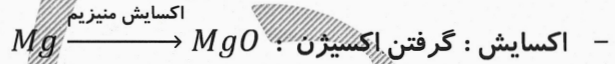


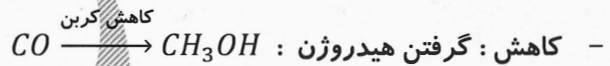
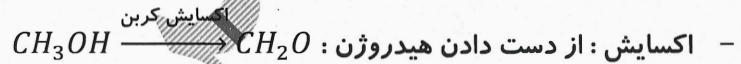


واکنش های اکسایش - کاهش

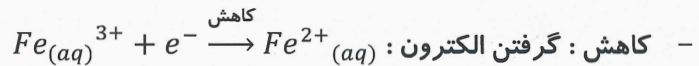
مبتنی بر تبادل اتم اکسیژن :



مبتنی بر تبادل اتم هیدروژن :



مبتنی بر تبادل الکترون می باشد :



اکسایش
① گرفتن اکسیژن

② از دست دادن H

③ از دست دادن e

④ افزایش عدد اکسایش

کاهش
① از دست دادن اکسیژن

② گرفتن H

③ گرفتن e

④ کاهش عدد اکسایش

نکته: اکسایش (کاهنده): + اکسیژن - هیدروژن - الکترون + عدد اکسایش

نکته: کاهش (اکسنده): - اکسیژن + هیدروژن + الکترون - عدد اکسایش

H < S < C < Br < Cl < N < O < F خصلت ناملزی :

@jozveh_nub



دکتر معین

جمع بندی الکتروشمی

تعریف عدد اکسایش : تعداد بار الکتریکی ظاهری است که به اتم یک عنصر در یک ترکیب ، نسبت می

دهیم با این فرض که انتقال الکترون کامل صورت گرفته است . یعنی ؛ در تعیین عدد اکسایش اتم ها در ترکیب ها ، پیوند های

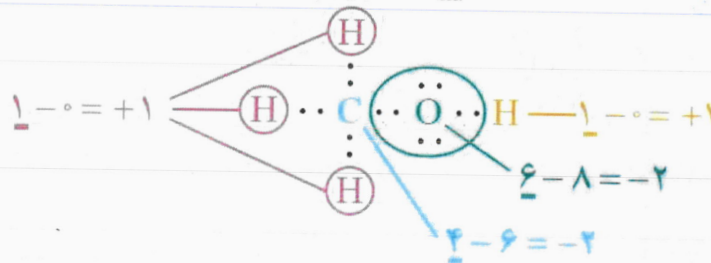
قطبی را یونی در نظر می گیریم .

تعیین عدد اکسایش گونه های شیمیایی با استفاده از ساختار الکترون - نقطه ای :

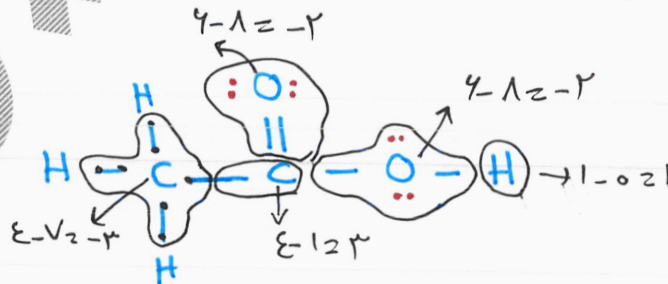
۱. به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان ، یک الکترون به هر اتم نسبت می دهند .
۲. به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت ، دو الکترون به اتم الکترون گاتیو نسبت می دهند .
۳. همه ی الکترون های ناپیوندی یک اتم ، فقط به آن اتم نسبت داده می شوند .
۴. همه ی الکترون های والانسی (ظرفیتی) نسبت داده شده به اتم مورد نظر را می شمارند .

عده های
نسبت داده شده

تعداد الکترون های والانسی نسبت داده شده به اتم مورد نظر - عدد یکان شماره ی گروه = عدد اکسایش هر اتم



سوال : عدد اکسایش هر یک از اتم های موجود در گونه های زیر را با روش الکترون - نقطه ای تعیین کنید



۱. C_2H_6
۲. CH_3OH
۳. CH_3NH_2
۴. $CH_3CH_2CHOHCH_3$
۵. CH_2O
۶. $HCOOH$

ابتدا تمام اتم ها را به صورتی مرسوم پس عدد اتم های را پیدا می کنیم :

@jozveh_nub



قواعد تعیین عدد اکسایش برای بقیه عناصر:



↓

← ترتیب نباشد.

۱. عدد اکسایش عنصرها در حالت آزاد صفر است. (Na-Fe-H₂-N₂-P₄)

لم هالوژن ها - آلومین - هیدروژن و نیترژن در حالت آزاد دواختی هستند.

۲. عدد اکسایش F در همه ی ترکیب ها -۱ است. زیرا F الکترونگاتیوترین عنصر است

۳. عدد اکسایش فلزات قلیایی (IA) و Ag در همه ی ترکیب ها +۱ است.

۴. عدد اکسایش فلزات قلیایی خاکی (IIA) و Zn و Cd در همه ی ترکیب +۲ است.

۵. عدد اکسایش فلزات Sc و Al در همه ی ترکیب +۳ است.

۶. عدد اکسایش هیدروژن در ترکیب با فلزها برابر +۱ است و در هیدریدهای فلزی -۱ است.

۷. مجموع عدد اکسایش عناصر سازنده ی یک ترکیب برابر با بار آن ترکیب است. AlF_6^{3-} MgF_2

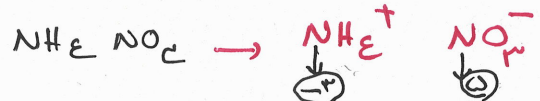
۸. بقیه ی عنصرها عدد اکسایش مشخصی ندارند (x) و باید آن ها را پیدا کنیم. $K_2Cr_2O_7$

$2(x) + 2(-2) + 7(-2) = 0 \Rightarrow x = 6$

۹. در تشکیل معادله به جای یونهای چند اتمی بار آنها را قرار می دهیم. به عنوان مثال در تشکیل معادله برای تعیین عدد

اکسایش Ni در $Ni_3(PO_4)_2$ به جای یون فسفات (PO_4^{3-}) بار آن یعنی -۳ را قرار می دهیم:

$Ni_3(PO_4)_2 \Rightarrow 3x + 2(-3) = 0 \Rightarrow x = +2$



۱۰. اگر در یک ترکیب دو عنصر عدد اکسایش مشخصی نداشته باشند، عنصری که الکترونگاتیوی بیش تری دارد، کم ترین

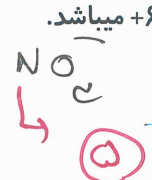
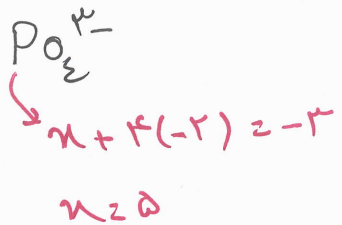
عدد اکسایش یا ظرفیت منفی آن را عدد اکسایش آن در نظر می گیریم. ظرفیت منفی هالوژن ها -۱ و عنصر گوگرد (S)

| | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|
| K | H | S | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ |
| ۱ | x | -۲ | -۳ | -۲ | -۱ |

۱۱. عدد اکسایش نافلز در یک اسید معین با عدد اکسایش آن در یون چند اتمی یا نمک آن اسید برابر است:

در بنیان اثر x باشد در تمام ترکیبات دارای آن بیان است.

به عنوان مثال با توجه به اینکه عدد اکسایش گوگرد در H_2SO_4 برابر +۶ است پس عدد اکسایش گوگرد در SO_4^{2-} , HSO_4^-



$Na_2SO_4, KHSO_4$ و برابر +۶ میباشد.

هرجا PO_4 دیدید عدد اکسایش P ۵ است





عدد اکسایش اکسیژن در عموم ترکیب‌ها (۲-) است. مگر در موارد مندرج در جدول زیر:

| عدد اکسایش | ترکیب (ترکیب‌ها) |
|------------|---|
| +۲ | OF ₂ |
| ۰ | HOF |
| | پر اکسیدها: |
| | پر اکسید هیدروژن - H ₂ O ₂ |
| | پر اکسید فلز قلیایی - M ₂ O ₂ |
| | پر اکسید فلز قلیایی خاکی - MO ₂ |
| -۱/۵ | سوپر اکسیدها |

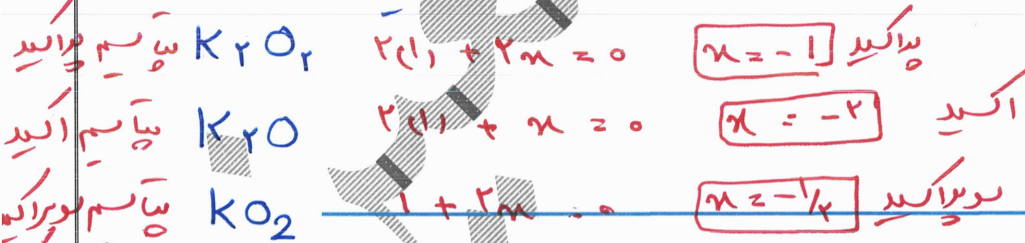
بازه عدد اکسایش اکسیژن
-2 تا +2

* پر اکسیدها مخصوص فلز های قلیایی (M₂O₂) و قلیایی خاکی (MO₂) است، از فلزات واسطه و سایر فلزها پر اکسید وجود

ندارد

گروه ۱ و ۲ با فلزات گروه ۱ و ۲ با هیدروژن با سدیم و پتاسیم
گروه ۳ تا ۱۰ با فلزات واسطه سرد تا عدد اکسایش ۲- دارند
گروه ۱۱ تا ۱۷ با فلزات گروه ۱۱ تا ۱۷ با سدیم و پتاسیم

مثال:



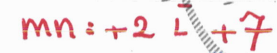
بزرگترین عدد اکسایش عناصرها

در گروه های 1 و 2 و 3 و 4 و 5 و 6 و 7 برابر شماره گروه

در گروه های 8 و 9 و 10 برابر 2 و 3
 CO - Ni - Fe

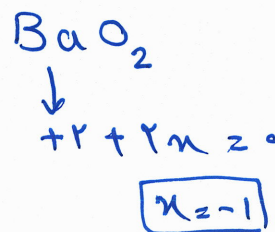
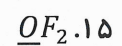
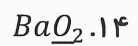
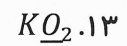
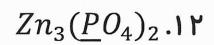
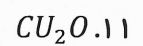
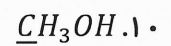
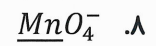
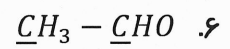
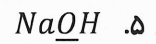
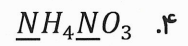
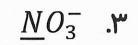
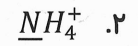
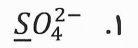
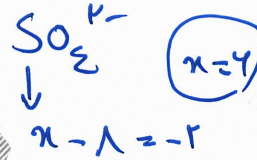
در گروه های 11 برابر 1 و 2

در گروه های 12 و 13 و 14 و 15 و 16 و 17 برابر عدد یکان شماره گروه





مثال : عدد اکسایش عنصر های مشخص شده در گونه های زیر را مشخص کنید :



مجموعه معین

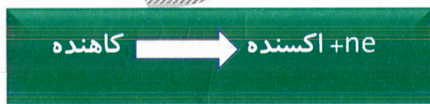
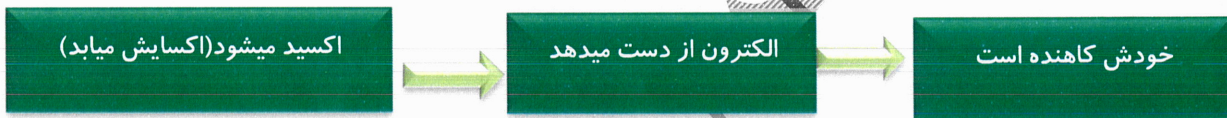


تعریف اکسایش کاهش بر مبنای تغییر عدد اکسایش کامل ترین تعریف برای اکسایش کاهش است

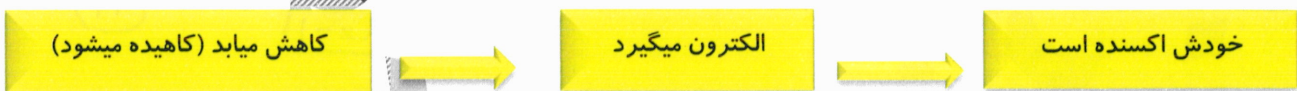
| الکترون دهنده | الکترون گیرنده |
|---------------|----------------|
| کاهنده | اکسنده |
| اکسید شونده | کاهش یابنده |
| اکسایش | کاهش |
| آند | کاتد |

مکان اسی

مکان کاتد



عدد اکسایش آن افزایش می یابد



عدد اکسایش آن کاهش میابد



اکسنده
سرفتن e
کاتد

کاهنده
از دست داده e
اناس
اکسید میورد

عدد اسی کاتد میورد

عدد اسی آنرا میورد



مثال : در هر مورد با محاسبه تغییر عدد اکسایش معلوم کنید که اتم های مشخص شده اکسایش یافته یا کاهش یافته است ؟

۱. $MnO_4^{2-} \rightarrow MnO_4^-$ (کاهش اکسایش - کاهش دهنده)
۲. $HCl \rightarrow Cl_2$ (اکسایش - اکسید کننده)
۳. $MnO_2 \rightarrow MnCl_2$ (کاهش اکسایش - کاهش دهنده)
۴. $CuO \rightarrow Cu$ (کاهش اکسایش - کاهش دهنده)
۵. $Sn^{4+} \rightarrow Sn^{2+}$ (کاهش اکسایش - کاهش دهنده)
۶. $H_2O_2 \rightarrow H_2O$ (کاهش اکسایش - کاهش دهنده)
۷. $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ (اکسایش - اکسید کننده)
۸. $CuO \rightarrow Cu_2O$ (کاهش اکسایش - کاهش دهنده)
۹. $CH_3OH \rightarrow CH_2O$ (اکسایش - اکسید کننده)
۱۰. $HCOOH \rightarrow CH_2O$ (کاهش اکسایش - کاهش دهنده)

بالاترین و پایین ترین عدد اکسایش

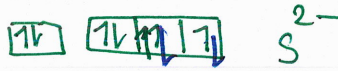
| شماره گروه | IA | IIA | IIIA | IVA | VA | VIA | VIIA | VIIIA |
|-----------------------|----|--------|--------|-------|--------|------------|----------------|-------|
| عنصر | Li | Mg ... | Al ... | C ... | (N, P) | (O, S) | (F, Cl, Br, I) | |
| بالاترین عدد اکسایش | +1 | +2 | +3 | +4 | +5 | +6 (فقط S) | +7 (به جز F) | |
| پایین ترین عدد اکسایش | 0 | 0 | 0 | -4 | -3 | -2 | -1 | |



*پایین ترین عدد اکسایش فلزها خود فلز در حالت خنثی (آزاد) می باشد. زیرا فلز با عدد اکسایش منفی وجود ندارد.

فقط اکسایش - فقط اکسایش

فقط کاهنده



کوچکترین عدد اکسایش

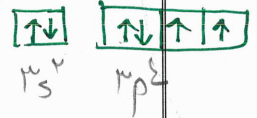
وجود ندارد.

عنصری با



هم اکسیده هم کاهنده

بین کوچکترین و بزرگترین عدد اکسایش



فقط اکسیده

بزرگترین عدد اکسایش



فقط کاهنده فقط می تواند بکشد

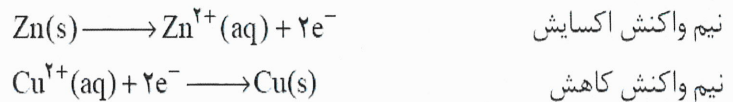
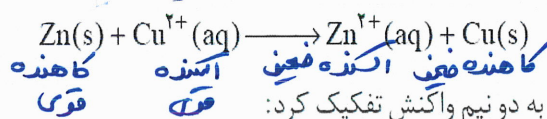
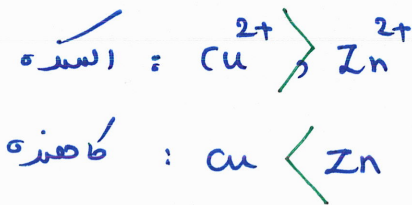
| اکسیده یا کاهنده بودن | عدد اکسایش | ماده |
|-----------------------|------------|---------------------------------|
| فقط کاهنده | -۲ | Na_2S , H_2S |
| هم اکسیده و هم کاهنده | ۰ | S |
| هم اکسیده و هم کاهنده | +۴ | Na_2SO_3 , H_2SO_3 , SO_2 |
| فقط اکسیده | +۶ | Na_2SO_4 , H_2SO_4 , SO_3 |



رقابت الکترون دهی عنصر ها

درواکنش های اکسایش کاهش برخی مواد به صورت اکسند و برخی مواد به عنوان کاهنده عمل می کنند. برای پیش بینی انجام واکنش اکسایش-کاهش همواره لازم است که تمایل نسبی این دو گونه به اکسایش یا کاهش معین شود.

برای مثال، اگر یک تیغه از جنس فلز روی را در محلول آبی دارای یون های مس (II) وارد کنیم، واکنش اکسایش-کاهش زیر روی می دهد.



همان گونه که دیده می شود در این واکنش فلز روی کاهنده و یون مس (II) اکسند بوده است.

در محلول اکسند کاتود و کاهنده آنود می شود

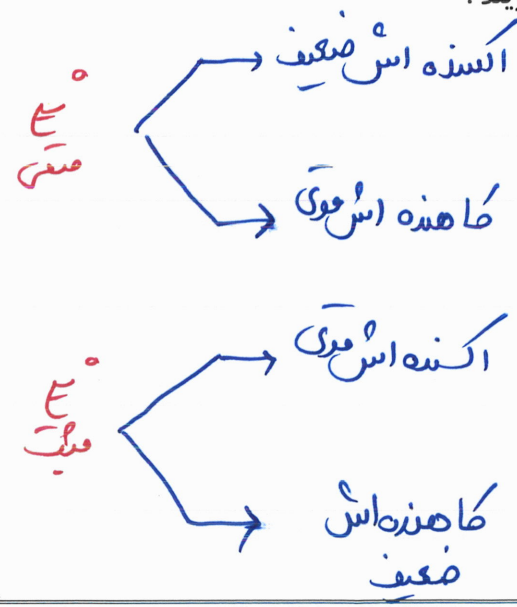
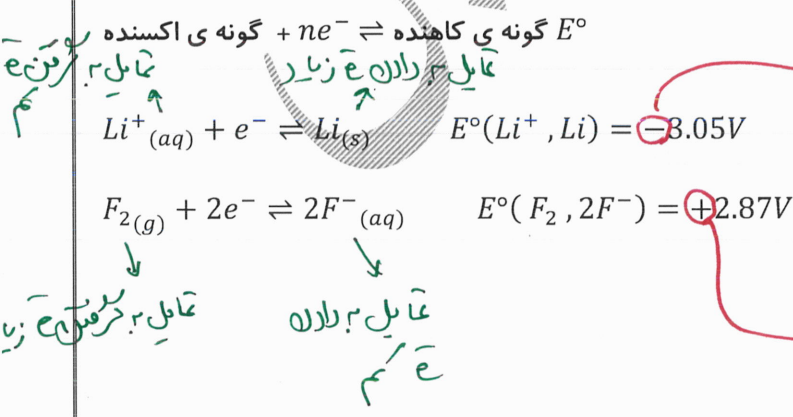
در M اکسند قویتری نسبت به N باشد
در N کاهنده قویتری نسبت به M است

نکته: تمایل الکترون دهی یا کاهندگی و هم چنین تمایل الکترون گیری (اکسندگی) عنصر ها را با کمیته بنام پتانسیل کاهش

الکترواستاندارد (E°) بررسی می کنند.
به صورت اکسند

تعریف E° : تمایل یک گونه ی شیمیایی را در محلول آبی، برای گرفتن الکترون و کاهش یافتن را پتانسیل کاهش یا E°

می گویند.



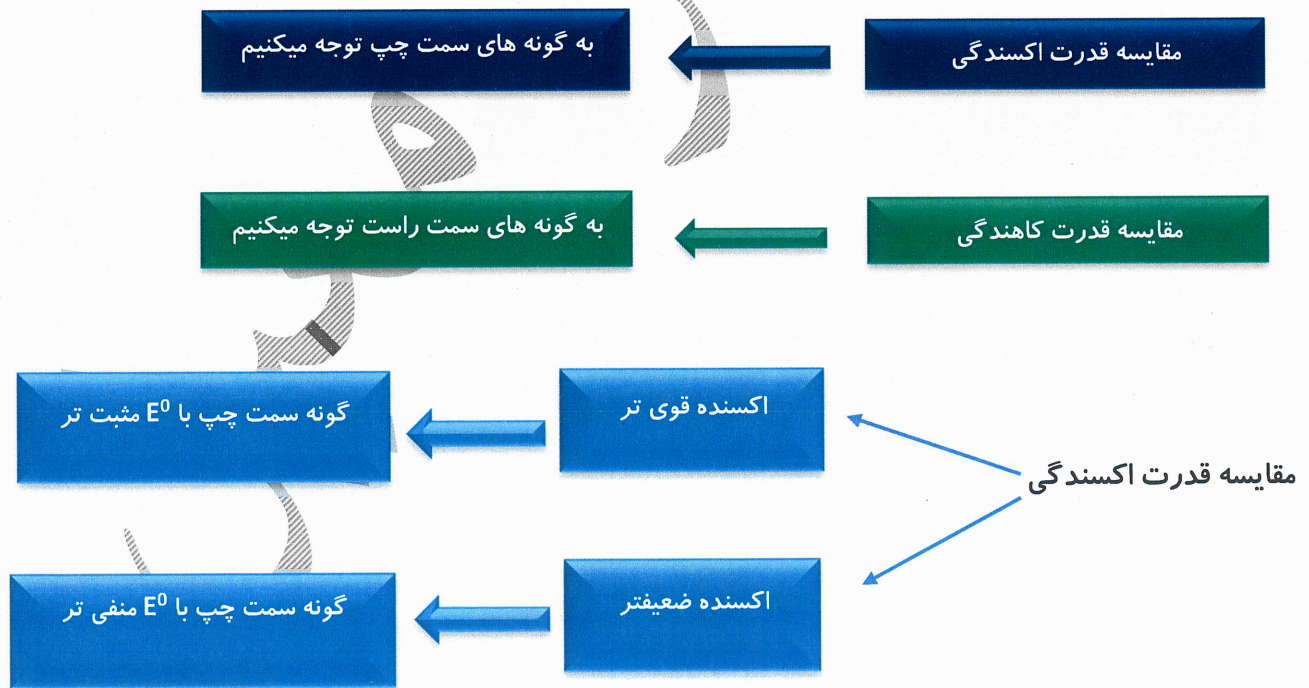


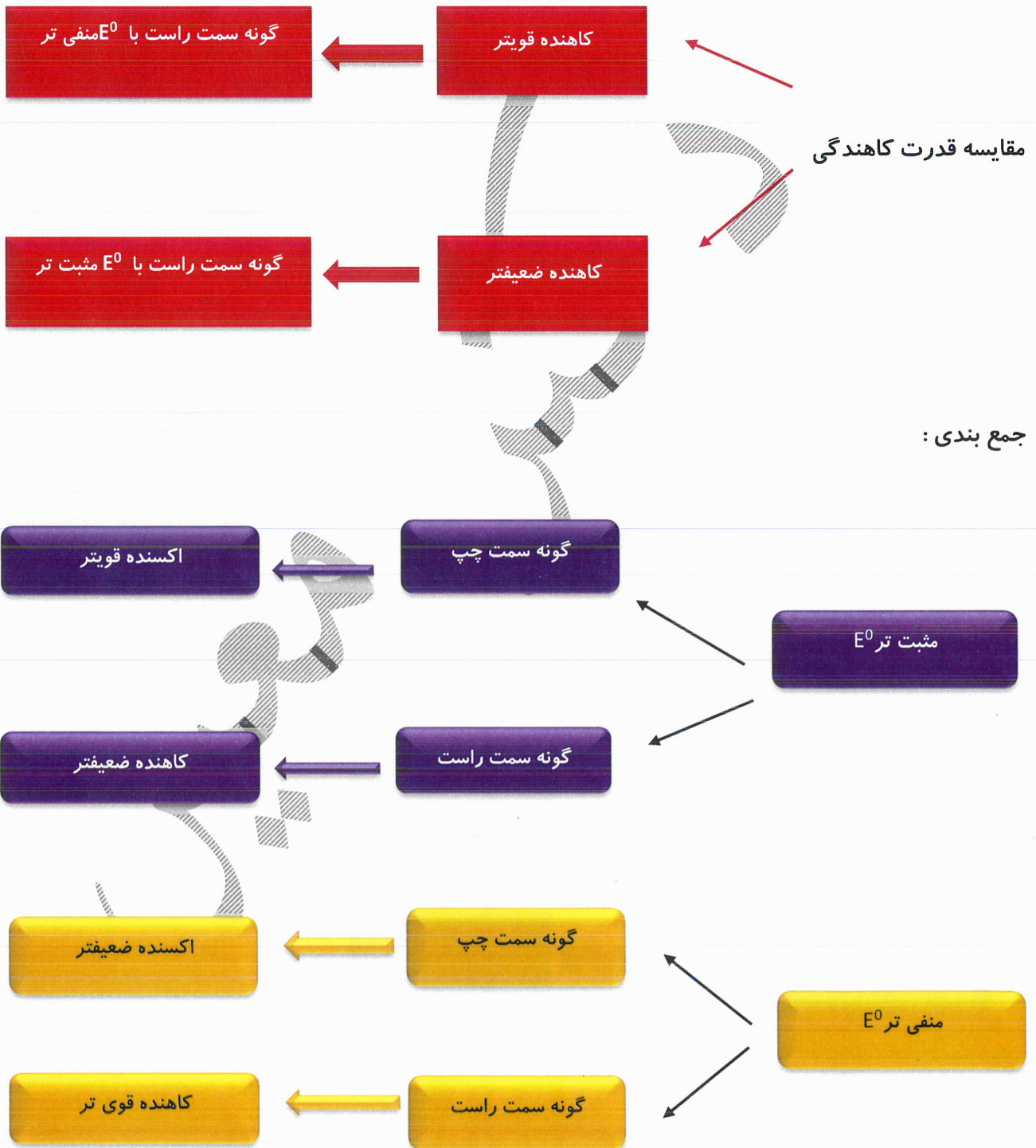
در معادله های E° یون ها به صورت محلول در آب هستند ($Li^+(aq), F^-(aq)$) عنصر ها در حالت فیزیکی خودشان نوشته می شوند. ($Na(s), Br_2(l), Cl_2(g)$)

هر چه قدر یک گونه ی اکسندۀ قوی تر باشد حتماً زوج آن در طرف دوم معادله ی E° کاهنده ی ضعیف تر است. بر عکس هر چه قدر یک اکسندۀ ضعیف تر باشد، حتماً زوج آن در طرف دوم معادله ی E° کاهنده ی قوی تر قوی تر است.

مقدار E° میزان اکسندگی (الکترون گیری) یک گونه را نشان می دهد، بر همین اساس هر چه قدر مقدار E° یک گونه ی شیمیایی عدد بزرگ تر (یا مثبت تر) می باشد در آن ماده سمت چپ معادله ی E° اکسندۀ قوی تر بوده و زوج آن (یعنی گونه سمت راست معادله ی E°) کاهنده ی ضعیف تر می باشد.

هر چه مقدار E° یک گونه عدد کوچک تر (منفی تر) باشد، ماده سمت چپ معادله ی E° اکسندۀ ضعیف تر بوده و در عوض زوج آن در طرف دوم معادله ی E° کاهنده ی قوی تری است.







بر اساس ترتیب E° با قدرت اکسید کننده قویتر است.

E° جدول سری

کاهنده $\rightarrow +ne^-$ اکسید

| | | |
|--|---|--------------------|
| ۱ | $Li^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Li(s)$ | $E^\circ = -3.05V$ |
| فلزات گروه ۱ و ۲ + کاتیون های گروه ۱ و ۲ | | |
| ۲ | $Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Al(s)$ | $E^\circ = -1.66V$ |
| ۳ | $Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mn(s)$ | $E^\circ = -1.18V$ |
| ۴ | $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$ | $E^\circ = -0.76V$ |
| ۵ | $Cr^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cr(s)$ | $E^\circ = -0.74V$ |
| ۶ | $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$ | $E^\circ = -0.41V$ |
| ۷ | $Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$ | $E^\circ = -0.25V$ |
| ۸ | $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$ | $E^\circ = -0.14V$ |
| ۹ | $Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$ | $E^\circ = -0.13V$ |
| | $2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$ | $E^\circ = 0.00V$ |
| ۱۰ | $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$ | $E^\circ = +0.34V$ |
| ۱۱ | $Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$ | $E^\circ = +0.80V$ |
| ۱۲ | $Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Hg(l)$ | $E^\circ = +0.85V$ |
| ۱۳ | $Pt^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pt(s)$ | $E^\circ = +1.20V$ |
| ۱۴ | $Au^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Au(s)$ | $E^\circ = +1.68V$ |

افزایش
اکسیدکنندگی

قابل
تخلی
دارند
با
بیشتر

آند
اکسید

کاتد
کاهنده

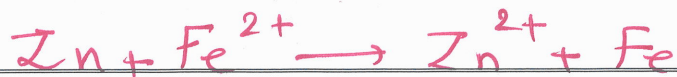
کاهنده
ضعیف

هر فلز با E° کمتر در برابر فلز با E° بیشتر آند را دارد.

— Zn آند

— Fe کاتد

فلز با E° کمتر می تواند با کاتیون فلزی
که E° بیشتر دارد واکنش خود را خود بدهد





سری نظام جدید :

جدول ۱- پتانسیل کاهش استاندارد برای برخی نیم سلول ها
کاهش $\rightarrow + n e^- + \text{اکسید}$

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

اکسید قوی

هر چه E° مثبت تر اکسید قوی و کاهشده ضعیف

اکسید قوی تر

کاهشده قوی تر

اکسید قوی تر

اکسید ضعیف

کاهشده قوی

هر چه E° منفی تر اکسید ضعیف کاهشده قوی



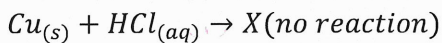
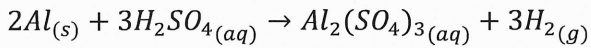
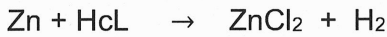


کاربرد سری الکتروشیمیایی :

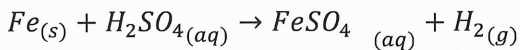
E° معنی

۱. فلزات با ($E^\circ < 0$) می توانند به H^+ اسید ها ، الکترون بدهد و گاز هیدروژن آزاد کنند . (یعنی این فلزات می توانند جانشین

هیدروژن اسید شوند .) دقت کنیم که فلزات با $E^\circ > 0$ یعنی (Au, Pt, Pd, Hg, Ag, Cu) با H^+ اسید ها واکنش نمی دهد



نکته مهم: فلزات واسطه و Sn با ظرفیت کم تر (ظرفیت ۲) با H^+ اسید ها واکنش می دهد .



۲. زمانی می توان محلول نمک یک فلز (که کاتیون اکسندده دارد) را در یک ظرف فلزی (که فلز آن کاهنده است) نگه داری کرد که E°

کاتیون فلز (اکسندده) از E° فلز ظرف (کاهنده) کم تر باشد تا با یک دیگر واکنش ندهند $E^\circ_{\text{کاتیون نمک}} > E^\circ_{\text{فلز ظرف}}$

آیا می توان محلول آهنی را در ظرف مسی نگه داشت ؟
بله ، چون پتانسیل اکسایش آهنی کمتر از پتانسیل اکسایش مسی است .
 Cu Fe^{2+}



پیش بینی انجام پذیر بودن واکنش ها

از رابطه زیر استفاده میکنیم:

یعنی به جدول صدمه خود
اینجا می شود
میست

$$E^{\circ}(\text{واکنش}) = E^{\circ}(\text{کاتد}) - E^{\circ}(\text{آند})$$

میست ترا یا بزرگتر یا اکسده تر

کاهنده تر، لاکسده تر یا
کاهنده تر



$$E^{\circ}(\text{واکنش}) = E^{\circ}_{\text{Cu}} - E^{\circ}_{\text{Zn}}$$

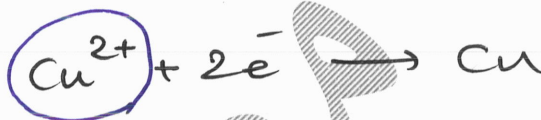
$$1.1 = 0.34 - (-0.76)$$

۳- واکنش بین گونه سمت راست از نیم واکنش بالاتر با گونه سمت چپ از نیم واکنش پایین تر انجام پذیر است



$$E^{\circ} = -0.76$$

بیشتر از نیم واکنشها مرتب باشد

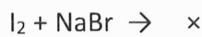
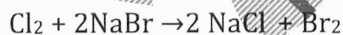


$$E^{\circ} = 0.34$$

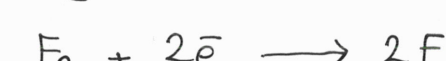
یعنی میست ترا در پایین تر است

سود = راست بالا با چپ پایین خودم خود راست

۵- در گروه هالوژن ها هالوژن های بالاتر میتواند با نمک هالوژن پایین تر واکنش داده و آن هالوژن را به صورت X_2 آزاد کند.



نکته مهم: هر چه هالوژن کوچکتر باشد E° آن بزرگتر است:



قدرت اکسندگی: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

قدرت کاهندگی: $\text{F}^{-} < \text{Cl}^{-} < \text{Br}^{-} < \text{I}^{-}$

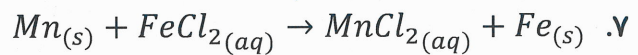
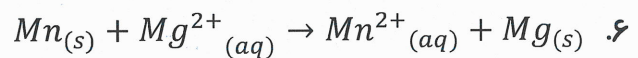
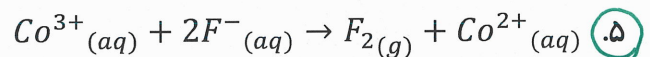
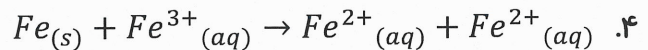
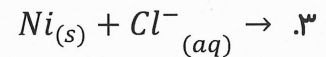
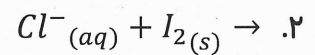
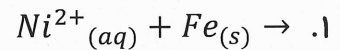
افزایش اکسندگی

افزایش کاهندگی



سوال : با توجه به جدول سری E° کدام واکنش در جهت رفت انجام شدنی و کدام واکنش انجام شدنی نیست ؟

| گونه ی کاهش یافته \Rightarrow گونه ی اکسایش یافته | $E^\circ(V)$ |
|---|--------------|
| $I_{2(s)} + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$ | +0.54 |
| $Fe^{3+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$ | +0.77 |
| $Cl_{2(g)} + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$ | +1.36 |
| $F_{2(g)} + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-(aq)$ | +2.87 |
| $Co^{3+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Co^{2+}(aq)$ | +1.84 |
| $MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$ | +1.52 |



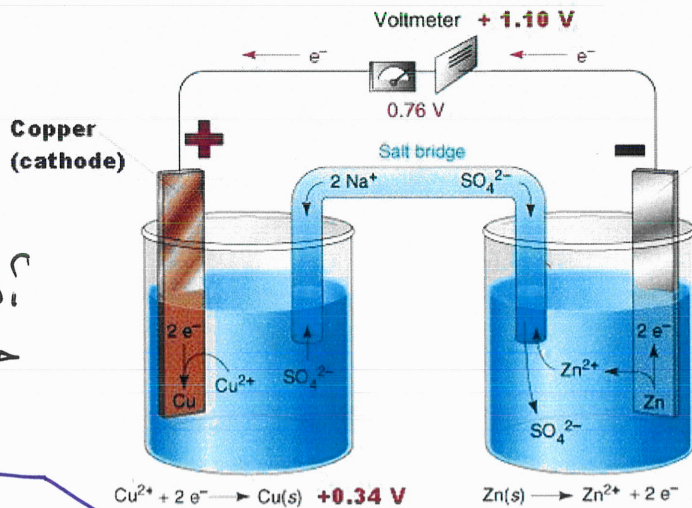


سلول های الکتروشیمیایی

$\Delta G < 0$

۱. سلول های گالوانی: در این نوع سلول ها، هر دو واکنش الکترودی (آند و کاتد) آن ها به طور خود به خودی انجام می

گیرد و بر اثر وقوع آن ها انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.



کاهش
اکسایش
آند ← کاتد
⊖ ⊕
قطب منفی ⊖
قطب مثبت ⊕

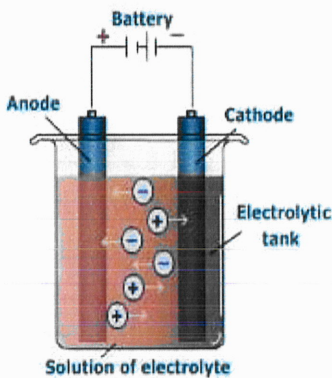
آند و کاتد در مکان های جداگانه قرار دارند.



آند و کاتد در مکان های جداگانه قرار دارند.

۲. سلول های الکترولیتی: در این نوع سلول ها یا اعمال یک ولتاژ خارجی هر دو واکنش الکترودی به زور به سمت ایجاد

تغییر شیمیایی دلخواه رانده می شوند و انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شوند.



کاهش
اکسایش
آند ← کاتد
⊖ ⊕
قطب منفی ⊖
قطب مثبت ⊕

آند و کاتد در یک مکان هستند.

وجود باطری یا منبع جریان نشان دهنده سلول الکترولیتی است.



کاهش ← کاتد
↑ اکسایش ← آنود

شبهات سلول های گالوانی و الکترولیتی

۱. در هر دو، نیم واکنش کاهش (الکترون گیری) در کاتد و نیم واکنش اکسایش در آنود انجام می گیرد (و در هر دو واکنش ها از نوع Red-Ox است)

۲. در هر دو سلول جهت حرکت الکترون ها در سیم از آنود به کاتد است و در محلول کاتیون ها به سوی کاتد و آنیون ها به سوی آنود مهاجرت می کنند.

کاتیون ها به سمت کاتد
آنیون ها به سمت آنود

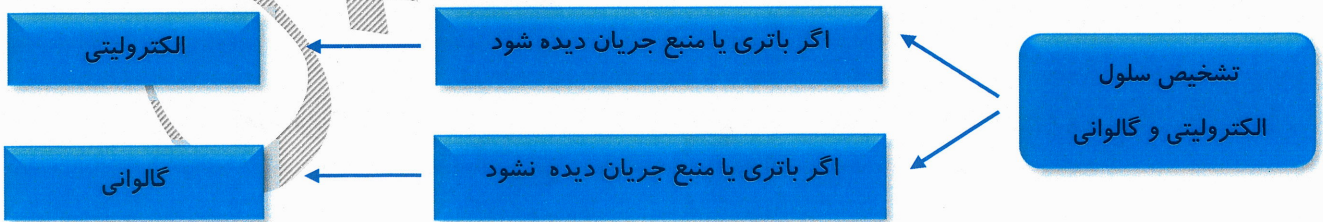
تفاوت سلول های گالوانی و الکترولیتی

۱. در سلول های گالوانی کاتد (+) و آنود (-) است. ولی در سلول های الکترولیتی کاتد (-) و آنود (+) است.

۲. در سلول های گالوانی نوع واکنش گرماده و خود به خودی است ولی در سلول های الکترولیتی واکنش گرماگیر و غیر خود به خودی است.

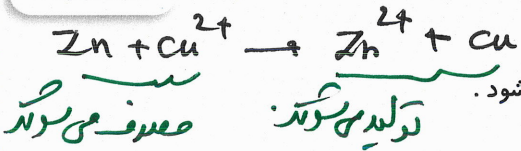


۳. در سلول های گالوانی انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود (یعنی به کمک مصرف مواد شیمیایی جریان برق تولید می شود) اما در سلول های الکترولیتی (برقکافت)، انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل (یعنی به کمک مصرف جریان برق، یک واکنش شیمیایی غیر خود به خودی انجام می گیرد) .





۳. با انجام واکنش های الکتروود و کارکرد سلول :

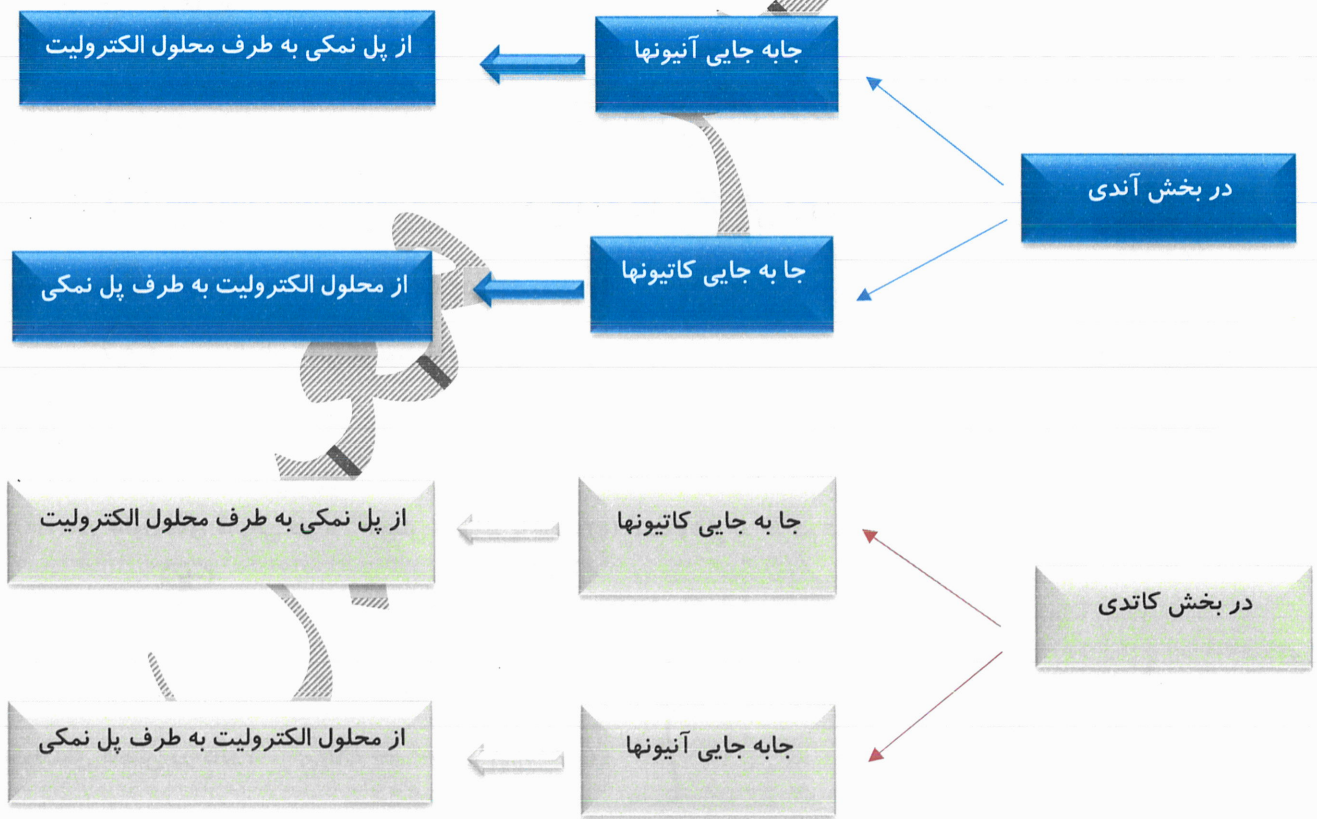


- از وزن تیغه ی آند (Zn) و غلظت محلول خانه ی کاتدی (Cu^{2+}) کاسته می شود.
- بر وزن تیغه کاتد (Cu) و غلظت محلول خانه ی آندی (Zn^{2+}) افزوده می شود.

۴. جهت جریان (بار الکتریکی) در سلول های گالوانی :

(آ) در سیم یا رسانای الکترونی : الکترون ها از آند به کاتد حرکت می کنند . زیرا الکترون ها در آند طی فرآیند اکسایش تولید می شوند و در کاتد طی فرآیند کاهش مصرف می شوند.

(ب) حرکت یونها در پل نمکی و محلول :



سؤال استرکو متری سلول مالوانی؟

$$\frac{\text{فول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تولید}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتد}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{میلر لیتد}}{\text{ضریب}} = \frac{8 \times 7}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد } e^- \text{ های مبادله شده}}{\text{ضریب کاتدی} \times \text{بار کاتیون} \times \text{کاتدی}} = \frac{8 \times 7}{N_A \times \dots}$$

سؤال: در سلول مالوانی Al-Fe برای این ۸۱ گرم تیغه آند کاسته شود چند مول e⁻ مبادله شود؟

$$\frac{81}{27 \times 2} = \frac{x}{2 \times 2} \Rightarrow x = 0.9$$



الکترون ها با حرکت خود در فلزها باعث می شوند که آن ها رسانای خوبی برای جریان برق باشند. به موادی که شارش الکترون در آن ها سبب جریان برق می شود، رسانای الکترونی می گویند. فلزها و گرافیت، رساناهای الکترونی هستند.

رسانای یونی

اگر در یک ماده جا به جایی یون ها به سمت قطب های مخلف سبب جریان برق شود، آن ماده رسانای یونی است. محلول های الکترولیت و نمک های مذاب از این جمله هستند.

| نوع رسانا | عامل رسانای الکتریکی | مثال |
|-----------|----------------------|--|
| یونی | جابه جایی یونها | محلول الکترولیت. پل نمکی . نمکهای مذاب |
| الکترونی | جابه جایی الکترون ها | سیم فلزی . تیغه های فلزی. گرافیت |

نکته : به جای پل نمکی می توان از یک دیواره ی متخلخل نیز استفاده کرد با این توضیح که دیواره ی متخلخل که از جنس سفال ، خاک چینی (کائولن) ، گرد فشرده ی شیشه است از مخلوط شدن مستقیم و سریع دو الکترولیت جلوگیری می کند ولی یون های موجود در دو محلول می توانند از آن عبور کنند .



۱- ولتاژ کلی سلول (E° سلول) یا نیروی الکترو موتوری (emf سلول) از رابطه (E° آند - E° کاتد) سلول = emf سلول = E° سلول به دست می آید .





به اختلاف پتانسیل الکتریکی میان تیغه و محلول الکترولیت، در یک الکتروود استاندارد، پتانسیل الکترودی استاندارد (E°) می گویند. از آنجایی که راه مستقیمی برای اندازه گیری پتانسیل الکترودی استاندارد وجود ندارد، پتانسیل نسبی با مقایسه پتانسیل هر الکترودی با یک الکتروود مرجع به دست می آید. الکتروود استاندارد هیدروژن (SHE) به عنوان الکتروود مرجع انتخاب شده است که پتانسیل الکترودی آن در هر دمایی صفر در نظر گرفته می شود.

۱. جنس الکتروود: پلاتین (پلاتین دار شده)

۲. فشار گاز هیدروژن: ۱ اتمسفر

۳. غلظت H_3O^+ یا HCl : ۱ مولار $\Rightarrow PH = 0$ **داسید قوی تک پروتونه**

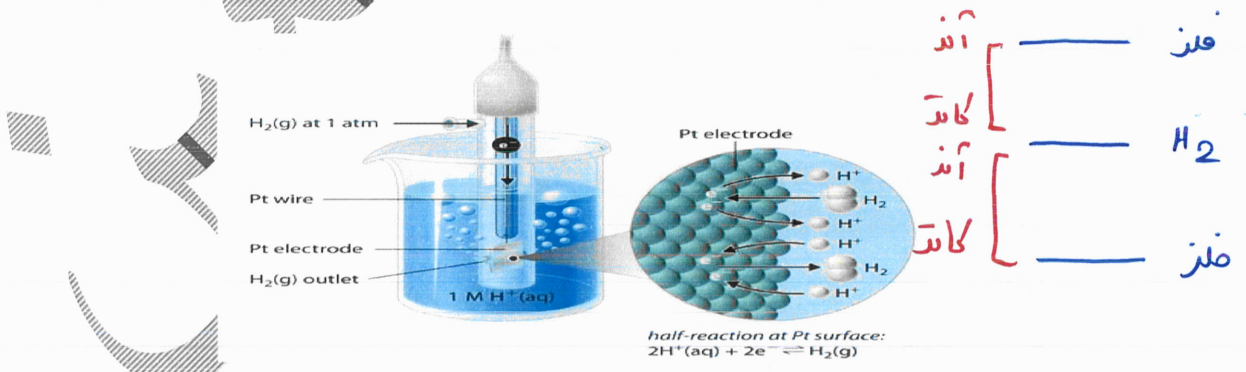
۴. معادله ی نیم واکنش کاهش: $2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)}$

۵. به طور قرار دادی مقدار E° در هر دمایی صفر ولت است. ($E^\circ = 0.00V$)

در نظام صبر دردهای ۲۵

۶. الکتروود مبنا بوده و پتانسیل کاهش یا پتانسیل الکتروود عنصرها را نسبت به E°_{SHE} می سنجند.

۷. اگر فلز آند و SHE کاتد باشد سلول $-E^\circ = E^\circ_{فلز}$ است ولی اگر فلز کاتد و SHE آند باشد حتماً سلول $+E^\circ = E^\circ_{فلز}$ است

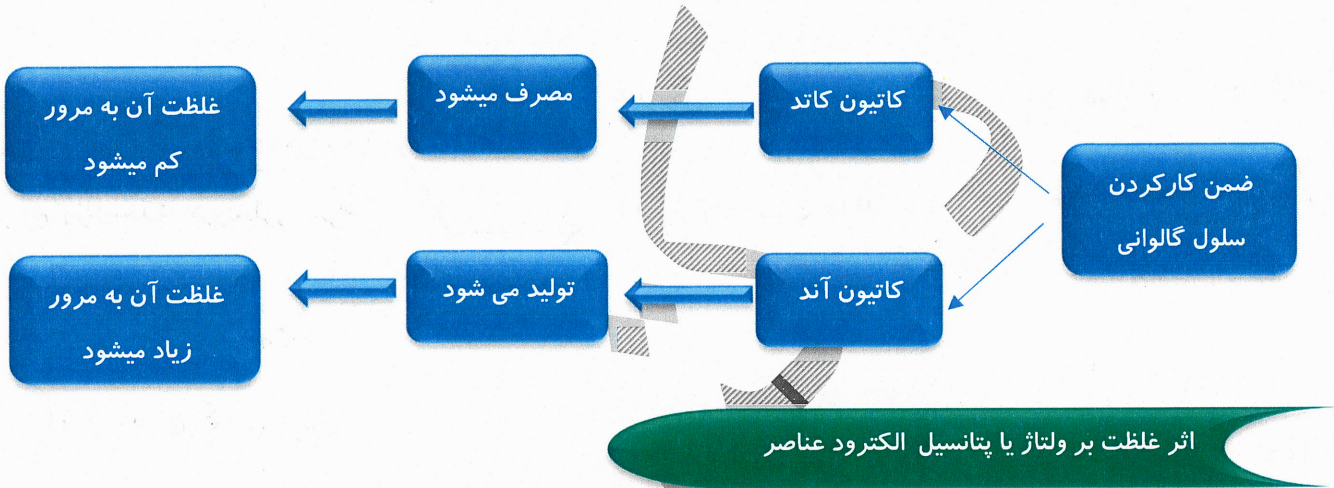
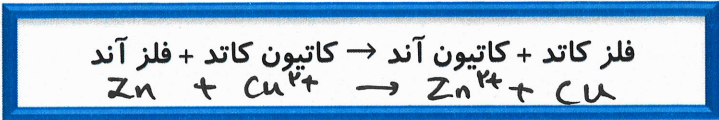


تمرین: با توجه به سلول $Zn - H_2$ کاتد، آند سلول را مشخص کنید و (Zn^{2+}, Zn) را محاسبه کنید.

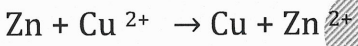
تمرین: با توجه به سلول $H_2 - Cu$ کاتد، آند سلول را مشخص کنید و (Cu^{2+}, Cu) را محاسبه کنید.



تغییر غلظت یون ها ضمن کار کردن سلول گالوانی :

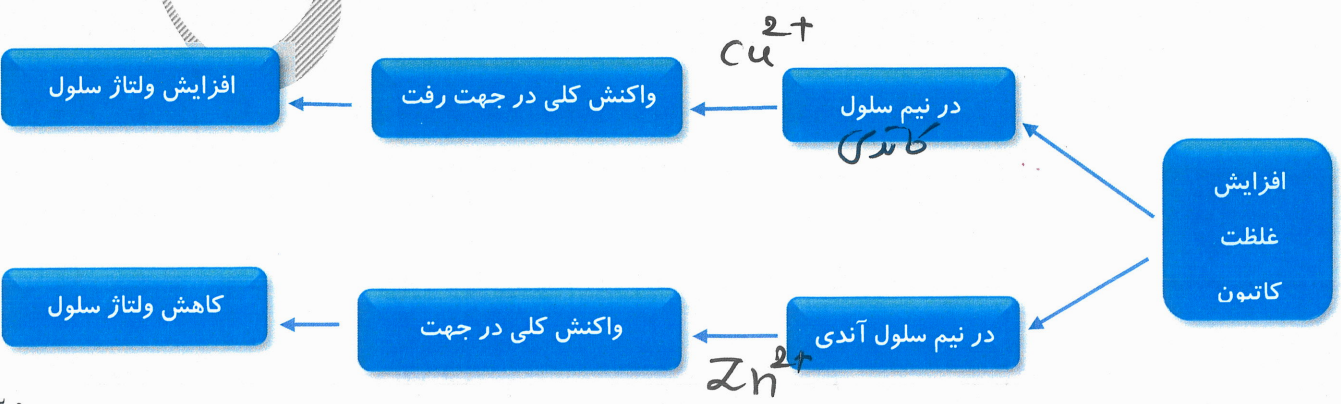


اگر در یک سلول الکتروشیمیایی غلظت کاتیونها را در نیم سلول کاتد زیاد و در نیم سلول آند کم کنیم طبق اصل لوشاتیلر واکنش سلول در جهت رفت جابه جا شده و ولتاژ سلول افزایش خواهد یافت.



افزایش غلظت Cu^{2+} ← واکنش را به سمت راست برده و پتانسیل آن را افزایش میدهد.
 افزایش غلظت Zn^{2+} ← واکنش را به سمت چپ برده و پتانسیل آن را کاهش میدهد.

● به طور کلی هرچه غلظت محلول الکتروولیت در ظرف آند کمتر و در ظرف کاتد بیشتر باشد ولتاژ سلول بیشتر خواهد بود ✓



با استفاده از سلول سوختی آلانید هگمتری ولرد
 محبوزیت می شود = منبع انرژی سبز
 * بازده تا ۳ برابر مولرهای دیون بسوزهند

$\eta = \frac{W_{\text{سلول سوختی}}}{emf} \times 100 = 4.1\%$

@jozveh_nub



دکتر معین

جمع بندهای الکتروشیمی

سیمایی با الکترون سلول های سوختی

نام سلول ← آند
 اکسیدون ← کاتد

سوخت به طور مستقیم وارد می شود و تبدیل
 به انرژی الکتریکی می شود. در این سلول ها به منظور تولید جریان برق، یک سوخت گازی شکل به آرامی اکسید می شود.

گازی شکل به آرامی اکسید می شود.

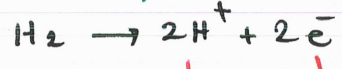
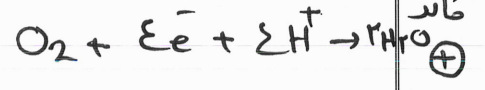
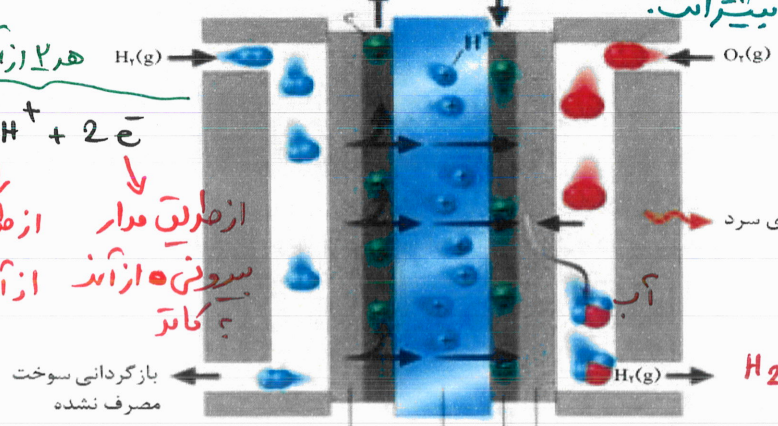
۲. الکترولیت سلول سوختی هیدروژن محلول غلیظ پتاسیم هیدروکسید $[KOH(aq)]$ است.

هیدروژن ← آند
 اکسیدون ← کاتد

سلول سوختی هیدروژن
 * مقدار انرژی آزاد شده در سلول سوختی

به مراتب بیشتر از توپین است بنا بر این کارایی
 و بازده سلول سوختی از توپین بیشتر است.

مراکز سوزنی: ع هارا از آند کاتد می برد.



از طریق مدار از طریق مدار پروتونی
 سوختی از آند از آند کاتد

هم آند و هم کاتد کاتالیزور کاتالیزگر

H^+ را از آند به کاتد
 غشای مبادله کننده پروتون فقط پروتون عبور می کند

$4e^-$ مبادله شدن

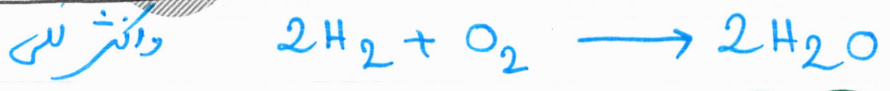


۲ mol هیدروژن



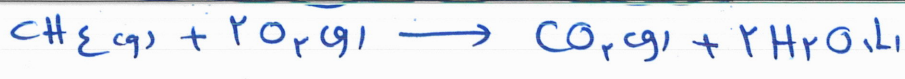
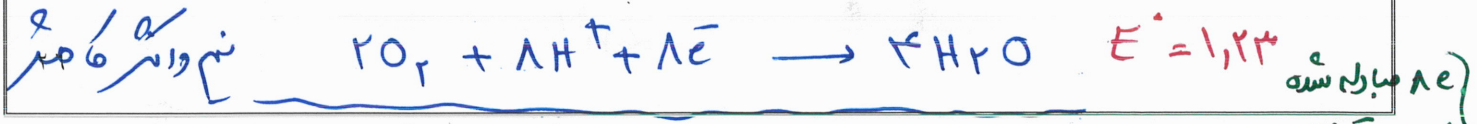
۱ mol اکسیدون

۲ mol آب



$E_{\text{مجموع}} = 1.23 - 0 = 1.23$

سلول سوختی متان:



۸ e⁻ مبادله شده
 ۱ mol متان
 ۲ mol اکسیدون
 ۲ mol آب
 ۱ mol CO₂

$emf = E_{\text{کاتد}} - E_{\text{آند}} = 1.23 - 0.17 = 1.06$

@jozveh_nub

پایگاه کاتدی \Leftarrow غلظت اکسیژن زیاد باشد \Leftarrow محل کاتر \Leftarrow گرفتن e^-
 پایگاه آندی \Leftarrow غلظت اکسیژن کم \Leftarrow محل آنس \Leftarrow از دست دادن e^-

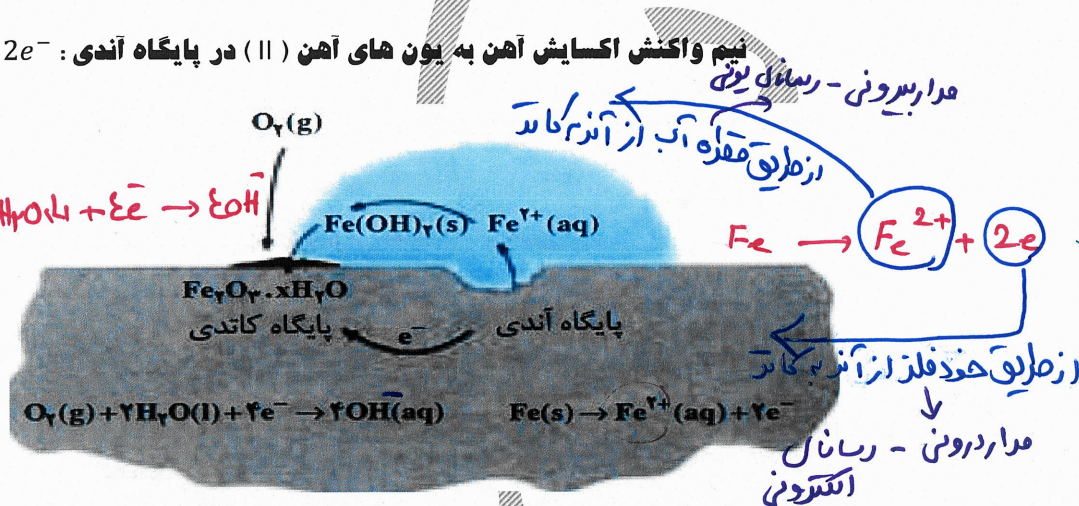


خوردگی آهن

خوردگی نیز مانند واکنش های سلول های گالوانی ماهیت الکترو شیمیایی دارند. \Leftarrow رطوبت یا قطره آب نفس الکترولیت رادارانست.

(۱) پایگاه آندی: آهن به طور طبیعی میل به اکسایش دارد بنابراین در پایگاه های آندی اتم های آهن اکسایش می یابند.

نیم واکنش اکسایش آهن به یون های آهن (II) در پایگاه آندی: $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

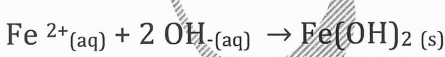


(۲) پایگاه کاتدی: الکترون های تولید شده در پایگاه آندی به سمت پایگاه کاتدی جریان می یابند و در آنجا با اکسیژن و آب

نیم واکنش کاتدی انجام میگیرد. در تمام مسائل خوردگی و محافظت کاتدی نیم واکنش کاتدی این واکنش است

نیم واکنش کاهش اکسیژن (در آب) در پایگاه کاتدی: $O_2(aq) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

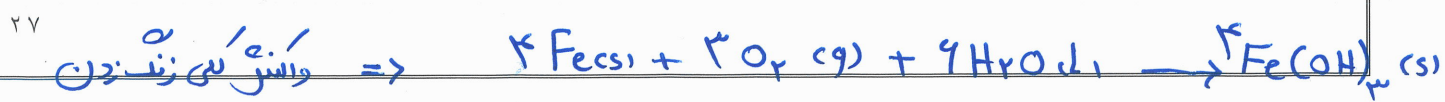
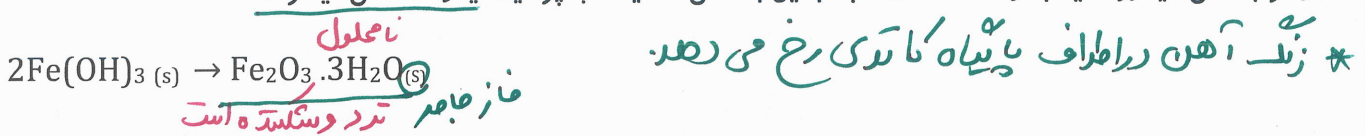
(۳) یونهای Fe^{3+} که در پایگاه آندی تولید شده اند در قطره آب جریان یافته و از پایگاه آندی به سمت پایگاه کاتدی مهاجرت می کنند. این یونها با یونهای OH^- تولید شده در پایگاه کاتدی برخورد نموده و رسوب $Fe(OH)_2(s)$ ایجاد میکنند.



(۴) در مرحله بعد رسوب $Fe(OH)_2$ نیز بوسیله اکسیژن و آب اکسایش می یابد و تبدیل به رسوب $Fe(OH)_3$ میشوند.



(۵) رسوب آهن هیدروکسید با از دست دادن آب تبدیل به آهن اکسید آب پوشیده یا زنگ آهن میشوند.



در حقیقت فلز آهن E° کمتر از یون فلز دارد ← نفس انداز بازی می کند ← در کاس می بیند
 $\mu \rightarrow \mu^+ + ne^-$ @jozveh_nub
 e از دست می ده



دکتر مصعب

جمع بندی الکتروشیمی

راه های جلوگیری از خوردگی آهن

۱) روش های معمولی

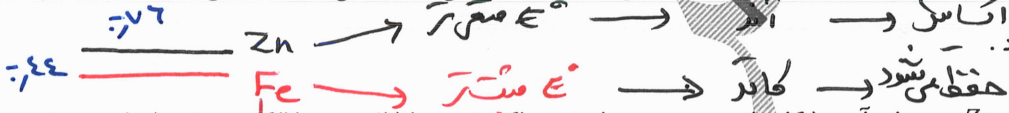
۲) **حفاظت کاتدی**: اگر دو فلز که با یکدیگر در تماس هستند در معرض هوا و رطوبت قرار بگیرند. بین آن ها نوعی سلول گالوانی به وجود می آید. در این سلول، فلزی که E° کوچک تری دارد، نقش آند را ایفا می کند و با اکسایش یافتن دچار خوردگی می شود. این در حالی است که فلزی که E° بزرگ تری دارد، نقش کاتد را بازی می کند و نسبت به خوردگی محافظت می شود.

مثال: محافظت کاتدی آهن با یک فلز فعال تر مانند Mg یا Zn که E° آن ها از آهن کوچک تر است.

← در سافت تانکر آب و کانال کولر استفاده می شود

آهن گالوانیزه یا آهن سفید: آهنی که سطح آن با لایه ی نازکی از فلز روی پوشیده شده باشد آهن گالوانیزه یا آهن سفید می گویند.

نکته ی مهم: هر گاه در سطح آهن سفید خراش ایجاد شود در محل خراش یک سلول گالوانی تشکیل می شود. در این سلول Zn به عنوان آند اکسایش یافته و خورده می شود.



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

پرسش: چرا نمی توان از آهن سفید برای بسته بندی مواد غذایی به صورت کنسرو یا کمپوت استفاده کرد؟

حلبی: ورقه ی آهنی که به وسیله ی لایه ی نازکی از قلع (Sn) پوشیده شده است حلبی می گویند.



است و با محلول آبی آمیوه ها واکنش نمی دهد.

نکته ی مهم: اگر حلبی خراش بردارد بر خلاف آهن سفید به سرعت زنگ می زند زیرا $E^\circ_{Sn} > E^\circ_{Fe}$ بوده بنابراین آهن به عنوان آند اکسایش یافته و خورده می شود و محافظ آهن یعنی Sn به عنوان کاتد حفظ می شود.

| ماده | آند | کاتد | نیم واکنش آندی | نیم واکنش کاتدی |
|----------|--------------|--------------|---------------------------------|--|
| آهن سفید | Zn کاهنده | Fe کاهنده | $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ | $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ |
| حلبی | Fe | Sn | $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ | $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ |

* در هر ۲ صد اکسند O_2 می باشد.

هر عاملی باعث خوردگی و اکسید شدن آهن می شود $O_2 + H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ به خودی این خوردگی باعث خوردگی می شود



دکتر مسین

شن خوردگی می شود

جمع بندهای الکتروشیمی

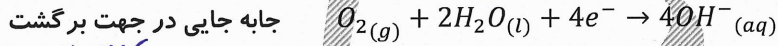
عوامل موثر بر خوردگی

هر فلزی در برابر فلزی با سطح مثبت آلوده زودتر خوردگی می شود

قرار گرفتن آهن در مجاورت فلزی با E^0 بزرگتر : در واقع با قرار گرفتن آهن در مجاورت فلزی با E^0 بزرگتر که نقش کاتد را به

عهده گرفته و کاهش میابد و آهن نقش آند را داشته و اکسایش می یابد. آهن در برابر مس زودتر خوردگی می شود.

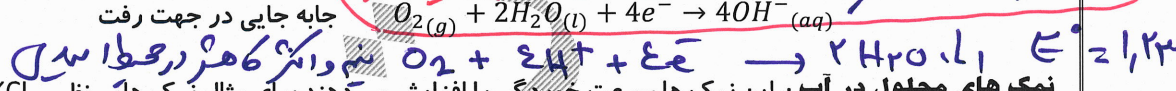
کاهش محیط بازی : آهن در محیط بازی دیر تر زنگ میزند.



زنگ زدن آهن در آب $E^0 = 0.86$

زنگ زدن در محیط اسیدی $E^0 = 1.27$

افزایش محیط اسیدی : آهن در محیط اسیدی سریع تر زنگ میزند. $E^0 = 0.7$ $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ نیم واکنش در محیط اسیدی



نمک های محلول در آب : این نمک ها سرعت خوردگی را افزایش می دهند برای مثال نمک های نظیر KNO₃ و KCL محلول الکترولیت

الکترولیت مناسب

ایجاد میکنند در نتیجه در این محلول مبادله الکترون بین آهن و رطوبت هوا سریع تر انجام میشود که همین عامل منجر به افزایش سرعت

خوردگی میشود. ← غلظت های اسیدی و خنثی (نمک بازی نه)

* هر چه غلظت اکسیژن بیشتر زنگ زدن آهن سریع تر رخ می دهد.

باران طبیعی > باران اسیدی > معاسیر خالص اسیدی

سرعت زنگ زدن در باران طبیعی > سرعت زنگ زدن در باران اسیدی : معاسیر سرعت زنگ زدن آهن

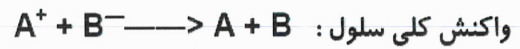
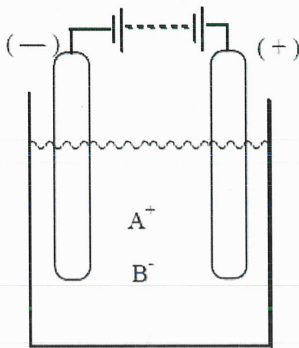


برقکافت: ماهیت الکترونی > آند (⊕) ← اکسایش کاتد (⊖) ← کاهش

فرآیندی است که در آن با تحمیل یک پتانسیل خارجی به مواد واکنش را در جهتی پیش می‌بریم که مورد علاقه‌ی ما است. ظرف برقکافت (سلول الکترولیتیک): دستگاهی است که در آن انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. هر ظرف برقکافت شامل دو الکترود که معمولاً بی‌اثر هستند و یک محلول الکترولیت که حاوی یون‌های مثبت و منفی است، می‌باشد.

قطبی که الکترون از آن خارج می‌شود و نیم واکنش اکسایش در آن انجام می‌شود، آند نامیده می‌شود که قطب مثبت ظرف برقکافت است.

قطبی که الکترون به آن وارد می‌شود و نیم واکنش کاهش در آن انجام می‌شود، کاتد نامیده می‌شود که قطب منفی ظرف برقکافت است.



به بن کاتد و آب رقابت برای گرفتن e⁻ رخ می‌دهد.

رقابت کاتدی: کاتیون یا مولکول‌های آب در کاتد (قطب (-)) برای گرفتن e^- و کاهش یافتن با هم رقابت می‌کنند و کاتیونی

در این رقابت برنده می‌شود که E^0 بزرگ تری داشته باشند. (اکسندده قوی تری باشد.)

ترتیب برنده شدن کاتیون‌ها در کاتد:

کاتیونهای گروه ۱ و ۲ > Al^{3+} > Mn^{2+} > H_2O > کاتیونها با E^0 بزرگتر

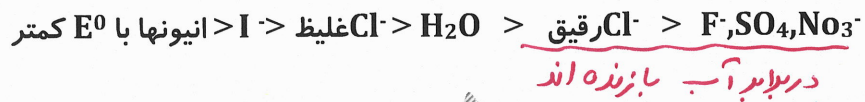
در برابر آب بازنه اند

• **رقابت آندی:** آنیون‌ها یا مولکول‌های آب در آند (قطب +) برای دادن e^- و اکسایش یافتن با هم رقابت می‌کنند

و آنیونی در این رقابت برنده می‌شوند که E^0 کم تری داشته باشند. (کاهنده ی قوی باشند)

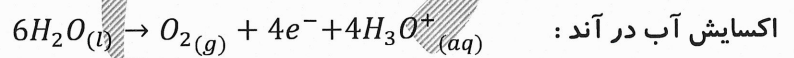


ترتیب برنده شدن آنیون ها در آند: **بن آنیون و آب** - رقابت برای از دست دادن e^- رخ می دهد.



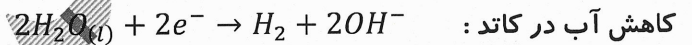
• اگر مولکول های آب در آند برای دادن e^- و اکسایش یافتن برنده شوند گاز O_2 آزاد می شود و در ضمن به علت

تولید یون های $H_3O^+_{(aq)}$ محلول اطراف آند اسیدی می شود:

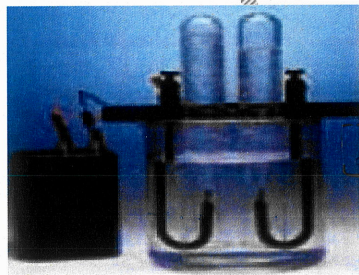


• اگر مولکول های آب در کاتد برای گرفتن الکترون و کاهش یافتن برنده شوند گاز H_2 آزاد می شود و در ضمن به

علت تولید یون های $OH^-_{(aq)}$ محلول اطراف کاتد قلیایی (بازی) می شود.

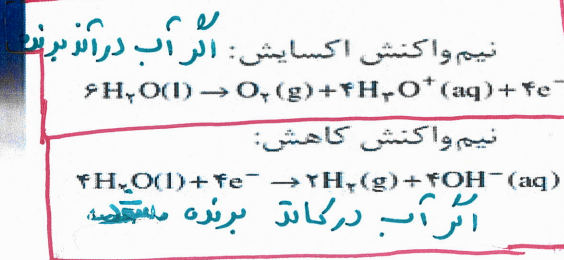


| | |
|--|---|
| یون های مثبتی که هرگز در محلول آبی کاهش نمی شوند | یون های منفی که هرگز در محلول آبی اکسید نمی شوند |
| یون های فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی | F^- و آنیون های اکسیژن دار مانند NO_3^- و ... |



برقکافت آب

حجم هیدروژن تولیدی، برابر O_2 تولیدی است.



آند (+)
 کاتد (-)

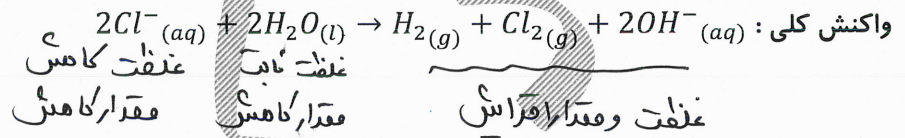
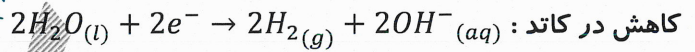
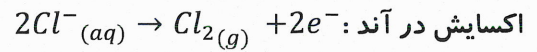
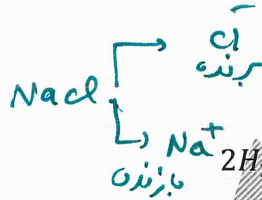
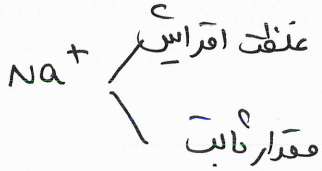
مثال: برقکافت محلول آبی $CrBr_2(aq)$

مثال: برقکافت محلول آبی $NaF(aq)$

مثال: برقکافت محلول آبی $MnBr_2(aq)$



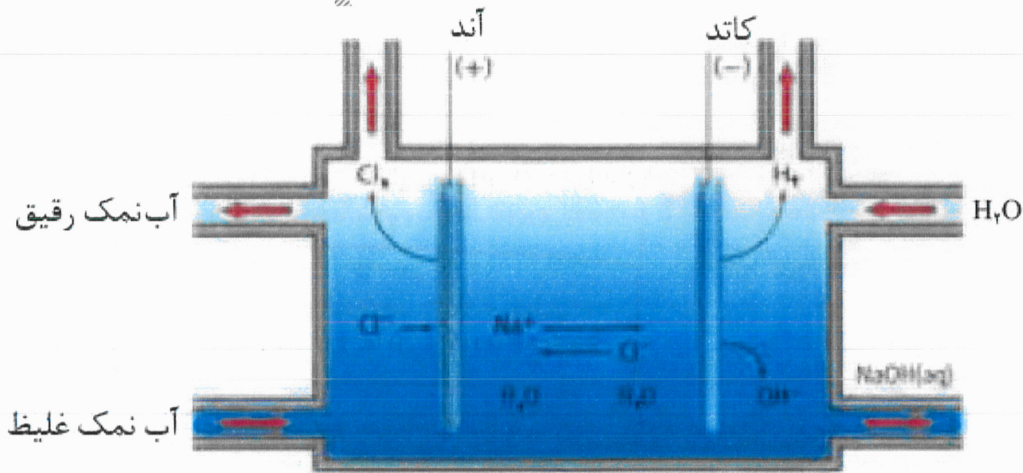
مثال : برقکافت محلول غلیظ نمک خوراکی :



۱. با ادامه ی برقکافت به تدریج از غلظت یون های Cl^- کاسته و بر غلظت یون های $[OH^-]$ افزوده شده و مول های یون Na^+ تغییری نمی کند. ولی غلظت یون های Na^+ به تدریج زیاد می شود.

۲. با تولید OH^- ، اطراف کاتد قلیایی شده و شناساگر فنول فتالئین به رنگ ارغوانی در می آید. ← عصباً قلیایی من سود

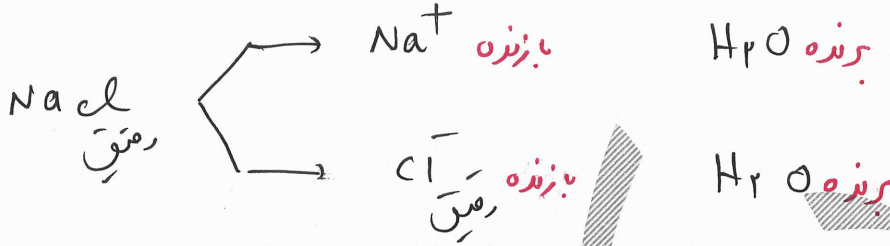
۳. از برقکافت محلول غلیظ سدیم کلرید، گاز های هیدروژن (در کاتد) و کلر (در آند) و ماده ی سود سوز آور ($NaOH$) تولید می شود.



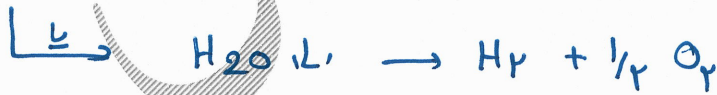
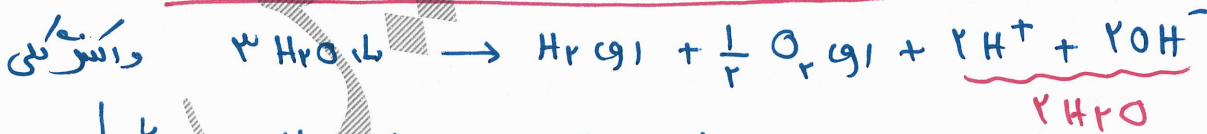
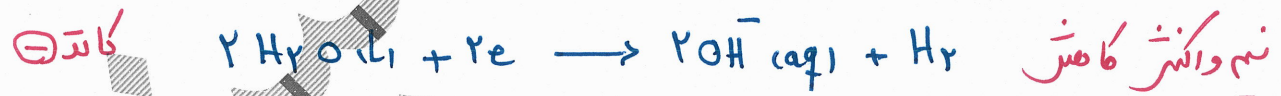
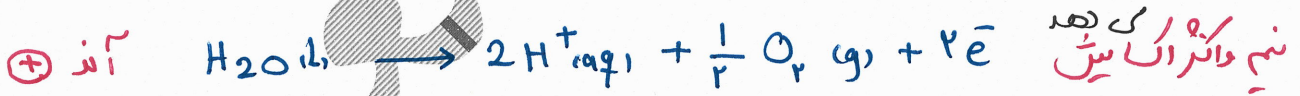
برقکافت محلول غلیظ نمک خوراکی در آب



مثال : برتکافت محلول رقیق نمک خوراکی :



آبکافت : با ساختن یک الکترولیت مناسب برای برتکافت آب در آند و کاتد نیم واکنش‌های زیر رخ



← از آسایش آب در آند H^+ تولید می‌شود و محیط اطراف آن اسیدی می‌شود.

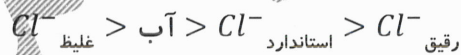
← از کاهش آب در کاتد یون OH^- تولید می‌شود و محیط اطراف کاتد قلیایی می‌شود. PH تغییر می‌کند

← حجم گاز هیدروژن تولیدی در کاتد دو برابر حجم گاز اکسیژن در آند است.



جمع بندی :

۱. در نمک ها یا اسید های دارای سولفات (SO_4^{2-}) ، نیترات (NO_3^-) و فلوئورید (F^-) همواره مولکول های آب در آند برای دادن e^- و اکسید شدن برنده می شوند و هم چنین در نمک های فلزات قلیایی و قلیایی خاکی ، Mn^{2+} و Al^{3+} همواره آب در کاتد برای گرفتن e^- و کاهش یافتن برنده می شوند . به همین دلیل تهیه ی فلزات گروه های IA و IIA و Mn و Al هم چنین نا فلز F_2 از الکترولیز محلول آبی ممکن نیست .
۲. واکنش کاهش کاتیون ها در کاتد و اکسایش آنیون ها در آند به غلظت محلول و موقعیت یون ها یاد شده در سری الکترو شیمیایی (E°) بستگی دارد
۳. با توجه به جدول E° رو به رو می توان نتیجه گرفت که Cl^- غلیظ نسبت به H_2O کاهنده ی قوی تر ولی Cl^- استاندارد و Cl^- رقیق نسبت به H_2O کاهنده ی ضعیف تری است ، پس می توان ترتیب برنده شدن آن ها را در رقابت آندی (یا ترتیب کاهندگی) به صورت زیر در نظر گرفت .



۴. سه واکنش مهم:

- واکنش کاهش آب و اکسیژن در فرآیند زنگ زدن : $O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e^- \rightarrow 4OH^-_{(aq)}$
- واکنش کاهش آب در فرآیند برقکافت : $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow 2H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$
- واکنش اکسایش آب در فرآیند برقکافت : $6H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2(g)} + 4e^- + 4H_3O^+_{(aq)}$



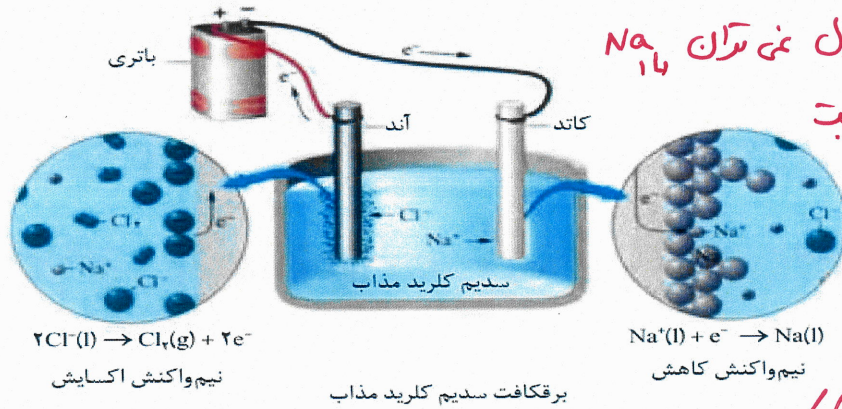
برقکافت سدیم کلرید مذاب (در سلول دانز) ← آب برای رقابت وجود ندارد.

ساخت (الکترولیز)

۱. برقکافت سدیم کلرید در سلول دانز، روش صنعتی تهیه Na است. (کاتد آهن و آنود گرافیت است)

۲. در سلول دانز، جنس کاتد آهن و جنس آنود گرافیت است.

۳. برقکافت NaCl مذاب راه حل مناسبی برای تولید سدیم است. در فرآیند تولید صنعتی سدیم، گاز کلر نیز به دست می آید.

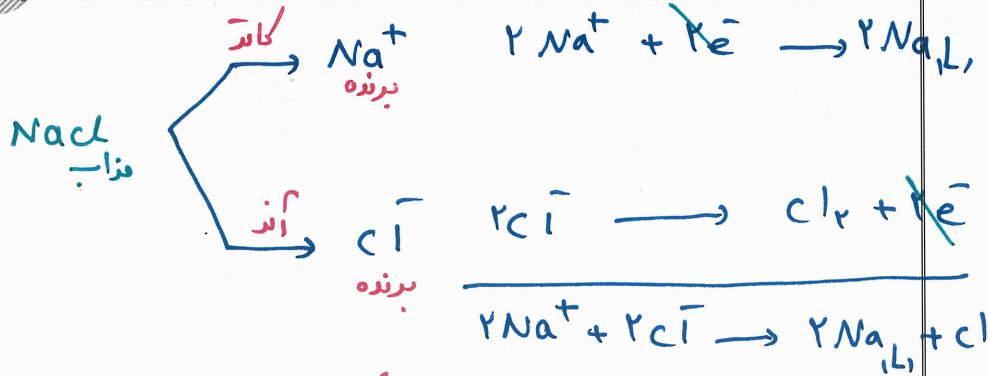


↓
 به برقکافت محلول نمی توان با Na_2 که کم کرد زیرا آب همراه نسبت به کاتیون های گروه اول برنده است

افزون Ca به میزان کم ذوب دمای ذوب را تا ۵۸۷ درجه پایین می آورد.

۴. در صنعت فلز سدیم را از طریق برقکافت سدیم کلرید مذاب در سلول دانز تهیه می کنند | سلول دانز یک سلول الکترولیتی است.

در این سلول با کمک یک آنود گرافیتی و یک کاتد آهنی، فلز سدیم خالص تهیه می شود.



← سدیم مایع که از کاتد خارج می شود.
 ← محصول اصلی
 ↓ گاز خارج شده
 ↓ محصول جانبی

بهترین روش تهیه فلزات گروه ۱ و ۲ و Al برقکافت مذاب نمک های آنها است.
 AL - Mg - K - Na - Li

* آلومینوم اکساید منبسط
ولی خورد. نمی شود.

@jozveh_nub



دکتر معین

جمع بندی الکتروشیمی

$$E^{\circ} (Al^{3+}/Al) = -1.66 \text{ V}$$

فرآیند هال

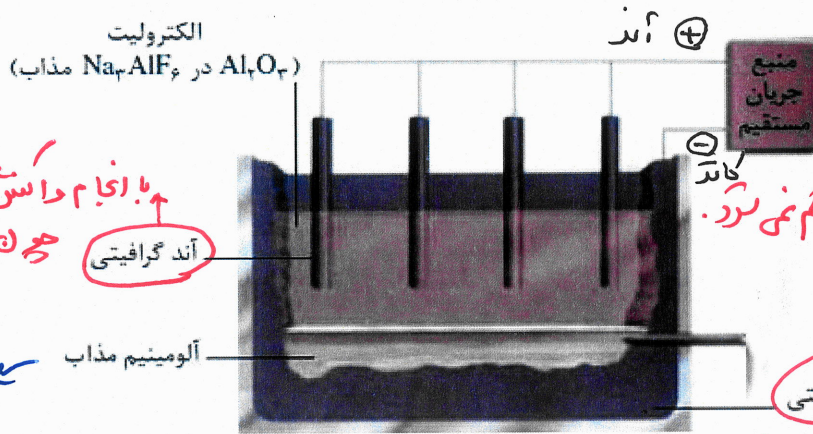
آلومینوم به علت واکنش پذیری زیاد در طبیعت به صورت ترکیب یافت می شود.

۱. تولید آلومینیوم با روشی به نام فرآیند هال صورت می گیرد.

۲. در صنعت، آلومینیوم را از سنگ معدنی به نام بوکسیت تهیه می کنند

۳. دیواره ها و کف دستگاه از جنس گرافیت است و نقش کاتد (قطب منفی) را دارد و تیغه های گرافیتی در بالای دستگاه نقش آند

(قطب مثبت) را دارد. الکترولیت به کار رفته نیز مخلوط مذاب آلومینا (Al_2O_3) در کریولیت (Na_3AlF_6) است.



* بلی از اکسیدها (اکسید آلومینا) مصرف می شود

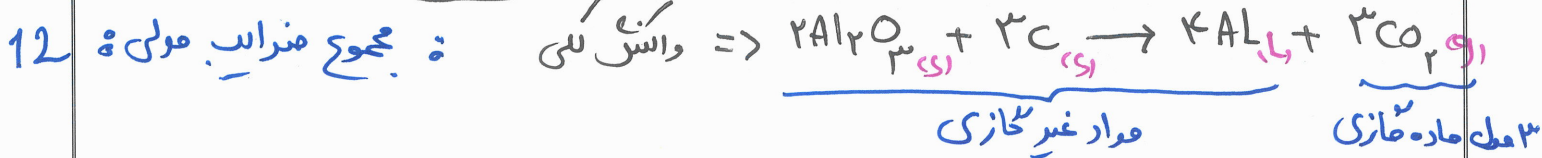
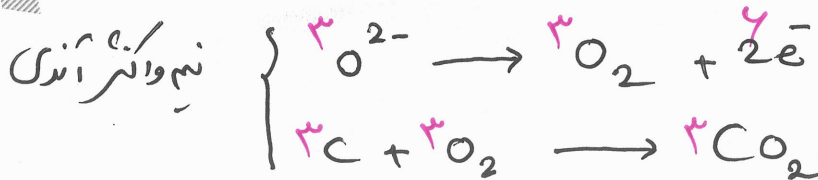
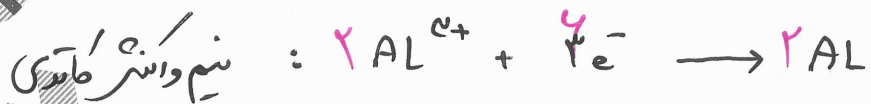
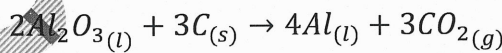
با انجام واکنش از صبرم کاتد کم نمی رود.

آند گرافیتی

کاتد گرافیتی

آلومینیم مذاب

عدد کسایس }
C ← از مصرف به ۲
Al ← از ۳ به مصرف



* فرآیند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد.

* تولید قوطی های آلومینیوم از قوطی های کهنه تنها ۷٪ انرژی لازم برای تهیه همان مقدار قوطی از فرآیند هال نیاز دارد.

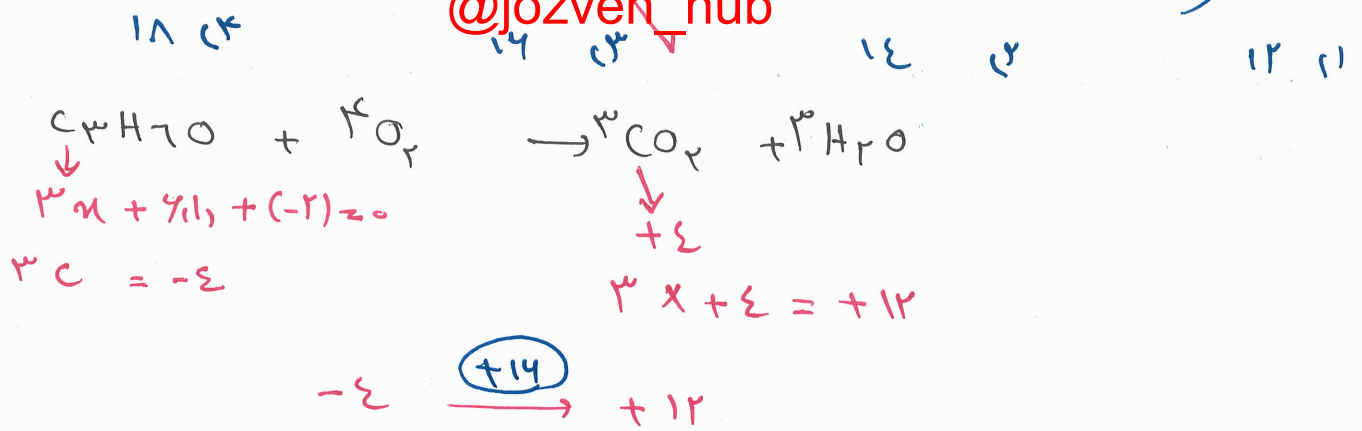
@jozveh_nub

@jozveh_nub

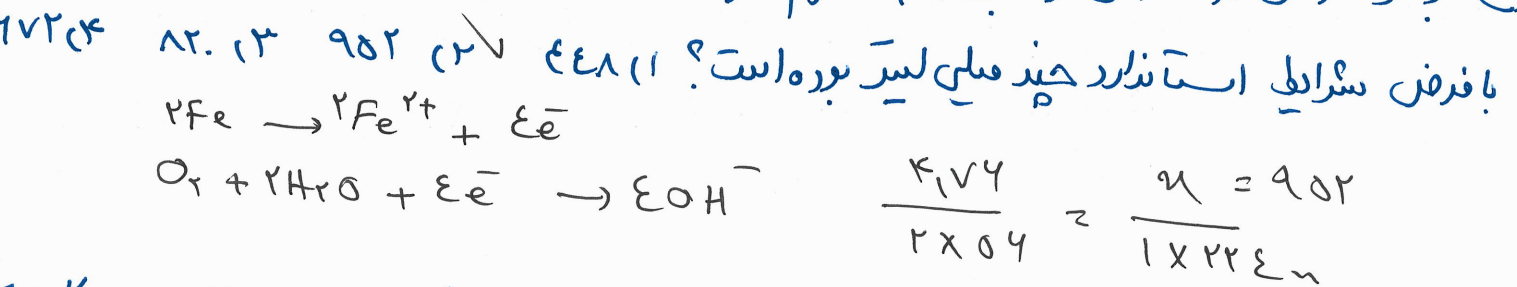
@jozveh_nub

④ در واکنش سوختن کامل استون مجموع تعداد اتم کربن چقدر است؟

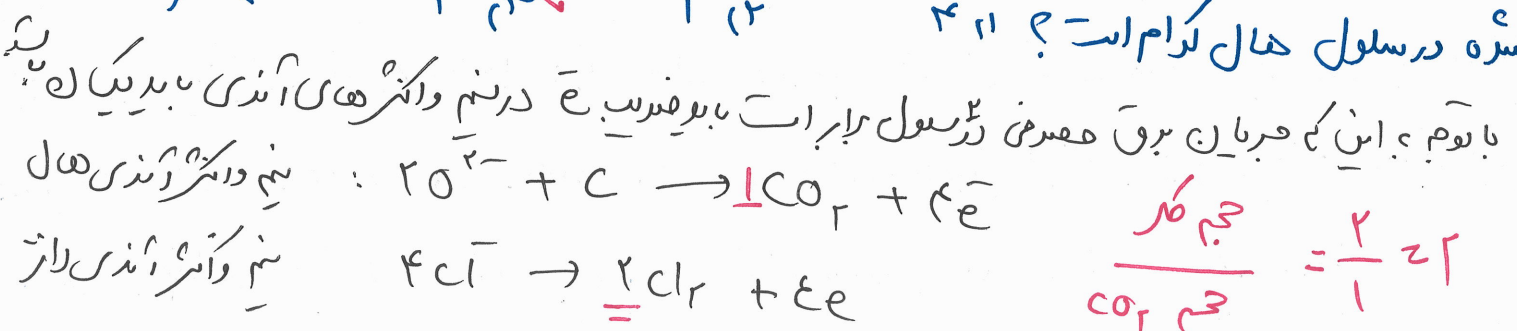
@jozveh_nub



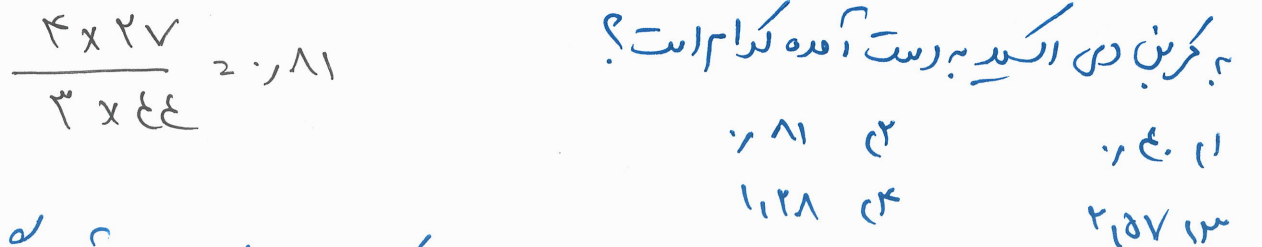
⑤ بر اثر خراش در قطعه‌ای از جلی ۴۱۷۶ گرم فلز خورده می‌شود. مقدار اکسیدن مصرف شده



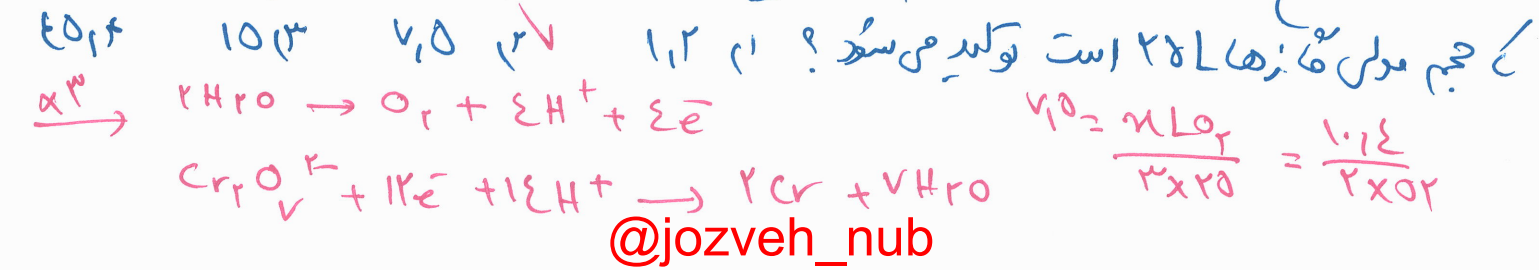
⑥ از اسید مصرف مقادیر مساوی جریان برق نسبت حجم گاز تولید شده در سلول رانندگی حجم گاز تولید شده در سلول خنک‌کننده چقدر است؟ (۱) ۴ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۵



⑦ هرگاه به مدت یک ساعت در سلول هال Al_2O_3 را بر یکسانت نسبت جری Al تولید شده



⑧ آبکاری کرم در یک محلول اسیدی دارای تیوسیم دی کرومات انجام می‌شود. واکنش آنزنی در آن



① در تولید صنعتی هیدرو آلومینیم به تقریب چند کلوگرم تراشیده نیاز است و چند متر مکعب گاز در شرایطی که حجم مایع گاز ۲۵۸ است تولید می‌شود؟ (۱) @jozveh_nub

۲ ۴۴۴ ۶۹۴ ۱۰۰

۳ ۳۳۳ ۴۹۴ ۱۰۰

۴ ۴۴۴ ۶۹۴ ۱۰۰

۳ ۳۳۳ ۴۹۴ ۱۰۰



$$\frac{1.6 \text{ gAL}}{E \times 27} = \frac{n}{3 \times 12} = \frac{n}{36} = 333 \text{ kgC}$$

$$\frac{1.6}{E \times 27} = \frac{n_L}{C \times 28} = \frac{n_L}{28 \times C} = 494.1 \text{ L}$$

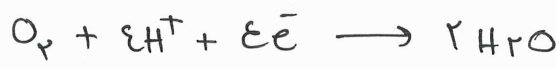
② الکتریته حاصل از عبور ۴۴۸ لیتر گاز کلرین در شرایط STP و واکنش آن با گاز هیدروژن کانی در یک سلول سوختن چند گرم نقره را در یک سلول آبکاری نقره به جسم مورد نظر انتقال می‌دهد؟

۴ ۸۴۴

۳ ۶۴۸

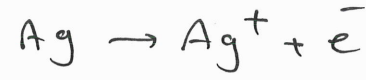
۲ ۴۴۲

۱ ۲۱۴



$$221.4 \text{ L} \rightarrow 4e^-$$

$$442.8 \text{ L} \rightarrow n_e = ? \text{ } 1.0 \text{ mole}$$



$$1 \text{ mole} \rightarrow 1.08 \text{ g}$$

$$1.0 \text{ mole} \rightarrow n_g = 1.0 \times 1.08 = 1.08 \text{ g}$$

③ در یک کارخانه از گاز کلر حاصل از یک سلول دانه برای تهیه مایع سفیدکننده که از جرمی طبق واکنش

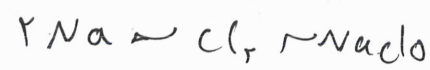


۲۷۲۵ (۲۷)

۳۵۱۷۸ (۱)

۷۴۱۵ (۴)

۵۱۱۵۹ (۳)



$$\frac{115.0 \text{ kg Na}}{2 \times 23} = \frac{n_g NaClO}{1 \times 74.5} = 118228 \times 10^{-3} \text{ g} = 118228 \text{ kg NaClO}$$

درصد جرمی سفیدکننده

$$= \frac{\text{جرم NaClO}}{\text{جرم سفیدکننده}}$$

=>

$$\frac{5}{100} = \frac{118228}{n \text{ kg}}$$

$$n \text{ g} = 23725 \text{ kg}$$

میلیار ۱ است ۲۷۲۵ لیتر

۱۳) اگر در سلول سوختی به جای هیدروژن از متان استفاده کنیم برای عبور همان مقدار الکترون ناشی از مصرف یک مول هیدروژن از مقدار چند گرم متان به چه مقدار می‌رسد؟

۳۲ (۴) ۱۶ (۳) ۸ (۲) ۴ (۱) ✓

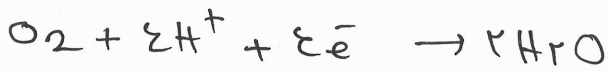


$$\frac{16g}{8} = 2$$

۱۴) در سلول سوختی هیدروژن برای کاهش یا فتن مقداری گاز اکسیژن (حجم آن در شرایط

۶۷۲ mL STP است. تقریباً چه مقدار بار الکتریکی بر حسب کولن لازم است؟ $1e = 1.6 \times 10^{-19}$

۱۱۵۶۰ (۴) ✓ ۵۷۸۰۰ (۳) ۱۱۵۶۰۰ (۲) ۵۷۸۰۰۰ (۱)



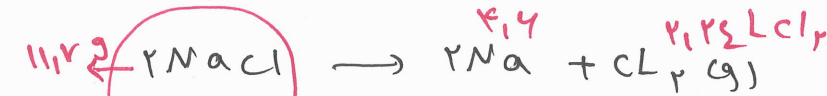
$$672 \text{ mL } O_2 \propto \frac{1 \text{ mol } O_2}{22.4} \times \frac{4e^-}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{1.6 \times 10^{-19} e}{1 \text{ mole}} \times \frac{1.6 \times 10^{-19}}{1e} = 11560$$

۱۵) مخلوطی شامل ۷۱.۲ گرم سدیم کلرید رازوب کرده و برقیافت می‌کنیم. اگر حجم

اولین فلز آزاد شده برابر ۴.۴ گرم باشد حجم گازهای آزاد شده در الکترولیز آن در شرایط STP چند لیتر

خواهد بود؟ هر ۲ ماده خروجی از آن را گاز فرض کنید. $Na=23$ $Cl=35.5$ $K=39$ $Br=80$

۷۱.۲ (۴) ✓ ۱۵۱.۲۸ (۳) ۵۱.۶ (۲) ۲۱.۲۶ (۱)



$$\frac{59.18}{2 \times 119} = \frac{x}{22.4} \Rightarrow x = 5.4 \text{ L } Br_2$$

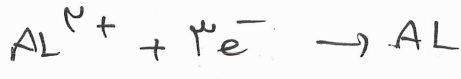
$$\frac{4.4}{23} = \frac{x}{2 \times 88.15} \Rightarrow x = 11.7 \text{ g}$$

$$\frac{11.7}{2 \times 88.15} = \frac{x}{22.4} \Rightarrow x = 2.125$$

$$5.4 + 2.125 = 7.525 \text{ L گاز}$$

۹) اگر جریان برق عبوری در سلول داتر ۲ برابر سلول هال باشد جرم فلز تولید شده فعال

چند برابر جرم دیگر فلز تولید شده است؟ [@jozveh_nub](https://www.jozveh_nub.com) (۱) ۱۷۴ (۲) ۱۷۰ (۳) ۱۷۰ (۴) ۵۱۱



با توجه به جریان برق عبوری با بد فرضیه در



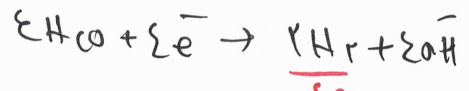
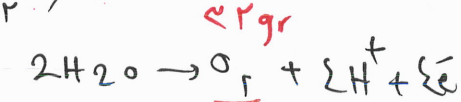
سیم و الکترکاتی سلول داتر ۲ برابر سیم و الکترکاتی

Na فعال تر است

سلول هال باشد.

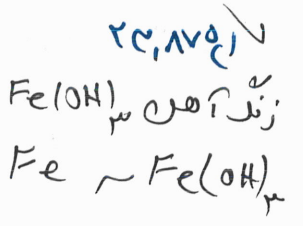
$$\frac{2 \times 27}{1 \times 27} = 511$$

۱۰) در سلول الکترولیز که در آن بد کیفیت آب انجام می شود به ازای عبور ۵۰۰ مول الکترون چند گرم گاز هیدروژن می آید؟ (۱) ۲ (۲) ۲۱۲۵ (۳) ۴ (۴) ۴۱۵



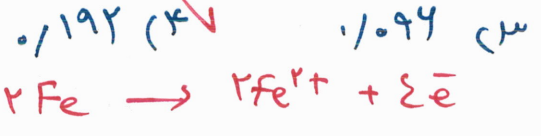
۱۱) یک میخ آهنی به جرم ۱۷۱۵ گرم وارد محلول رقیق از آب نمک شده و پس از مدتی ۳۰٪ آن خورده می شود. اگر تمام رسوب تولید شده بر روی میخ نه نشین شود جرم نهایی میخ را بدست آورید.

$$\frac{1715 \times \frac{4}{100}}{1 \times 56} = \frac{m \text{ g Fe(OH)}_3}{1 \times 107}$$



$$1715 \times \frac{4}{100} = 68.6 \text{ g Fe}$$

۱۲) یک قطعه حلبی خراشیده شده به جرم ۱۵۰ گرم ۱۰٪ آن را قطع تسلیلی می دهد در آب غوطه در می شود. به ازای خوردگی ۴ درصد از جرم آن در سلول تسلیلی شده چند میل OH تولید می شود؟ (۱) ۰.۱۰ (۲) ۰.۰۵ (۳) ۰.۹۶ (۴) ۰.۱۹۲

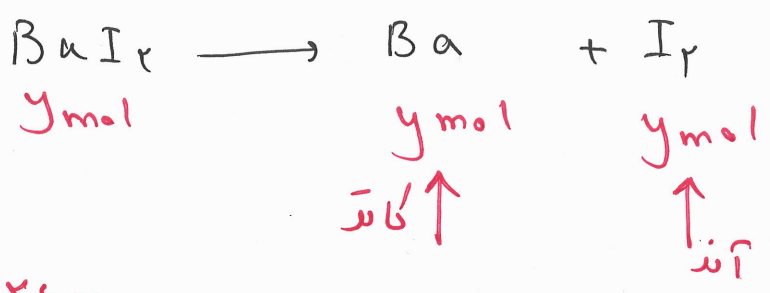
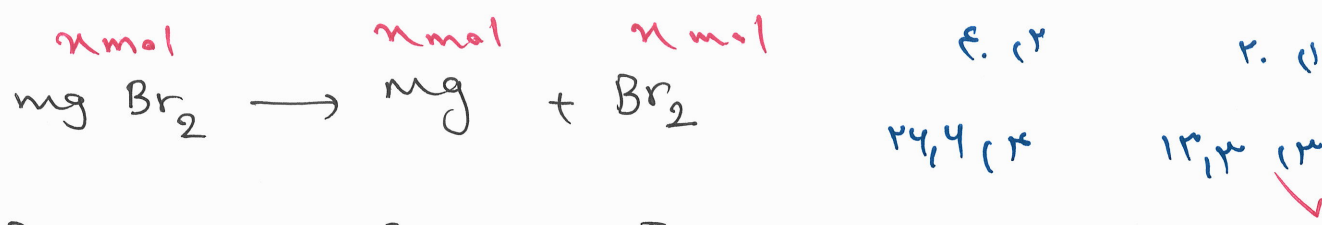


$$150 \text{ g} \times \frac{10}{100} \times \frac{4}{100} = 0.6 \text{ g Fe}$$

۱۴) مخلوطی از ترکیب یونی $MgBr_2$ و BaI_2 مذاب در واکنش برقیافت شرکت می کنند.

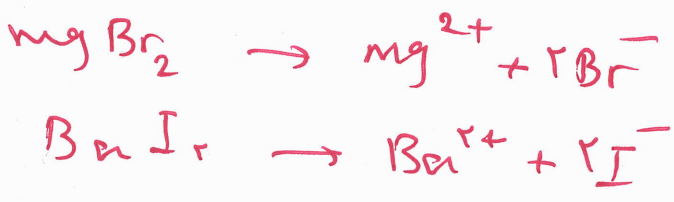
اگر در پیل حرم مواد تولیدی در آنذ و پتانسیل برقی 2.44 و 2.44 گرم باشد پس درصد مولی یونهای مذاب در ابتدای واکنش در پیل بارم است؟

$Ba = 137$ $Mg = 24$
 $Br = 80$ $I = 127$



$24x + 137y = 24,4 \text{ g}$
 $(2 \times 80 \times x) + (y \times 2 \times 127) = 41,1 \text{ g}$

$x = 0,2 \text{ mol } MgBr_2$
 $y = 0,2 \text{ mol } BaI_2$



مول $Ba^{2+} = \frac{0,2 \text{ mol } Ba}{(2 \times 80) + (2 \times 127)}$
 $= 13,7$

@jozveh_nub

@jozveh_nub