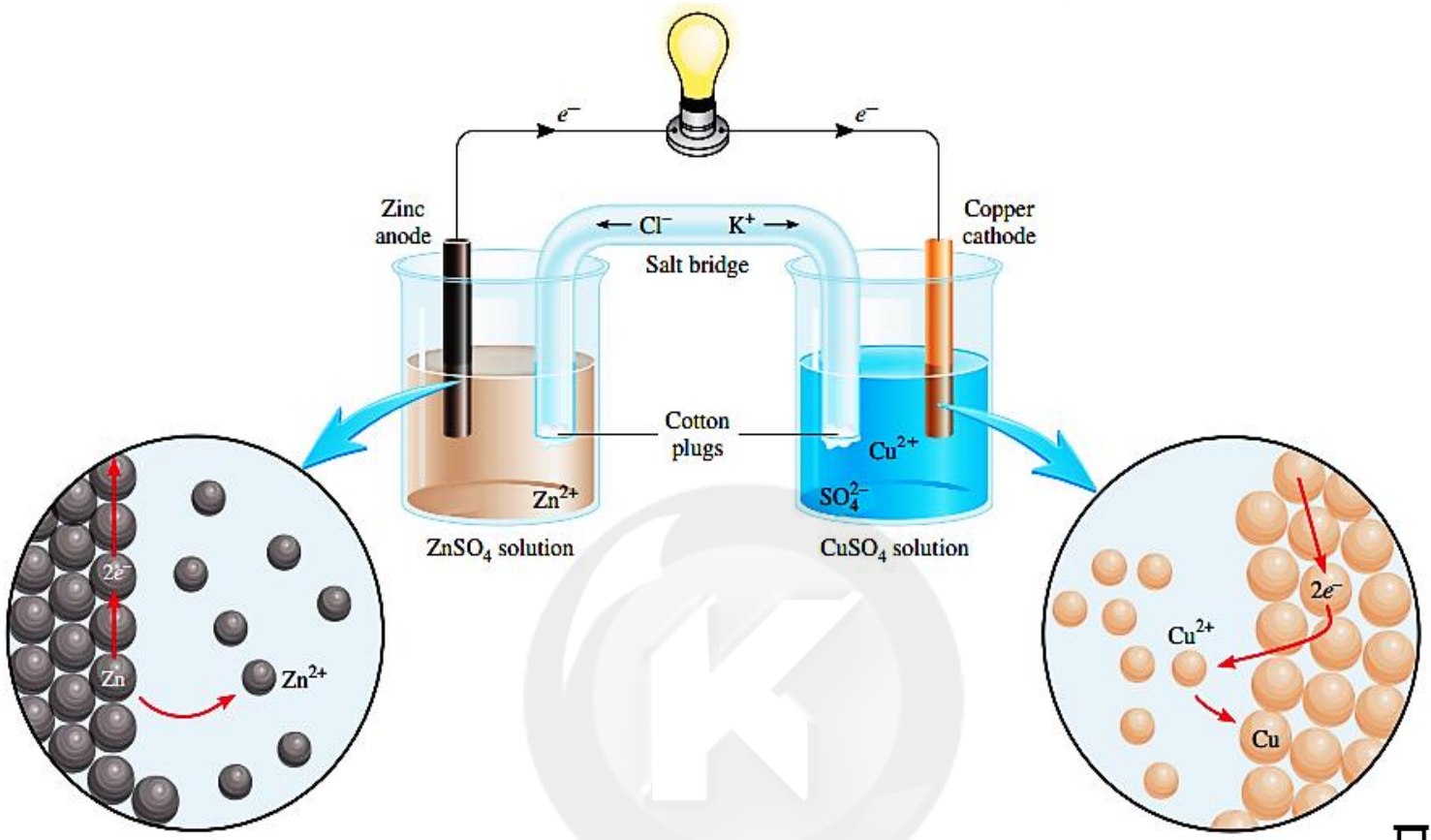
### برای این کار یک نیم

سلول روی و یک نیم سلول مس (که قبلاً اشاره کرده بودیم) را به وسیله یک سیم، مطابق شکل به هم وصل می‌کنیم که به این مجموعه سلول گالوانی (ولتایی) گفته می‌شود...



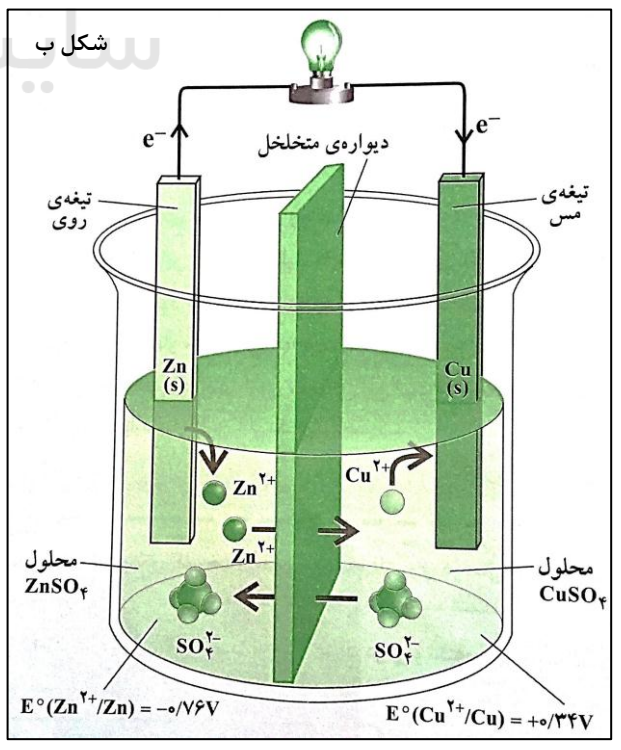
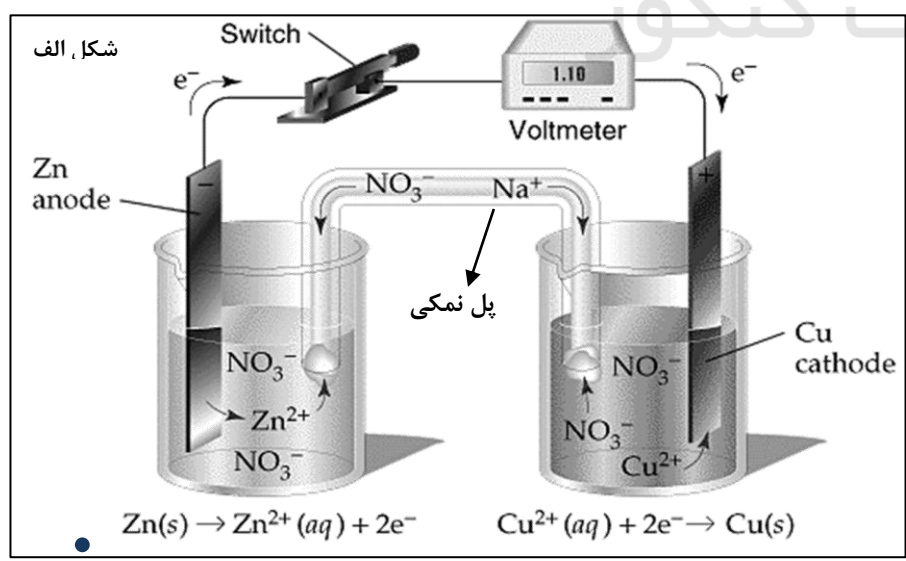


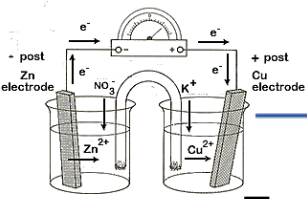
از نگاه دیگر...



سلول های الکتروشیمیایی: (نوع گالوانی - نوع الکترولیتی)

• هر سلول الکتروشیمیایی از دو نیم سلول کاهش و اکسایش تشکیل شده است...





## ایستگاه نکته

**نکته ①:** در این سلول‌ها، هر دو نیم واکنش الکترودی آنها به طور خودبه خودی انجام می‌شوند و انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

**نکته ②:** الکترودی که قطب منفی می‌باشد؛ تراکم نسبی الکترون در سطح آن بیشتر است... الکترودی که قطب مثبت می‌باشد؛ تراکم نسبی الکترون در سطح آن کمتر است... (که در سلول گالوانی؛ قطب منفی همان الکترود آند و مثبت همان الکترود کاتده!!)

**نکته ③:** به مرور زمان...

← **①** از جرم تیغهی آندی کاسته (به خاطر از دست دادن الکترون، اکسید شدن) و بر جرم تیغهی کاتدی افزوده می‌شود (به خاطر بدست آوردن الکترون، کاهش شده).

← **②** بر غلظت کاتیون‌ها در نیم واکنش آندی افزوده (به خاطر اکسایش) و از غلظت کاتیون در نیم واکنش کاتدی، کاسته می‌شود (به خاطر کاهش).

**نکته ④:** در این سلول‌ها جهت حرکت کاتیون‌ها بر خلاف آنیون‌هاست.

**نکته ⑤:** در اثر مهاجرت الکترون‌ها به سمت الکترود کاتد، تیغه کاتدی دارای بار منفی (ناشی از الکترون) می‌شود - حتما می‌دانید که فلزات هیچگاه الکترون نمی‌گیرند و به یون منفی تبدیل نمی‌شوند - بنابراین تیغه کاتدی، الکترون‌ها را در اختیار کاتیون‌های محلول خودش قرار می‌دهد.

## نقش پل نمک:

❖ در یک سلول گالوانی به دلیل اکسایش فلز آند و تولید کاتیون (در اینجا  $Zn^{2+}$ )، نیم سلول آند به تدریج از بار مثبت انباشته می‌شود. و اگر فکری به حال خنثی شدن آن نکنیم به دلیل تجمع بار مثبت در این نیم سلول، الکترون‌ها دیگر نمی‌توانند از نیم سلول آند به سمت نیم سلول کاتد حرکت کنند و جریان قطع می‌شود...

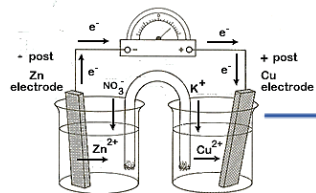
❖ در نیم سلول کاتد نیز الکترون‌های موجود بر سطح تیغه (همان الکترون‌هایی که فلز آند تولید کرده و برای کاتد فرستاده) توسط کاتیون‌های موجود در محلول (در اینجا  $Cu^{2+}$ ) گرفته می‌شوند و به تدریج با کاهش تعداد کاتیون‌ها در مقابل آنیون‌های محلول (در اینجا تعداد یون‌های  $Cu^{2+}$  نسبت به  $SO_4^{2-}$ ) نیم سلول کاتد دارای بار منفی می‌شود از این رو کاتد دیگر تمایلی برای پذیرش الکترون‌های تولید شده توسط آند را ندارد بنابراین جریان تولید شده در این سلول تنها برای لحظه‌ای کوتاه برقرار و فوراً قطع می‌شود!!!

## برای جلوگیری از این اتفاق ...

پل نمکی شیمیست‌ها به داد خواهد رسید، به این صورت که اگر:

← **به صورت لوله U شکل باشد...** با به جریان انداختن گونه‌های باردار بین محلول الکترولیت، باعث ادامه‌ی کار سلول می‌شود، در پل نمکی آنیون‌ها به سمت آند (برای خنثی شدن بار مثبت) و کاتیون‌ها به سمت کاتد (برای خنثی شدن بار منفی) مهاجرت می‌کنند. (شکل الف صفحه ۱۸ دقت شود!)





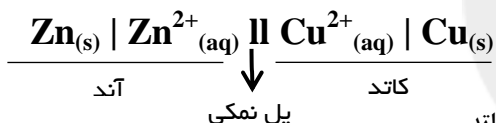
◀ به صورت دیواره‌ی متخلخل باشد... به دلیل دافعه موجود بین یونهای مثبت (ازبابت تجمع یون مثبت) در بخش آنودی، یونهای اضافی از طریق منافذ ریز دیواره متخلخل، از این بخش رانده و وارد بخش کاتدی می‌شوند. بدین ترتیب الکترولیت در بخش آنودی خنثی می‌شود. همچنین به دلیل دافعه موجود بین یونهای منفی (ازبابت تجمع یون منفی) در بخش کاتدی، یونهای اضافی از طریق منافذ ریز دیواره متخلخل، از این بخش رانده و وارد بخش آنودی می‌شوند. بدین ترتیب الکترولیت در بخش کاتدی خنثی می‌شود. (شکل ب صفحه ۱۸ دقت شود!) (در واقع آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد می‌روند!!!)

### یادمان باشد... اگر پل نمکی؛

به صورت لوله U شکل باشد... این لوله پر شده از محلول سیر شده یک الکترولیت قوی. به صورت دیواره متخلخل باشد... این دیواره از جنس سفال، خاک چینی (کائولن)، آربست یا گرده فشرده شیشه است.

◊ در پل نمکی، نمکی را انتخاب می‌کنیم؛ که با مواد تشکیل دهنده‌ی دو نیم سلول واکنش شیمیایی انجام ندهد. مثلاً اگر یکی از الکترودها، Ag باشد نمی‌توان در پل نمکی، محلول KCl ریخت، زیرا یون کلرید  $Cl^-$  با یون  $Ag^+$  تشکیل رسوب سفید رنگ AgCl را می‌دهد. در واقع نمکی مناسب است که تفاوت چشم گیر میان سرعت حرکت آنیون‌ها و کاتیون‌های آن موجود نباشد. این نمک‌ها عبارتند از:  $NH_4NO_3 / KCl / KNO_3$  و...

◊ جهت حرکت آنیون و کاتیون‌ها در سلول‌ها (مدار خارجی) با پل نمکی (مدار داخلی) عکس هم هستند.



- نمایش سلول‌های الکتروشیمیایی روی کاغذ؛
  - نوشتن واکنش کلی سلول گالوانی؛
  - نامگذاری سلول گالوانی؛
  - در زبان لاتین... Zn - Cu anode - cathode
  - در زبان فارسی... روی - مس آند - کاتد
- حالت خنثی آند + کاتیون کاتد

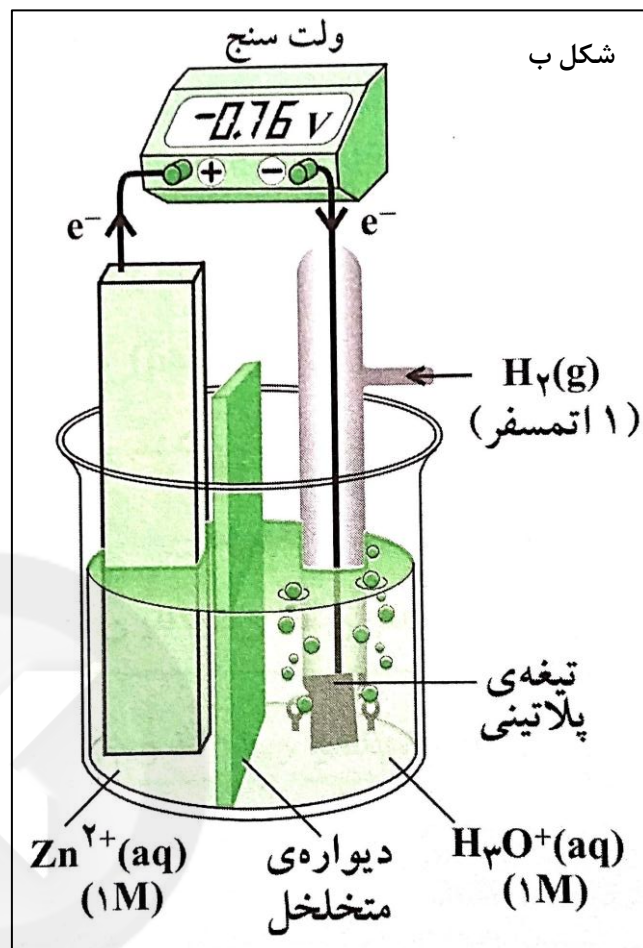
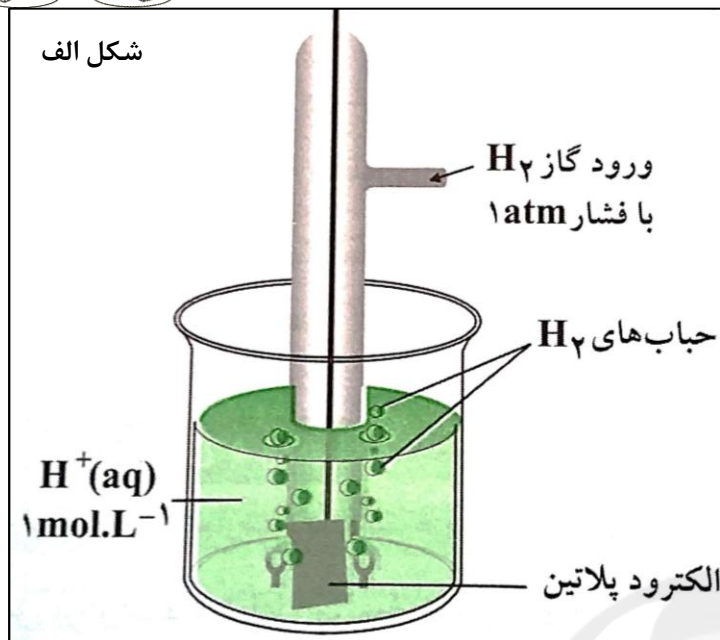
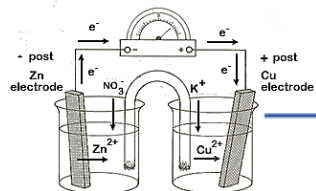
## الکترواستاندارد هیدروژن (SHE)

در سلول گالوانی مانند سلول «روی - مس» آنچه به وسیله ولت سنج اندازه‌گیری می‌شود فقط نشان دهنده اختلاف پتانسیل موجود میان دو الکتروود است و هیچ گونه اطلاعاتی در مورد مقدار مطلق پتانسیل الکتروودی هر نیم سلول (مثلاً روی یا مس) به ما نمی‌دهد.

از آنجایی که اندازه‌گیری پتانسیل یک الکتروود، به طور جداگانه امکان پذیر نیست... شیمیست‌ها تصمیم گرفتند که

برای حل این مشکل یک نیم سلول استاندارد انتخاب کنند و مقدار پتانسیل آن را برابر صفر در نظر بگیرند. این نیم سلول استاندارد، الکتروود استاندارد هیدروژن (SHE) است (شکل الف). برای محاسبه پتانسیل الکتروودی استاندارد یک نیم سلول، الکتروود مورد نظر را به الکتروود استاندارد هیدروژن وصل کرده و یک سلول گالوانی تشکیل می‌دهند، و با توجه به اینکه پتانسیل نیم سلول استاندارد هیدروژن برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود، آنچه ولت سنج نشان می‌دهد برابر با پتانسیل استاندارد نیم سلول مورد نظر ماست (شکل ب).





جنس تیغه از فلز Pt که نقش جاذب فیزیکی H<sub>2</sub> را دارد، میباشد.

محلول الکترولیت، اسید قوی یک پروتون دار، 1M به عبارتی PH=0 است.

گاز H<sub>2</sub> با P=1atm وارد محلول می شود.

در همه دماها، پتانسیل الکترودی SHE برابر صفر ولت در نظر می گیرند.

نیم واکنش مربوط به SHE به صورت زیر می باشد  
 $2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) \quad E = 0.00 \text{ V}$

• برای SHE، ویژگی‌ها و شرایط روبرو را در نظر می گیرند:

محض یادآوری...

**نکته 1:** در سلول‌های الکتروشیمیایی گالوانی، E° سلول همواره باید عددی مثبت باشد. که اگر صفحه نمایشگر ولت سنج عدد منفی را نشان دهد، حتما اتصال قطب‌های + و - سلول به قطب‌های + و - ولت سنج اشتباه انجام شده (شکل صفحه قبل) ولی به هر حال ما همواره E° سلول را به صورت عددی مثبت گزارش می‌دهیم.

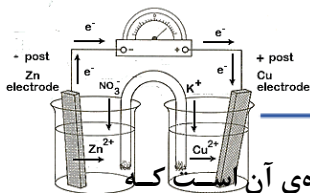
**نکته 2:** هر چه E° یک الکترود استاندارد منفی‌تر باشد (عددی که ولت سنج نشان می‌دهد)، نشان دهنده آن است که تراکم بار منفی (در مقایسه با SHE) روی الکترود مورد نظر بیشتر است و آمادگی الکترود مورد نظر برای دادن الکترون بیشتر است به همین دلیل می‌گوییم الکترود مورد نظر کاهنده‌تر است.

با توجه به پتانسیل‌های الکترودی زیر؛ Mn کاهنده‌تر از Sn می‌باشد

$$E^\circ (\text{Mn}^{2+} / \text{Mn}) = - 1/18 \text{ V}$$

$$E^\circ (\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}) = - 0/14 \text{ V}$$





نکته ③: هرچه  $E^{\circ}$  یک الکتروود استاندارد مثبت تر باشد (عددی که ولت سنج نشان می دهد)، نشان دهندهی آن الکترود تراکم بار مثبت (در مقایسه با SHE) روی الکتروود مورد نظر بیشتر است و آمادگی الکتروود مورد نظر برای گرفتن الکترون بیشتر است به همین دلیل می گوئیم الکتروود مورد نظر اکسنده تر است.

با توجه به پتانسل های الکتروودی زیر؛ Ag اکسنده تر از Cu می باشد

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

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

## سری الکتروشیمیایی و کاربردهای $E^{\circ}$ : (جدول پتانسیل های کاهش استاندارد)

- ⊖ پتانسیل الکتروودی استاندارد را با نماد  $E^{\circ}$  نشان می دهند به  $E^{\circ}$  سلولها، نیروی الکتروموتوری (emf) گفته می شود.
- ⊖  $E^{\circ}$  عددی بر حسب ولت است که نشان دهندهی میزان تمایل یک گونه برای جذب الکترون و کاهش یافتن است.
- ⊖ همانطور که قبلا اشاره کردیم بنابه قرارداد، پتانسیل الکتروودی استاندارد را به صورت پتانسیل کاهش در نظر می گیریم و آن را با نماد  $E^{\circ}$  نشان می دهیم.

### گونه های کاهنده $\rightleftharpoons + ne$ گونه های اکسنده

#### یادمان باشد:

- ① در مقایسه قدرت اکسنده گی به گونه های سمت چپ توجه می کنیم، گونه ای که  $E^{\circ}$  مثبت تری دارد اکسنده قویتری است.
- ② در مقایسه قدرت کاهنده گی به گونه های سمت راست توجه می کنیم، گونه ای که  $E^{\circ}$  منفی تری دارد کاهنده قویتری است.



در مقایسه قدرت اکسنده گی به گونه های سمت چپ توجه می کنیم

در مقایسه قدرت کاهنده گی به گونه های سمت راست توجه می کنیم

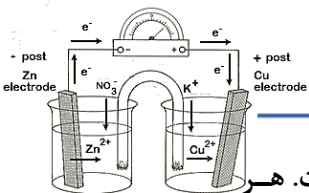
گونه های کاهنده  
گونه های اکسنده

- ❖ هرچه  $E^{\circ}$  منفی تر (کوچک تر)  $\leftarrow$  گونه کاهندهی قوی تر؛ پس اکسایش راحت تر (شاهد کاهش جرم الکتروود خواهیم بود)
- ❖ هرچه  $E^{\circ}$  مثبت تر (بزرگ تر)  $\leftarrow$  گونه اکسندهی قوی تر؛ پس کاهش راحت تر (شاهد افزایش جرم الکتروود خواهیم بود)

• اگر فلزها و سایر عناصر را به ترتیب افزایش پتانسیل کاهش استاندارد ( $E^{\circ}$ ) رتبه بندی کنیم، مجموعه ای سودمندی به نام «سری الکتروشیمیایی» بدست می آید.

☑ در سری الکتروشیمیایی، عنصرهایی که  $E^{\circ}$  کم تر (منفی تر) دارند در بالای جدول و عنصرهای با  $E^{\circ}$  بزرگ تر در پایین سری قرار می گیرند. (هیدروژن در میانه جدول،  $E^{\circ} = 0$  قرار دارد)





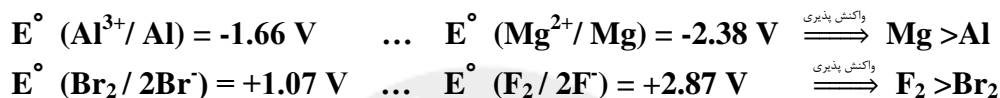
✓ کم ترین  $E^\circ$  مربوط به فلز Li است، پس این فلز کاهنده ترین و اکسایش یافتنی ترین عنصر سری است. هر عنصری که در برابر Li قرار گیرد، کاهش می یابد.

✓ بیش ترین  $E^\circ$  مربوط به گاز  $F_2$  است، پس  $F_2$  اکسنده ترین و کاهش یافتنی ترین عنصر جدول سری الکتروشیمیایی است. هر عنصری که در برابر  $F_2$  قرار گیرد، اکسایش می یابد.

## کاربردها $E^\circ$

### مقایسه واکنش پذیری فلزات و نافلزات

فلز با  $E^\circ$  منفی تر و نافلز با  $E^\circ$  مثبت تر، واکنش پذیری بیشتری دارد:



### مقایسه قدرت اکسندگی و کاهش دگی

گونه ای که  $E^\circ$  بزرگتر (مثبت تر) دارد، راحت تر کاهش می یابد و اکسندهای قوی تری است.

گونه ای که  $E^\circ$  کوچکتر (منفی تر) دارد، راحت تر اکسایش می یابد و کاهش دهای قوی تری است.

یون  $\text{Ag}^+$  ( $E^\circ = +0.8 \text{ V}$ ) نسبت به یون  $\text{Cu}^{2+}$  ( $E^\circ = +0.34 \text{ V}$ ) اکسندهای قوی تری است.

### تشخیص قطب سلول گالوانی

گونه ای که  $E^\circ$  بزرگتر (مثبت تر) قطب کاتد (+) سلول گالوانی را تشکیل می دهد.

گونه ای که  $E^\circ$  کوچکتر (منفی تر) قطب آند (-) سلول گالوانی را تشکیل می دهد.

بین یون  $\text{Ag}^+$  و  $\text{Cu}^{2+}$  ... فلز  $\text{Ag}$  قطب کاتد و  $\text{Cu}$  قطب آند را تشکیل می دهد.

### محاسبه ولتاژ تولیدی سلول ها

$$E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{c}} - E^\circ_{\text{a}}$$

با استفاده از رابطه:  $E^\circ_{\text{cell}} =$

$$E^\circ_{\text{Ag}} - E^\circ_{\text{Cu}} = 0.81 - 0.34 = 0.47 \text{ V}$$

لیتیم

پتاسیم

کلسیم

سدیم

منگنز

زینک

کروم

فروس

نیکل

مس

سرب

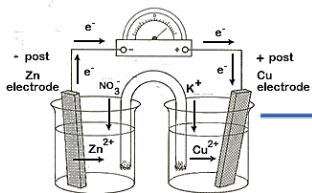
Li
K
Ba
Ca
Na
Mg
Al
Mn
Zn
Cr
Fe
Co
Ni
Sn
Pb
H
Cu
Ag
Hg
pd
Pt
Au
F

افزایش قدرت اکسندهی (الکترون گیری) کاهش قدرت کاهش دگی (الکترون دهی)







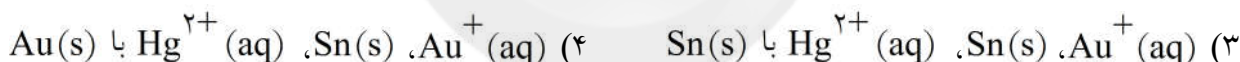
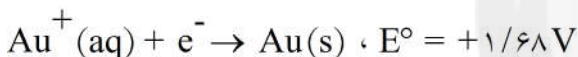
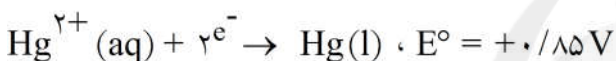
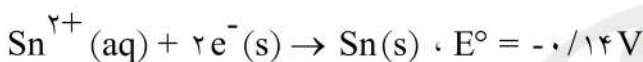


۱- اگر فلز M بتواند نقره را از محلول نقره نیترات آزاد کند اما بر محلول نمکهای آهن بی اثر باشد، کدام ترتیب درباره قدرت الکترون دهی (کاهندگی) فلزهای M، Ag و Fe درست است؟

$$\text{Fe} > \text{M} > \text{Ag} \quad (۱) \quad \text{Fe} > \text{Ag} > \text{M} \quad (۲) \quad \text{M} > \text{Ag} > \text{Fe} \quad (۳) \quad \text{M} > \text{Fe} > \text{Ag} \quad (۴)$$

گزینه ۱ صحیح است. چون فلز M نقره را از محلول نقره آزاد می کند پس قدرت الکترون دهی آن بیشتر از Ag است، یعنی کاهنده قوی تری از نقره می باشد. اما چون فلز M نمی تواند آهن را از محلول آن آزاد کند می توان نتیجه گرفت که قدرت الکترون دهی آن کمتر از Fe می باشد. پس ترتیب زیر در مقایسه قدرت الکترون دهی (کاهندگی) بدست می آید:  $\text{Fe} > \text{M} > \text{Ag}$ .

۲- با توجه به نیم واکنش های زیر، قوی ترین اکسنده و قوی ترین کاهنده، به ترتیب از راست به چپ کدام اند و واکنش کدام دو گونه ی شیمیایی با هم، در شرایط استاندارد انجام پذیر است؟



گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۳- اگر در واکنش:  $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s})$  که با وارد کردن تیغی فلز

روی در ۲۰۰ میلی لیتر محول ۰/۲ مولار نقره نیترات انجام گرفته و کامل شده است، ۲/۴۱۶ گرم بر جرم تیغی روی افزوده شده باشد، بازده درصدی واکنش (بر اساس جرم ذرات نقره جانشین شده بر سطح تیغی روی)، کدام است؟

(حجم محلول ثابت فرض شود؛  $\text{Zn} = ۶۵, \text{Ag} = ۱۰۸ \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

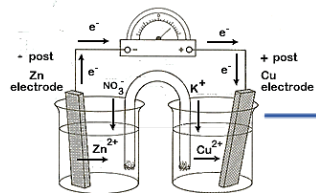
$$۶۰ \quad (۱) \quad ۶۵ \quad (۲) \quad ۸۰ \quad (۳) \quad ۸۵ \quad (۴)$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\text{افزایش g} = ۲۰۰ \text{ mL} \times \frac{۰/۲ \text{ mol AgNO}_3}{۱۰۰۰ \text{ mL}} \times \frac{(۲ \times ۱۰۸ - ۶۵) \text{ g}}{۲ \text{ mol AgNO}_3} = ۳/۰۲ \text{ g}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{۲/۴۱۶}{۳/۰۲} \times ۱۰۰ = \%۸۰$$





$$\text{I) } E^\circ [M^{2+}(\text{aq}) / M(\text{s})] = -0.186 \text{ V}$$

$$\text{II) } E^\circ [A^{2+}(\text{aq}) / A(\text{s})] = +0.34 \text{ V}$$

$$\text{III) } E^\circ [D^{2+}(\text{aq}) / D(\text{s})] = -0.25 \text{ V}$$

۴- کدام گزینه با توجه به  $E^\circ$  الکترودهای زیر، نادرست است؟  
 (۱) فلز M، از دو فلز دیگر، کاهنده تر است.

(۲) کاتیون  $A^{2+}$ ، از دو کاتیون دیگر، اکسندتر است.

(۳) در سلول گالوانی تشکیل شده از الکترودهای II و III، الکتروود II نقش کاتد را دارد.

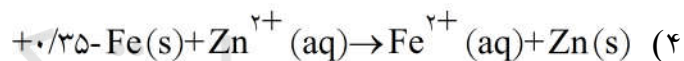
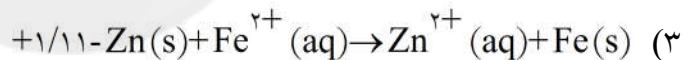
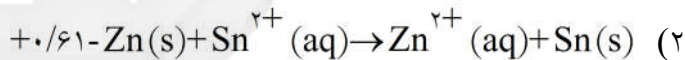
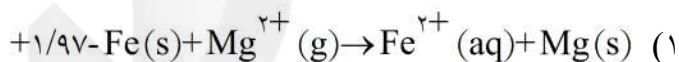
(۴) واکنش:  $A(\text{s}) + M^{2+}(\text{aq}) \rightarrow A^{2+}(\text{aq}) + M(\text{s})$ ، در شرایط استاندارد، خودبه خودی است.

گزینه ی ۴ پاسخ صحیح است. زیرا  $M^{2+}$  توانایی گرفتن الکترون از عنصر A را ندارد و پتانسیل آن کم تر است. فلز M به علت داشتن پتانسیل کم تر کاهنده تر است. (گزینه ی ۱) و کاتیون  $A^{2+}$  از دو کاتیون دیگر اکسندتر است. (گزینه ی ۲) و چون پتانسیل بیش تری دارد و کاتد سلول قرار می گیرد. (گزینه ی ۳).

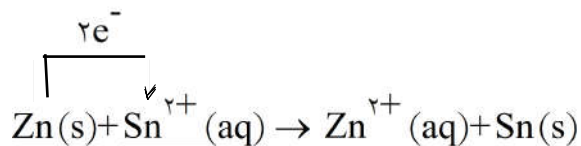
۵- با توجه به داده های زیر، کدام واکنش در شرایط استاندارد، به طور خودبه خود پیشرفت می کند و  $E^\circ$  آن برابر چند ولت است؟

$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe}(\text{s})) = -0.41 \text{ (ولت)}, E^\circ(\text{Zn}^{2+}(\text{aq})/\text{Zn}(\text{s})) = -0.76 \text{ (ولت)}$$

$$E^\circ(\text{Mg}^{2+}(\text{aq})/\text{Mg}(\text{s})) = -2.38 \text{ (ولت)}, E^\circ(\text{Sn}^{2+}(\text{aq})/\text{Sn}(\text{s})) = -0.15 \text{ (ولت)}$$



گزینه ی ۲ پاسخ صحیح است. معادله ی واکنش گزینه ی ۲ با انتقال الکترون از Zn(s) به  $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$  انجام می پذیرد.

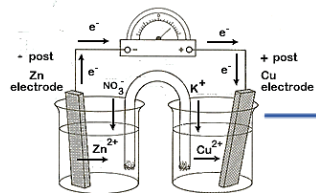


کاهش اکسایش

$$E^\circ(\text{واکنش}) = E^\circ(\text{کاهش}) - E^\circ(\text{اکسایش}) = (-0.15) - (-0.76) = +0.61 \text{ > 0}$$

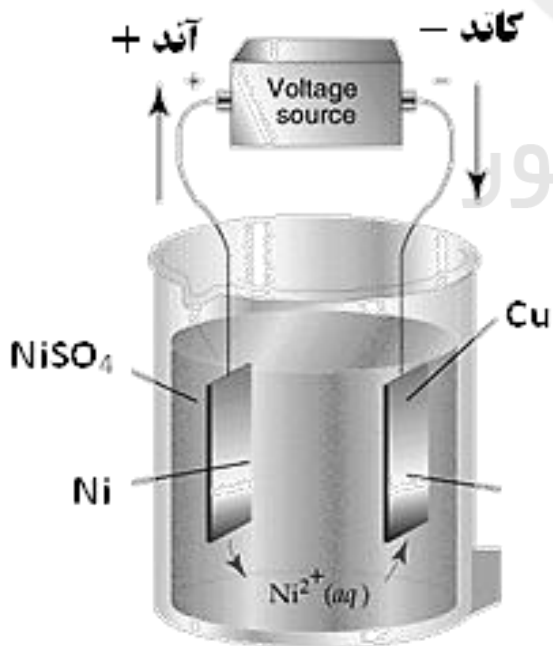
$E^\circ$  واکنش عددی مثبت است و نشان می دهد این واکنش به طور خودبه خود پیشرفت می کند.

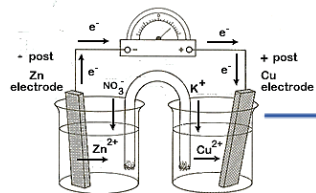




## جدول مقایسه‌ای انواع سلول‌های الکتروشیمیایی

سلول‌های الکترولیتی	سلول‌های گالوانی
<ol style="list-style-type: none"> <li>از یک سلول واحد تشکیل شده اند</li> <li>انرژی شیمیایی → انرژی الکتریکی</li> <li>واکنش‌های Red-Ox به صورت غیر خودی</li> <li>سطح انرژی فرآورده‌ها پایین‌تر از واکنش دهنده‌ها پایین‌تر از فرآورده هاست</li> <li>فاقد پل نمکی و دارای منبع جریان مستقیم (نه متناوب)</li> <li>کاتد دارای قطب (-) و آند دارای قطب (+) می باشد</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>از دو نیم سلول مستقل تشکیل شده اند</li> <li>انرژی الکتریکی → انرژی شیمیایی</li> <li>واکنش‌های Red-Ox به صورت خودی</li> <li>سطح انرژی فرآورده‌ها پایین‌تر از واکنش دهنده هاست</li> <li>دارای پل نمکی و دارای مصرف کننده ی برق</li> <li>کاتد دارای قطب (+) و آند دارای قطب (-) می باشد</li> </ol>
<p><b>در هر دو نیم واکنش اکسایش در آند و نیم واکنش کاهش در کاتد انجام می شود</b></p> <p><b>در هر دو حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی، از آند به کاتد است</b></p>	
<p>از انواع سلول الکترولیتی:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ دستگاه برقکافت (الکترولیز)</li> <li>❖ دستگاه آبکاری</li> <li>❖ سلول‌های خالص سازی (پالایش) فلزات</li> </ul>	<p>از انواع سلول گالوانی:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ سلول‌های غلظتی</li> <li>❖ سلول‌های گالوانی نوع اول (غیر قابل شارژ) مانند: باتری‌های خشک و قلیایی // سلول‌های سوختی</li> <li>❖ سلول‌های گالوانی نوع دوم (قابل شارژ) مانند: باتری‌های تر (انباره ای) // باتری‌های Ni - Cd</li> </ul>



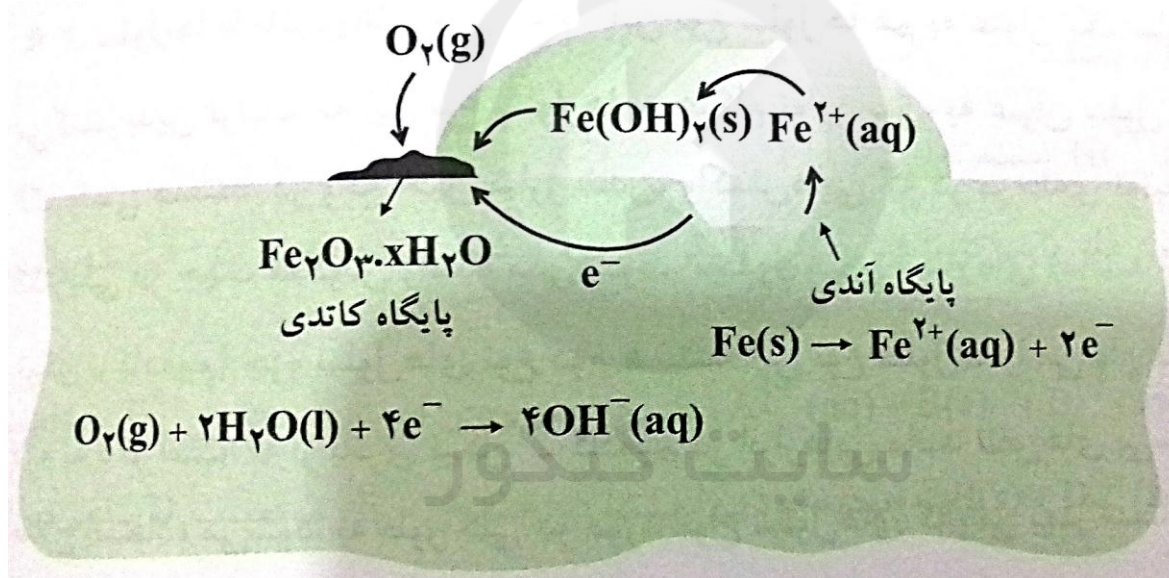


## خوردگی.....

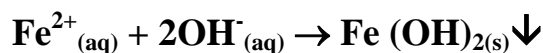
به تَرَد و خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش، ((خوردگی)) می‌گویند. همه فلزات، به جزء فلزهای نجیب ( و طلا، پلاتین، پالادیوم) در شرایط مناسب با اکسیژن ترکیب شده و به طور خود به خودی اکسید می‌شوند.

### ✓ عوامل مؤثر بر خوردگی فلزها، عبارتند از:

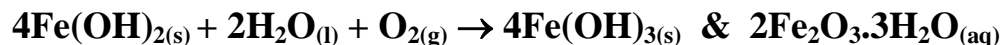
- I. حضور اکسیژن یا هوا در تماس با فلز.
  - II. حضور آب یا رطوبت در تماس با فلز.
  - III. مجاورت با محیط اسیدی و حضور یون ها (مملول الکترولیت) بر سرعت خوردگی فلزات می‌افزاید.
- ⚡ وقتی یک قطعه‌ی آهنی، در تماس با یک قطره‌ی آب و هوا قرار می‌گیرد، نوعی سلول الکتروشیمیایی گالوانی تشکیل می‌شود که منجر به اکسایش و خوردگی آهن می‌شود. (در واقع، Fe در نقش آند و O<sub>2</sub> در نقش کاتد می‌باشد)

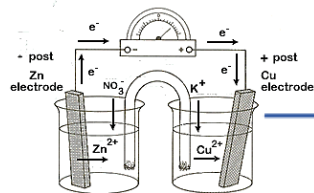


⚡ یون های Fe<sup>2+</sup>، از درون قطره‌ی آب، عبور کرده و به پایگاه کاتدی می‌رسند و در آنجا با یون های OH<sup>-</sup>(aq) ترکیب شده و به Fe(OH)<sub>2</sub> تبدیل می‌شوند:



⚡ رسوب هیدروکسید آهن به نوبه‌ی خود، با O<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>O واکنش دارد و مجدداً اکسایش می‌یابد و به رسوب Fe(OH)<sub>3</sub> یا Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O (آپوشیده، تبدیل می‌شود):





## حفاظت کاتدی.....

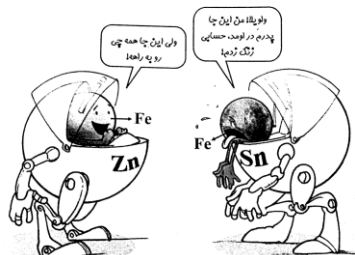
برای جلوگیری از خوردگی آهن، روش های مختلفی به کار می رود. از جمله:

- ۱- رنگ کاری
- ۲- قیر اندود کردن یا روغن مالی
- ۳- استفاده از روکش فلزی بر روی قطعات آهنی به روش آبلکاری
- ۴- حفاظت کاتدی (یکی از مهم ترین و پربکارترین روش های محافظت فلزهاست)

### حفاظت کاتدی آهن

روشی که در آن، آهن را با یک فلز فعال تر از خودش مانند Zn یا Mg مجاور می کنند. در این صورت فلزهای با  $E^{\ominus}$  منفی تر از آهن، نقش آند را ایفا کرده و با خود گذشتگی از خود، خودشان اکسایش یافته و خورده می شوند و از آهن محافظت می کنند. (آهن در نقش کاتد می باشد)

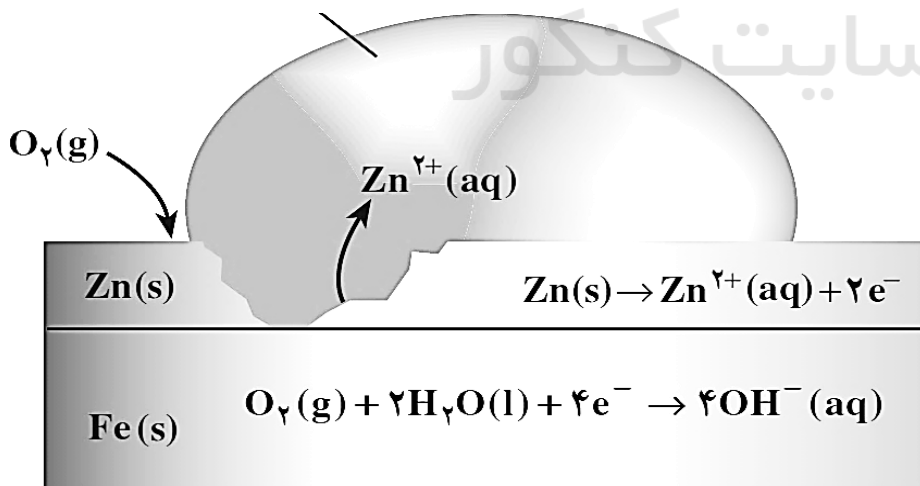
اگر در فلز که با یکدیگر در تماس هستند، در معرض هوا و رطوبت قرار گیرند، نوعی سلول گالوانی به وجود می آید، که فلز فعال تر (با  $E^{\ominus}$  منفی تر) فرای فلز کم فعال (با  $E^{\ominus}$  مثبت تر) شده و فلز با  $E^{\ominus}$  مثبت تر، و فلز با  $E^{\ominus}$  مثبت تر، حفاظت کاتدی می شود.



### ● گالوانیزه (آهن سفید):

آهن با روکش Zn را، گالوانیزه یا آهن سفید گویند.

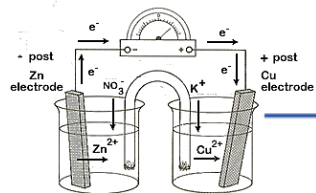
هرگاه خراشی در سطح آهن سفید ایجاد شود، در محل خراش یک سلول گالوانی تشکیل می شود که در این سلول، Zn دارای  $E^{\ominus}$  منفی تر از آهن) به عنوان آند اکسایش یافته و آهن (Fe) به عنوان کاتد نجات می یابد و از خوردگی محافظت می شود.



**نکته:** الکترون های حاصل از اکسایش فلز Zn، در سطح فلز آهن و در حضور رطوبت به اکسیژن هوا داده می شود. (در نتیجه آهن به عنوان کاتد عمل کرده، از خوردگی می گریزد)...

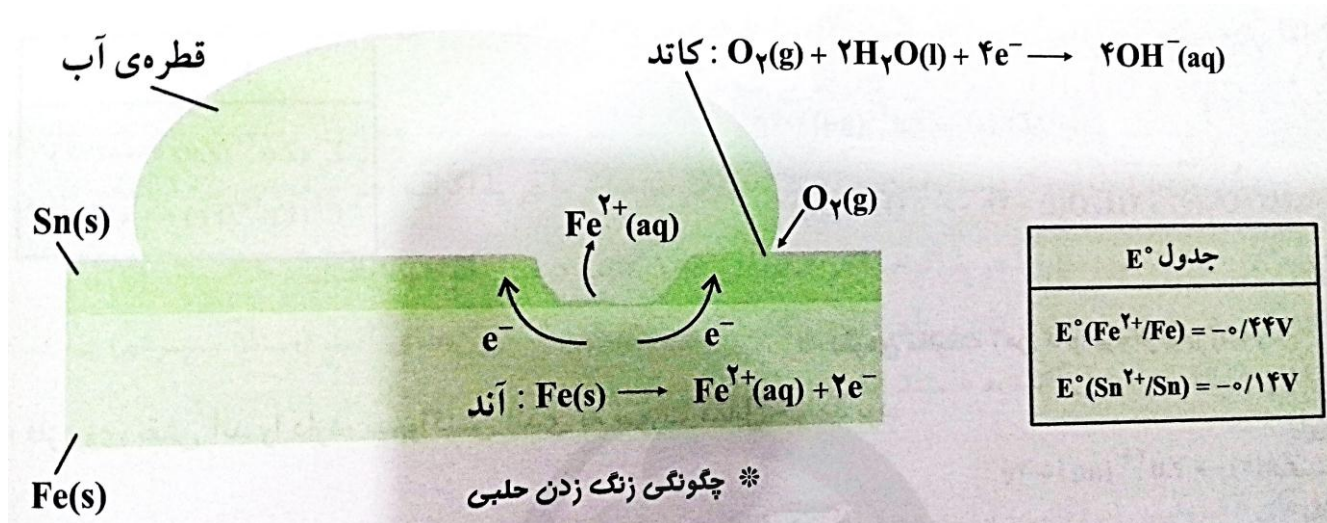
### ● حلیه:





### آهن با روکش Sn (قلع) را حلبی می گویند.

در اثر ایجاد خراش در سطح حلبی، چون  $E^0$  آهن کوچک تر (منفی تر) از  $E^0$  قلع است، فلز آهن به عنوان آند عمل کرده و دچار خوردگی می شود و فلز قلع از خوردگی می گریزد. (عکس گالوانیزه)



### برقکافت

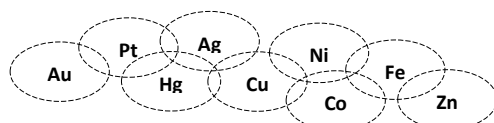
نمونه ای از کاربرد سلول های الکترولیتی می باشد. همان طور که قبلاً اشاره کردیم در سلول های الکترولیتی، الکترولیت می تواند به صورت محلول یک ترکیب یونی و یا به صورت مایع مذاب یک ترکیب یونی باشد.

یون های موجود در الکترولیت که آزادانه حرکت می کنند پس از برقراری جریان الکتریکی و به وجود آمدن دو الکتروود + (آند) و - (کاتد) در داخل الکترولیت، دیگر یون ها آزادانه حرکت نخواهند کرد و تحت تاثیر میدان الکتریکی به وجود آمده به سمت الکتروودی با بار مخالف خود حرکت می کنند. (یون های + به سمت کاتد و یون های - به سمت آند)

هنگامی که این یون ها به سطح الکتروود می رسند به ترتیب، واکنش کاهش در کاتد (کاتیون ها کاهش می یابند) و واکنش اکسایش در آند (آنیون ها اکسایش می یابند) اتفاق می افتد. برای وقوع چنین واکنشی یون ها در رقابت با هم هستند:

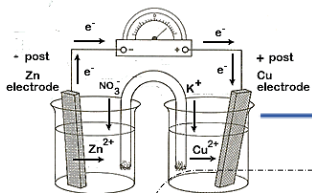
**رقابت کاتیون ها..** در کاتد الکترولیت برای بدست آوردن الکترون ها: (کاتیونی برنده است که  $E^0$  آن

مثبت تر "بزرگتر" باشد)



کاتیون های گروه ۱ و ۲ و  $\text{Al}^{3+}$  و  $\text{Mn}^{2+}$





**رقابت آنیون‌ها...** در آند الکترولیت برای از دست دادن الکترون‌ها: (آنیونی برنده است که  $E^0$  آن منفی‌تر "کوچکتر" باشد)



(بازی)

(غلیظ)

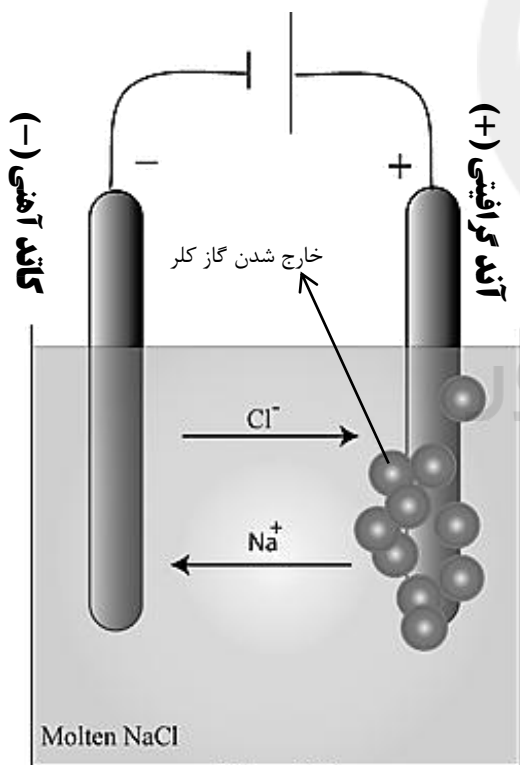
 $\text{H}_2\text{O}$ 

(رقیق)

## یادآوری:

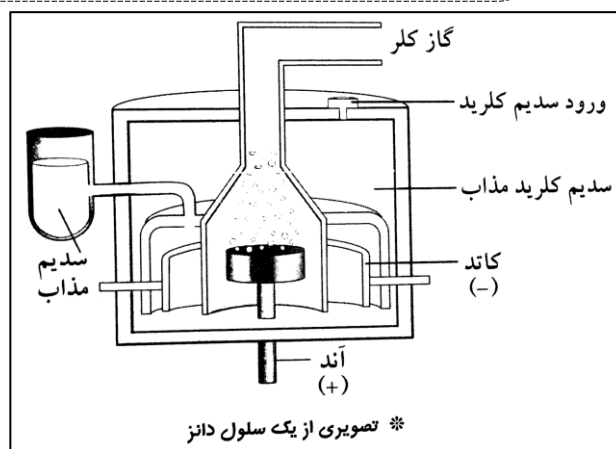
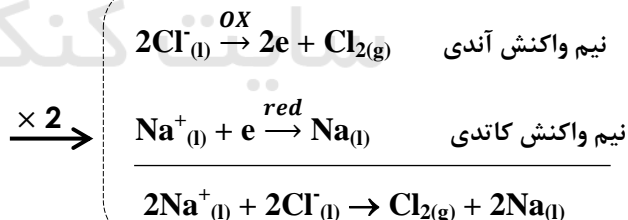
در سلول‌های الکتروشیمیایی در مدار خارجی (سیم‌های رابط)، آنیون‌ها به سمت کاتد و کاتیون‌ها به سمت آند در حرکتند ولی در مدار داخلی (پل نمکی / محلول الکترولیت)، آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد در حرکتند.

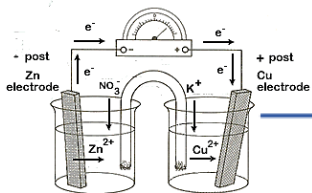
**در پدیده‌ی برقکافت (الکترولیز)، ماده‌ای را که می‌فواهیم بر خلافت کنیم در یک طرف می‌ریزیم سپس به داخل این ظرف دو الکترود (زغالی یا پلاتینی) که جنس دو الکترود معمولاً یکسان است وارد می‌کنیم، سپس این دو الکترود را به پیران برق وصل می‌کنیم تا واکنش‌های کاتدی و آندی رخ دهند. برای مثال:**



## □ برقکافت سدیم کلرید مذاب $\text{NaCl}_{(l)}$

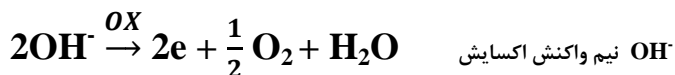
از طریق برقکافت سدیم کلرید مذاب، در سلول دانز، می‌توان در مقیاس صنعتی فلز سدیم (که به حالت آزاد در طبیعت وجود ندارد) و همچنین گاز کلر تولید نمود.





**نکته ۱:** محصولات آنری و کاتری به ترتیب  $\text{Cl}_2(\text{g})$  و  $\text{Na}(\text{l})$  هستند.

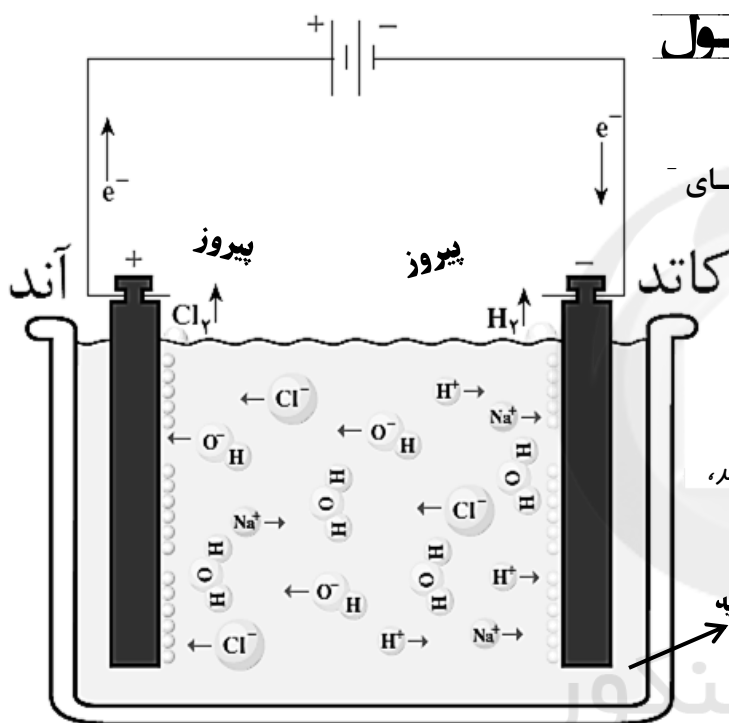
**نکته ۲:** لازم به ذکر می باشد که در همه الکترولیزها ( به جز آنهایی که محلول الکترولیت شان به صورت مایع مذاب باشد ) ما همیشه نیم واکنش اکسایش  $\text{OH}^-$  و نیم واکنش کاهش  $\text{H}^+$  را خواهیم داشت:



## □ برقکافت سدیم کلرید محلول

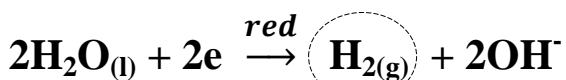
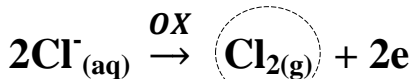
### $\text{NaCl}(\text{aq})$

در برقکافت  $\text{NaCl}(\text{aq})$ ، علاوه بر یون های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$ ، یون های  $\text{OH}^-$  و  $\text{H}^+$  حاصل از  $\text{H}_2\text{O}$  را هم خواهیم داشت که باهم در رقابت خواهند بود...

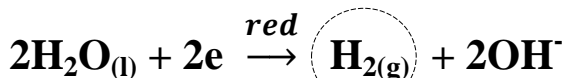
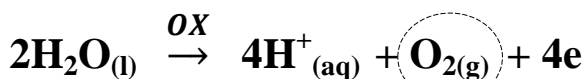


**نکته:** بسته به غلیظ یا رقیق بودن محلول سدیم کلرید، محصولات آنری و کاتری متفاوت خواهد بود.

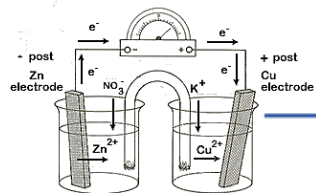
$\text{NaCl}(\text{aq})$  غلیظ



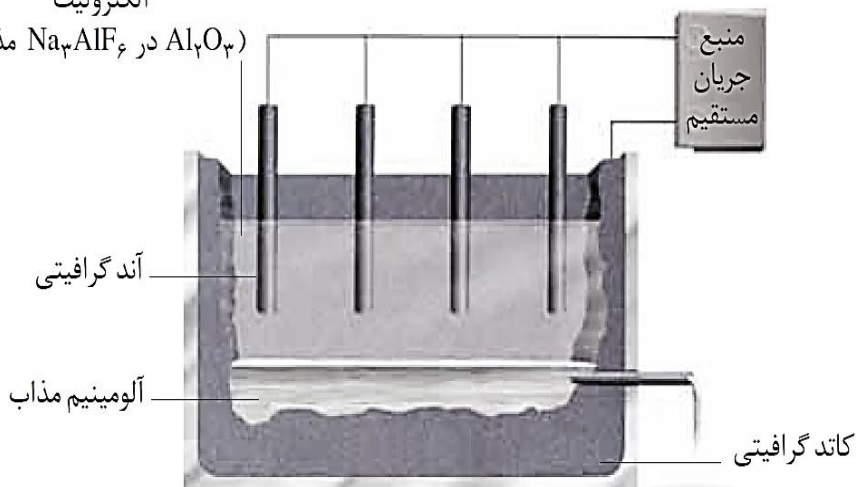
$\text{NaCl}(\text{aq})$  رقیق







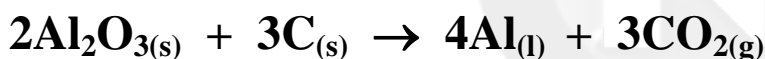
الکترولیت  
( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  در  $\text{Al}_2\text{O}_3$  مذاب)



حل می کنند و سپس الکترولیز (برقکافت) می کنند که طی آن آلومینیم استخراج می گردد...

در این الکترولیز، چندین تیغه ی آندی از جنس گرافیت و یک کاتد از جنس گرافیت وجود دارد که محصول کاتدی،  $\text{Al(l)}$  می باشد. (الکترولیت همان  $\text{Al}_2\text{O}_3$  در  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  مذاب می باشد ...)

### واکنس کلی فرآیند حال به صورت زیر می باشد:



آلومینا (آلومینیم اکسید)      آند گرافیتی      محصول کاتدی      محصول آندی

○ از بین کاتیون های الکترولیت ( $\text{Al}^{3+}$ ،  $\text{Na}^+$  و  $\text{Al}^{3+}$ ) پیروز خواهد شد.

○ از بین آنیون های الکترولیت ( $\text{O}^{2-}$  و  $\text{AlF}_6^{3-}$ ) پیروز خواهد شد.

چون فرآیند حال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی، هزینه ی بالایی را دربر دارد، از این رو بازیافت فلز  $\text{Al}$  اهمیت به سزایی را خواهد داشت.

## آبکاری

پوشاندن یک جسم، با لایه ی نازکی از یک فلز، به کمک یک سلول الکترولیتی «آبکاری» نامیده می شود.

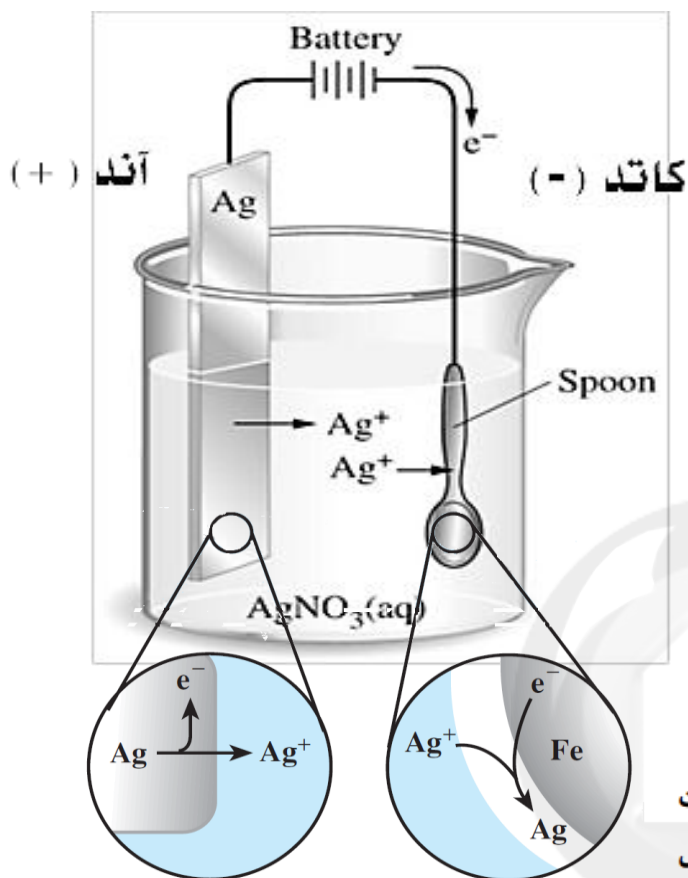
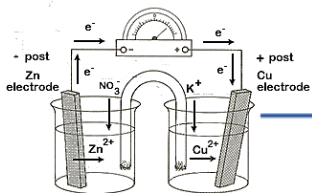
### برای انجام فرآیند آبکاری در سلول الکترولیتی، شرایط زیر در نظر گرفته می شود:

1 جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می شود، باید رسانای جریان برق باشد.

2 الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری، باید دارای یون های فلزی باشد، که قرار است لایه نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد. به عنوان مثال: در آبکاری با نقره، محلول  $\text{AgNO}_3$  (نقره نیترات) را به عنوان الکترولیت، مورد استفاده قرار می دهند.

3 جسمی که باید روکش روی آن را بپوشاند، باید به قطب (-) سلول، (همان کاتد که باید رسانای جریان برق هم باشد!!!) و قطعه ی خالصی که قرار است به عنوان روکش روی جسم قرار گیرد، باید به قطب (+) سلول، (همان آند) وصل گردد. [ آند لاغر و کاتد چاق میشود!!! ]





در سلول الکترولیتی  
روبرو، روکشی از نقره  
روی قاشق آهنی قرار  
می‌گیرد. (آبکاری با نقره)

محلول الکترولیت باید اسیدی باشد. اگر محلول الکترولیت اسیدی نباشد، یون های  $Ag^+(aq)$  بلافاصله آبکافت شده و قبل از آنکه بر روی قاشق آهنی کاهش یابند، به صورت  $AgOH(s)$  رسوب می‌کنند.



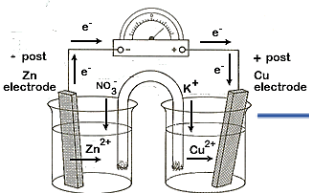
در جدول  $E^\circ$ :

$E^\circ$
فلزهای اصلی (به جز Sn و Pb)
$H_2O$
فلزهای واسطه (به جز Mn و V)

مثال: نمی‌توانیم قاشق آهنی را با محلول آبی دارای یون  $Al^{3+}$  آبکاری کنیم.

در فرایند آبکاری باید جایگاه فلز پوشاننده (آند) در جدول  $E^\circ$  پایین تر از جایگاه  $H_2O$  باشد. اگر جایگاه آند در جدول  $E^\circ$  بالاتر از  $H_2O$  باشد، پس از اکسایش فلز پوشاننده در آند، کاتیون های موجود در الکترولیت در رقابت برای کاهش (الکترون گیری) در کاتد به مولکول های  $H_2O$  می‌بازند و در کاتد کاهش می‌یابد و گاز هیدروژن آزاد می‌شود.





## سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

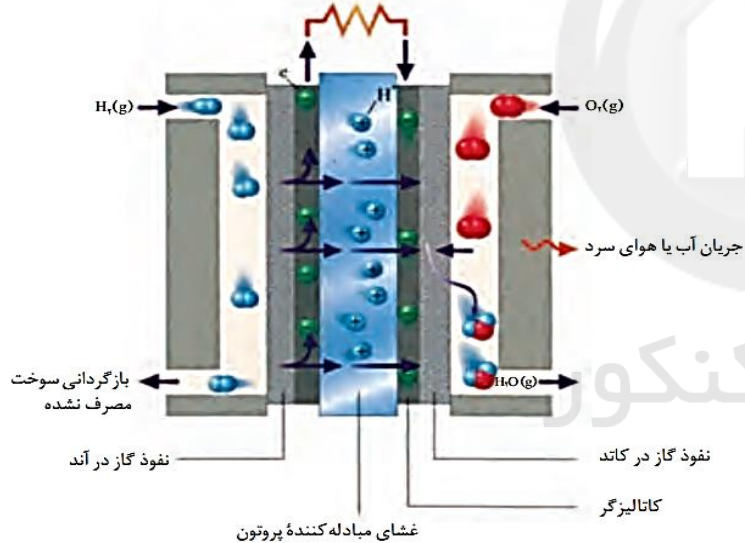
سلول سوختی ساختاری همانند سلول گالوانی دارد.

در رایج ترین سلول سوختی، 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. (واکنش شدید سوختن هیدروژن در اکسیژن که به تولید آب می انجامد، به طور کاملاً کنترل شده انجام می شود و به این ترتیب، انرژی گرمایی زیاد حاصل از واکنش این دو گاز، به صورت انرژی الکتریکی در دسترس قرار می گیرد.

هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد: غشا - الکتروود آند - الکتروود کاتد.

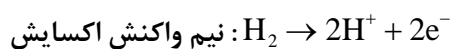
در واقع آند و کاتد کاتالیزگرهایی هستند که انجام نیم واکنش اکسایش و نیم واکنش کاهش را آسان تر می کنند.

مدار الکتریکی (بازده ۴۰٪)



نوعی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

در سمت آند، گاز هیدروژن ورودی با نفوذ در آند یونیده می شود و تولید یون  $H^+$  و الکترون می کند.



گاز هیدروژن مصرف نشده نیز از خروجی کنار الکتروود آندی خارج شده و مجدداً بازگردانی می شود.

غشای مبادله کننده ی پروتون، فقط اجازه ی عبور و انتقال بار مثبت ( $H^+$ ) را از خود می دهد و الکترون ها باید از مدار الکتریکی سلول عبور می کنند.

## شیمی زندگی

در طول سده ی گذشته، بنزین مناسب ترین سوخت برای حرکت خودروها بوده است.

بنزین را از تقطیر نفت خام تهیه می کنند.

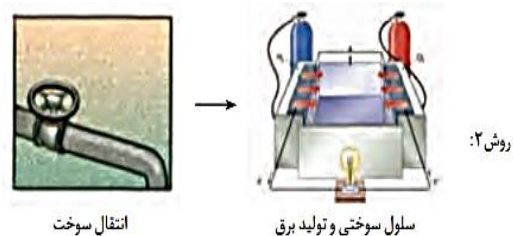
یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت های فسیلی به ویژه در خودروها؛ به دلیل:

- اگرچه نفت خام زیادی در دل زمین وجود دارد؛ اما این اندوخته ها در مکان هایی قرار دارند که دسترسی به آن ها بسیار دشوار است.

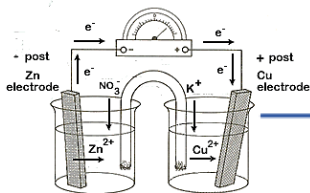
- گسترش روزافزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی

جایگزین: استفاده از سلول های سوختی

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



سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر (۶۰ درصد) افزایش می دهد.



## تأمین سوخت سلول

بزرگترین چالش در کاربرد سلول های سوختی، تولید گاز هیدروژن در مقیاس صنعتی است.

۲ روش تهیه ی گاز هیدروژن :

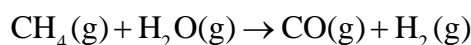
▪ برقکافت آب :



این واکنش با مصرف انرژی الکتریکی همراه است.

این واکنش، افزون بر هزینه ی بالا، آلاینده گی محیط زیست را نیز به دنبال دارد.

▪ واکنش بخار آب با متان :

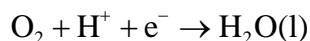
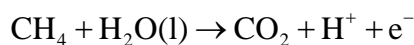


این واکنش صرفه ی اقتصادی دارد. اما برای تأمین سوخت باید گاز  $\text{H}_2$  تولید شده را جداسازی و خالص کنیم. زیرا وجود مقادیر اندک  $\text{CO}$  می تواند کاتالیزورها را در سلول سوختی مسموم کند و از کارایی آن ها بکاهد.

گاز هیدروژن کم ترین چگالی را در میان عنصرها دارد. از این رو حتی یک تانکر بسیار بزرگ نمی تواند مقدار زیادی از این گاز را حمل کند!

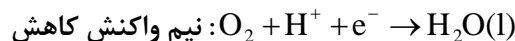
## سلول سوختی متان اکسیژن

در برخی سلول های سوختی، گاز متان به عنوان سوخت به کار می رود.



در سمت کاتد، گاز اکسیژن با الکترون هایی که از سمت آند آمده و یون های که از طریق الکترولیت آمده، واکنش داده و بخار آب تولید می شود.

بخار آب تولیدی به کمک جریان آب سرد یا جریان هوای سرد، مایع می شود و از خروجی کنار الکتروود کاتدی خارج می شود.



emf سلول :

$$E^\circ = 1.23 - 0 = 1.23\text{V}$$

اگر در عمل، ولت سنج نیروی الکتروموتوری این سلول را نشان دهد، بازده ی این سلول :

$$\text{ولتاژ سلول} \\ \text{بازده سلول} = \frac{E^\circ}{E_{\text{سلول}}} \times 100 \\ = \frac{0.7}{1.23} \times 100 = 57 \text{ درصد}$$

اصول کار سلول سوختی را کشف کرد ← ویلیام گرو

تولید سلول سوختی ← لودویک مند چارلز لنجر

ناسا از سلول های سوختی در سفینه های جیمینی و آپولو برای تهیه ی الکتروسیسته و آب مورد نیاز فضانوردان استفاده کرد.

در دهه ی هفتاد میلادی، فناوری سلول سوختی در وسایل خانگی و خودروها به کار گرفته شد.

از دهه ی هشتاد به بعد، شرکت بالارد کانادا، زیردریایی مجهز به سلول سوختی را ساخت.

هواپیمای سلول سوختی در سال ۲۰۰۰ با نیروی محرکه ی دوگانه (باتری خورشیدی + سلول سوختی) با توان شش ماه پرواز به بهره برداری رسید.

مزایا و معایب سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن :

کارایی و طول عمر کاتالیزگر : ✓

اثرات زیست محیطی : ✓

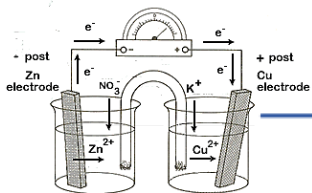
تولید و در دسترس بودن : ✗

هزینه تولید سلول : ✗

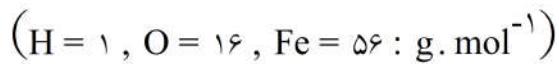
نگهداری و ایمنی سوخت : ✗

بازدهی سلول : ✓





۱- اگر در فرایند زنگ زدن آهن، در واکنش تبدیل فروهیدروکسید به فریک هیدروکسید،  $0/1$  مول گاز اکسیژن شرکت کند، تفاوت جرم واکنش دهنده‌ی جامد با جرم فراورده، چند گرم است؟



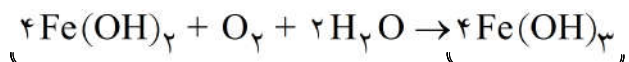
۸/۵ (۴)

۶/۸ (۳)

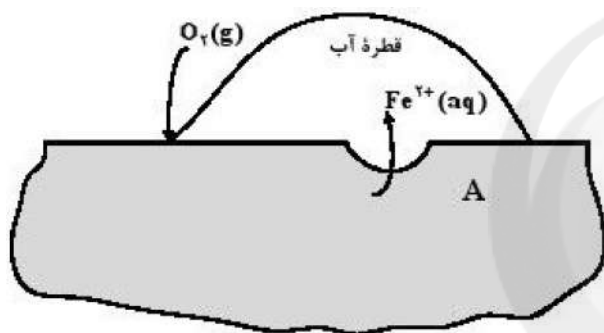
۳/۲ (۲)

۱/۷ (۱)

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\Rightarrow \text{اختلاف جرم} = 0/1 \times 4(107 - 90) = 6/8 g$$



۲- با توجه به شکل زیر که به زنگ زدن آهن مربوط است،

چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

\* پایگاه کاتدی در نقطه A قرار دارد.

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

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

\* جهت حرکت کاتیون‌های آهن در قطره‌ی آب، مخالف جهت حرکت الکترون‌ها در قطعه‌ی آهن است.

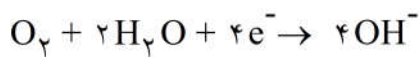
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

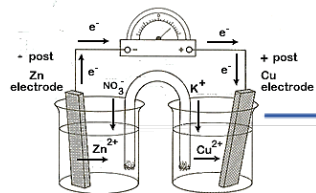
۱ (۱)

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نقطه‌ی A زیر قطره‌ی آب بوده و پایگاه آندی می‌باشد. نیم‌واکنش آندی در جایی که غلظت اکسیژن کم است، انجام می‌شود.

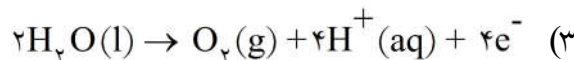
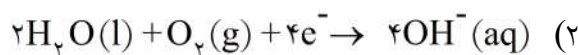
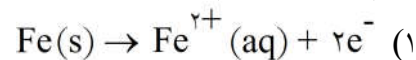


یون‌های  $Fe^{2+}$  در محلول، به سمت پایگاه کاتدی می‌روند. الکترون‌ها هم در قطعه‌ی آهن، به همان سمت می‌روند.





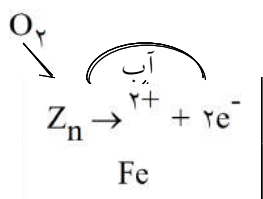
۳- کدام واکنش یا نیم واکنش در فرآیند زنگ‌زدن آهن در هوای مرطوب، دخالت ندارد؟



گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

۴- هر گاه در سطح آهن سفید، در هوای مرطوب خراشی به وجود آید، در محل آن خراش، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود و در نتیجه، ..... در نقش .....، ..... یافته و ..... می‌شود.

- (۱) Fe - کاتد - کاهش - خورده  
 (۲) Zn - آنود - اکسایش - خورده  
 (۳) Zn - کاتد - کاهش - محافظت  
 (۴) Fe - آنود - اکسایش - محافظت



گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. چون  $E_{\text{Zn}}^{\circ}$  کوچک‌تر از  $E_{\text{Fe}}^{\circ}$  است پس Zn نقش آنود دارد اکسایش یافته و خورده می‌شود.

۵- کدام گزینه درباره‌ی تهیه‌ی فلز سدیم در سلول دانز مطابق شکل روبه‌رو، نادرست است؟

(۱) C، آنود این سلول، از جنس گرافیت و B کاتد از جنس آهن است.

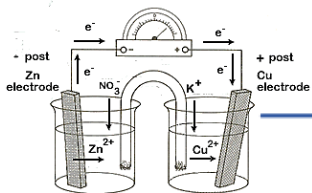
(۲) به ازای تولید هر مول فلز سدیم، نیم مول گاز کلر تشکیل می‌شود.

(۳) سدیم مذاب به دست آمده، در ظرف A درون آب سرد جمع‌آوری می‌شود.

(۴) برای پایین آوردن دمای ذوب سدیم کلرید مقداری کلسیم کلرید به آن می‌افزایند.

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. سدیم حتی با آب سرد به شدت واکنش می‌دهد و نمی‌توان آن را درون آب، جمع‌آوری کرد.





۶ - در یک کارگاه، از گاز کلر حاصل از یک سلول دانز برای تهیه‌ی مایع سفیدکننده‌ی خانگی (محلول ۵٪ جرمی از  $\text{NaClO}(\text{aq})$ ، طبق واکنش (موازنه نشده):  $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{NaClO}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ،

استفاده می‌شود. در این کارگاه به‌ازای تولید  $1/150 \text{ kg}$  فلز سدیم، به تقریب چند لیتر محلول سفیدکننده

( $d \approx 1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) تولید می‌شود؟

۷۴/۵ (۴)

۵۱/۵۶ (۳)

۳۷/۲۵ (۲)

۳۵/۷۸ (۱)

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



با توجه به یکسان بودن ضریب مولی  $\text{Cl}_2$  در دو واکنش، می‌توان نتیجه گرفت که  $2 \text{Na} \sim 1 \text{NaClO}$  بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{1/15 \times 10^3}{2 \times 23} = \frac{x}{1 \times 74/5} \Rightarrow x = 1/8625 \times 10^3 \text{ gNaClO}$$

$$\frac{5}{100} = \frac{1/8625 \times 10^3}{x} \Rightarrow x = 37/25 \times 10^3 \text{ g (محلول)}$$

$$37/25 \times 10^3 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL (محلول)}}{1 \text{ g (محلول)}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 37/25 \text{ L (محلول)}$$

۷ - کدام عبارت درباره‌ی فرآیند الکترولیز درست است؟

(۱) به روش الکترولیز محلول آبی پتاسیم کلرید، می‌توان فلز پتاسیم به دست آورد.

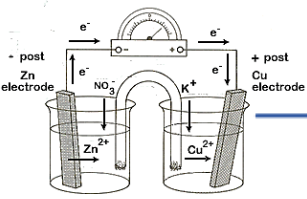
(۲) در سلول‌های الکترولیتی، قطب منفی، نقش آند را دارد.

(۳) در صنعت از الکترولیز محلول نسبتاً غلیظ آب نمک، گاز کلر تهیه می‌کنند.

(۴) در الکترولیز محلول مس (II) کلرید، در کاتد مولکول‌های  $\text{H}_2\text{O}$  به جای یون‌های  $\text{Cu}^{2+}$  کاهیده می‌شوند

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از الکترولیز محلول آب نمک غلیظ در صنعت، گاز کلر، هیدروژن و سود به دست می‌آید.





۸ - در فرایند برقکافت آب نمک غلیظ نسبت جرمی گاز آزاد شده در آند به جرم آزاد شده در کاتد، ..... است

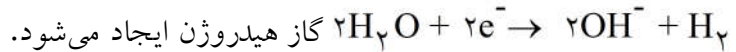
و حجم آن‌ها در شرایط یکسان ..... است.  $(H = 1, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5 : g.mol^{-1})$

(۱) ۷۱، برابر (۲) ۷۱، نابرابر (۳) ۳۵/۵، برابر (۴) ۳۵/۵، نابرابر

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در برقکافت آب نمک غلیظ در آند، گاز کلر و در کاتد گاز هیدروژن آزاد می‌شود. در

آند، در رقابت بین  $Cl^-$  و  $H_2O$ ، یون  $Cl^-$ ، اکسایش می‌یابد و طبق نیم‌واکنش  $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ ، گاز کلر

آزاد می‌شود و در کاتد، در رقابت بین  $Na^+$  و  $H_2O$ ، کاهش می‌یابد و طبق نیم‌واکنش



$$\frac{\text{جرم } Cl_2}{\text{جرم } H_2} = \frac{71}{2} = 35.5$$

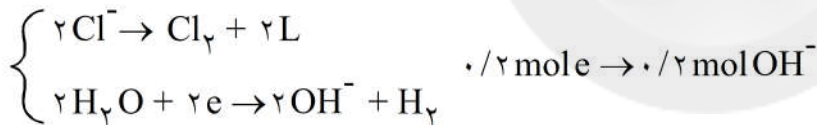
تذکره: در شرایط یکسان، مول‌های برابر از گازهای مختلف، حجم یکسانی دارند.

۹ - اگر در برقکافت محلول غلیظ نمک خوراکی، مقدار الکتروسیته مصرفی برابر بار الکتریکی  $0.2$  مول الکترون باشد،

محلول به دست آمده با چند میلی‌لیتر محلول  $0.1$  مولار  $HCl$  به‌طور کامل خنثی می‌شود؟

(۱) ۵۰۰ (۲) ۱۰۰۰ (۳) ۱۵۰۰ (۴) ۲۰۰۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$mL_{HCl} = 0.2 \text{ mol } OH^- \times \frac{1 \text{ mol } HCl}{1 \text{ mol}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{0.1 \text{ mol}} = 2000 \text{ mL}$$

۱۰ - کدام مورد درباره‌ی فرایند استخراج صنعتی آلومینیم، درست است؟

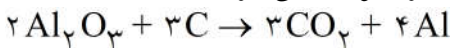
(۱) مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها در معادله‌ی کلی موازنه شده‌ی آن، برابر ۶ است.

(۲) فلز آلومینیم به دست آمده، از بالای سلول الکترولیتی به صورت مذاب خارج می‌شود.

(۳) در صنعت، این فلز از سنگ معدن بوکسیت (آلومینای خالص) استخراج می‌شود.

(۴) برخلاف سلول دانه، الکتروود آند در این فرایند نقش واکنش‌دهنده نیز دارد.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فرایند استخراج آلومینیم مطابق معادله واکنش کلی زیر صورت می‌گیرد.



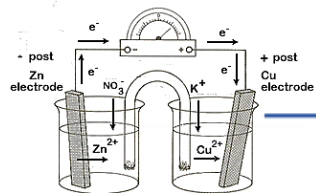
مجموع ضرایب فرآورده‌ها برابر ۷ بوده و  $Al$  مذاب از پایین سلول خارج می‌شود. در ضمن سنگ معدن این فلز

آلومینای ناخالص گفته می‌شود. هم‌چنین اکسیژن تولید شده در سطح آند گرافیتی، با کربن سطح الکتروود ترکیب شده و

به صورت  $CO_2$  خارج می‌شود.







۱۱- با توجه به شکل روبه‌رو، که طرح یک سلول الکترولیتی را برای آبکاری یک قاشق مسی با فلز

M نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟

(۱) الکترولیت، محلول نمکی از فلز M است.

(۲) کاتد، تیغه‌ای از جنس فلز M است.

(۳) در کاتد، نیم واکنش:  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$  انجام می‌گیرد.

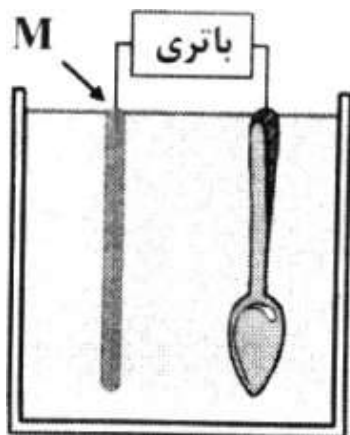
(۴) قاشق مسی، نقش آند را دارد و با گذشت زمان، بر وزن آن افزوده می‌شود.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌های نادرست:

(۲) کاتد، قاشق مسی است.

(۳) در کاتد نیم واکنش  $\text{M}^{n+}(\text{aq}) + \text{ne}^- \rightarrow \text{M}(\text{s})$  انجام می‌گیرد.

(۴) قاشق مسی، نقش کاتد را دارد و با گذشت زمان بر وزن آن افزوده می‌شود.



۱۲- در یک کارگاه آبکاری کروم، از محلول کروم (III) سولفات به‌عنوان الکترولیت و از ذغال به‌عنوان آند، استفاده می‌شود. اگر در آبکاری هر قطعه، حدود ۰/۰۱۰۴ گرم فلز کروم روی قطعه قرار گیرد. پس از آبکاری هزار نمونه از همان قطعه، به‌تقریب چند گرم کروم (III) سولفات با خلوص ۸۰ درصد باید به الکترولیت اضافه شود تا غلظت

یون‌های کروم، به مقدار اولیه بازگردد؟ (تغییر حجم ناچیز است).  $(\text{Cr} = ۵۲, \text{S} = ۳۲, \text{O} = ۱۶ : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$

۹۴ (۴)

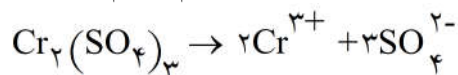
۵۸/۴ (۳)

۴۹ (۲)

۳۹/۲ (۱)

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

جرم کروم مصرفی  $= ۰/۰۱۰۴ \times ۱۰۰۰ = ۱۰/۴ \text{ gr}$



کروم ناخالص  $\rightarrow ۳۹/۲ \times \frac{۱۰۰}{۸۰} = ۴۹ \text{ gr}$  خالص  $\rightarrow x = ۳۹/۲$   $\frac{۲ \times ۵۲ \text{ gr}}{۱۰/۴} = x$

۱۳- اگر در سلول سوختی به‌جای هیدروژن از سوخت ارزان‌تر و کم‌خطرتری مانند متان استفاده شود، برای عبور همان شمار الکترون ناشی از مصرف یک مول هیدروژن از مدار، چند گرم متان باید مصرف شود؟

$(\text{C} = ۱۲, \text{H} = ۱ : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$

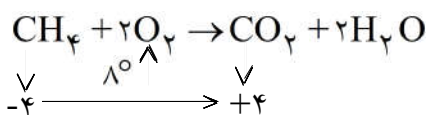
۳۲ (۴)

۱۶ (۳)

۸ (۲)

۴ (۱)

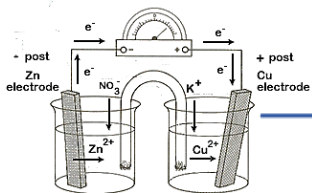
گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. به‌ازای مصرف هر مول  $\text{H}_2$  دو الکترون مبادله می‌شود. به‌ازای اکسایش هر مول متان، ۸



الکترون مبادله می‌شود:

برای مبادله‌ی دو الکترون، کافی است  $\frac{۱}{۴}$  مول یا ۴ گرم متان کاهش دهد.





۱۴- الکتروسیته‌ی حاصل از عبور ۴۴۸ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP و واکنش آن با گاز هیدروژن کافی در یک سلول سوختی (با فرض بازدهی ۱۰۰٪)، چند گرم نقره را در یک سلول آبکاری نقره، به جسم موردنظر می‌تواند انتقال دهد؟ (O = ۱۶, Ag = ۱۰۸: g. mol<sup>-1</sup>)

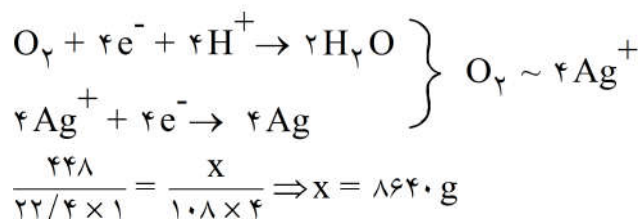
۸۶۴۰ (۴)

۶۴۸۰ (۳)

۴۳۲۰ (۲)

۲۱۶۰ (۱)

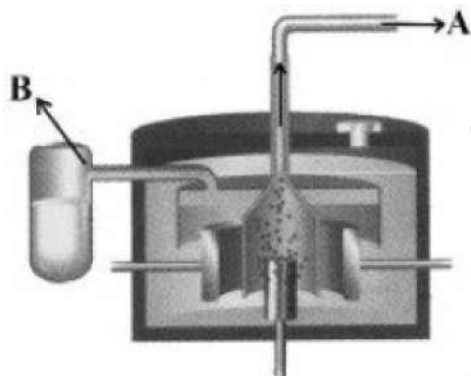
گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



۱۵- کدام عبارت، درست است؟

- (۱) در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، بخار آب فقط از بخش کاتدی آن خارج می‌شود.
  - (۲) در اتصال نیم سلول استاندارد همه‌ی فلزها به SHE، پتانسیل الکترودی منفی، مشاهده می‌شود.
  - (۳) در سلول الکترولیتی آلومینیوم - مس، از مس (II) سولفات به عنوان الکترولیت در محلول استفاده می‌شود.
  - (۴) دیواره‌ی متخلخل از جنس مناسب را می‌توان به جای پل نمکی در سلول الکتروشیمیایی روی - مس استفاده کرد.
- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. دیواره متخلخل به جای پل نمکی در سلول کاربرد دارد. در گزینه‌ی یک بخار هم در واکنش آندی و هم بخش کاتدی خارج می‌شود. در گزینه دو پتانسیل الکترودی فلز مهم است و در گزینه سه محلول الکترولیت نمکی از جنس فلز آند خواهد بود.

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



- بهره‌گیری از سلول دانز، کم‌هزینه‌ترین روش برای تهیه‌ی گاز کلر است.
- به ازای تولید هر مول فلز سدیم، ۰/۵ مول گاز کلر در آن تولید می‌شود.
- گاز کلر از دهانه‌ی A و سدیم مایع از دهانه‌ی B سلول برقکافت خارج می‌شود.
- افزایش مقداری CaCO<sub>3</sub>، سبب کاهش دمای ذوب و در نتیجه، افزایش صرفه‌ی اقتصادی می‌شود.

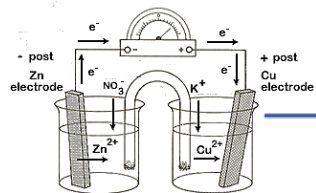
۴ (۴)

۳ (۳)

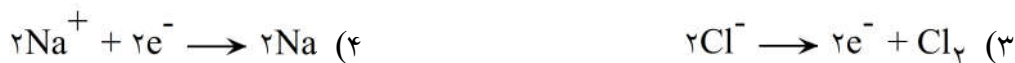
۲ (۲)

۱ (۱)

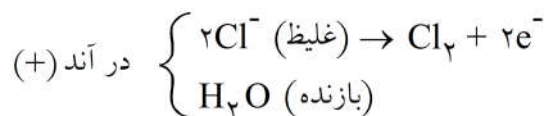
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فقط مورد چهارم غلط است، CaCl<sub>2</sub> به ذوب در سلول دانز کمک می‌کند.



۱۷- ضمن برقکافت محلول غلیظ سدیم کلرید در آب واکنش انجام یافته در آند کدام است؟



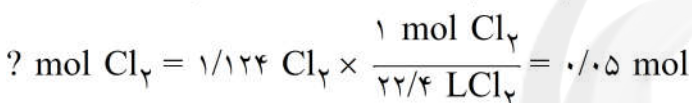
گزینه ی ۳ پاسخ صحیح است.



۱۸- اگر در برقکافت چهار لیتر محلول غلیظ نمک، خوراکی  $1/12$  لیتر گاز در شرایط STP در آند تولید شود، غلظت سدیم هیدروکسید تولید شده به تقریب چند مول بر لیتر است؟



گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.



با توجه به واکنش مولهای تولیدی NaOH دو برابر گاز  $\text{Cl}_2$  است پس میزان NaOH تولیدی برابر  $0/1$  مول خواهد



۱۹- ضمن برقکافت محلول آبی سدیم فلوئورید:

- (۱) در کاتد هیدروژن آزاد می شود.  
 (۲) در کاتد فلز سدیم به دست می آید.  
 (۳) در آند فلوئور تولید می شود.  
 (۴) در آند یون هیدروکسید تولید می شود.

گزینه ی ۱ پاسخ صحیح است.

