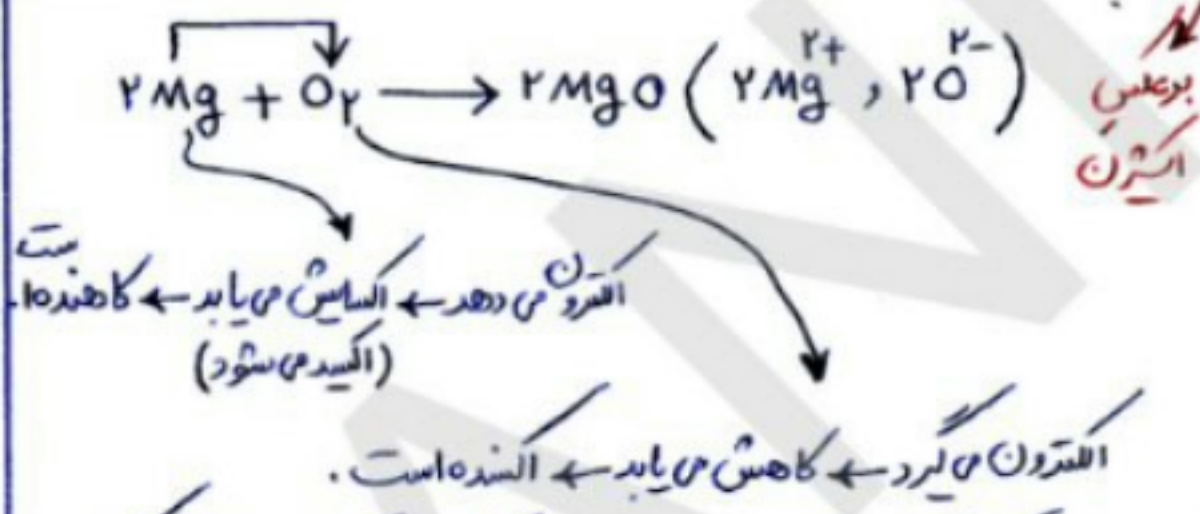


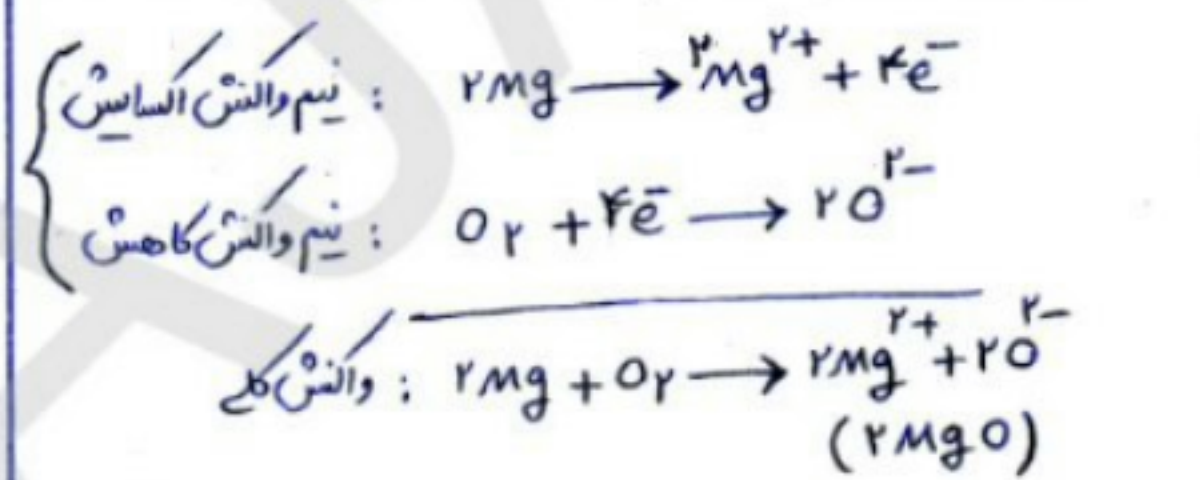
الکسیس و کاهش

اکسیدان { گرفتن الکترون ← الکسیس
از دست دادن الکترون ← کاهش

هیدروژن ← از دست دادن هیدروژن ← الکسیس
الکترون ← از دست دادن الکترون ← الکسیس



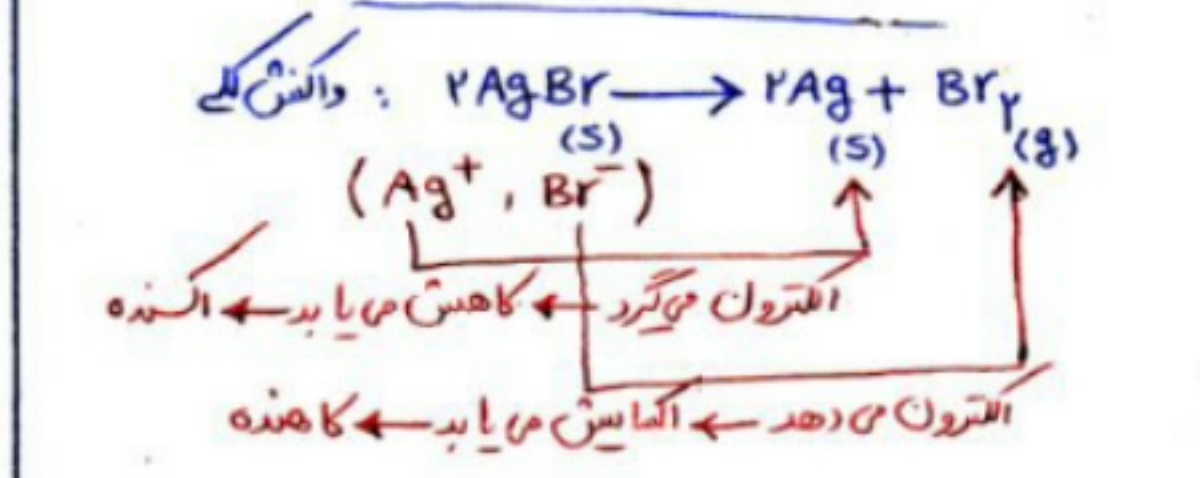
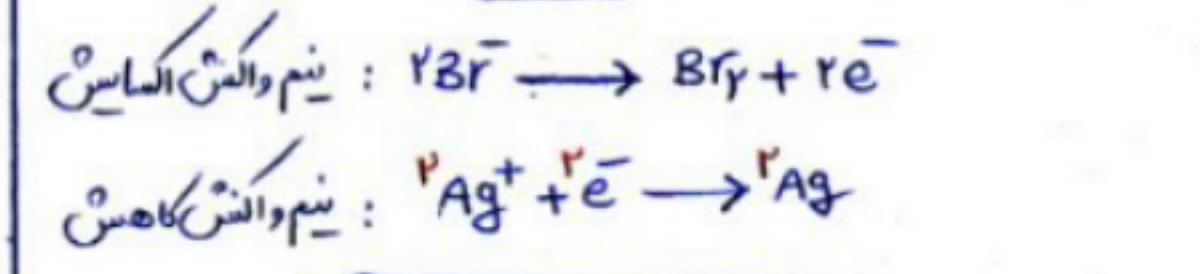
ماده ای که با گرفتن الکترون سبب الکسیس گونزی دیگر می شود ← الکنده
ماده ای که با دادن الکترون سبب کاهش گونزی دیگر می شود ← کاهش دهنده



هر نیم واکنش باید هم از نظر تعداد اتم (موازنه جرم) و هم از نظر بار الکتریکی موازنه باشد.

مثال ۲:

فيلم عكاسی که در نزدیکی برای تهیه عکس که سیاه و سفید استفاده می شود -
حادی بلورهای بسیار ریز نقره برمید ($AgBr$) در لایه است.
هنگامی که این فیلم در برابر تابش نوب قرار گیرد، سیاه می شود.
در این پدیده، نیم واکنش های زیر هم زمان رخ می دهند:



- در واکنش های الکسیس-کاهش، در نیم واکنش الکسیس کاهش، هم زمان و همواره در کنار هم رخ می دهند. به طوری که تعداد الکترون های تولید شده در نیم واکنش الکسیس باید با تعداد الکترون های مصرف شده در نیم واکنش کاهش برابر باشد.

Telegram channel:

@shimiaghajani96

مهندس محمدرضا آقا جانی

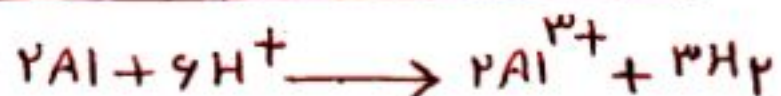
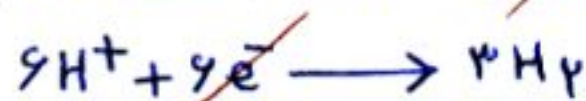
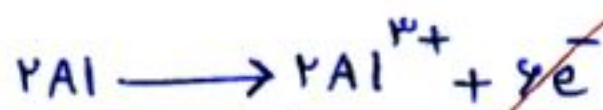
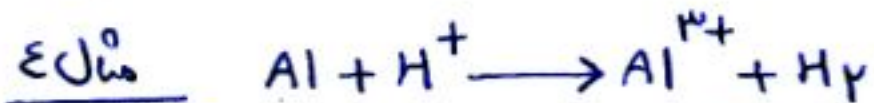
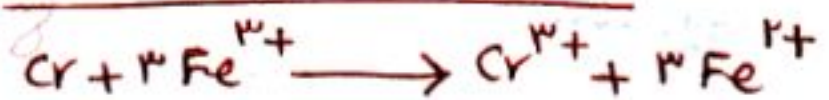
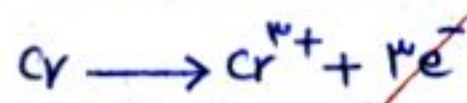
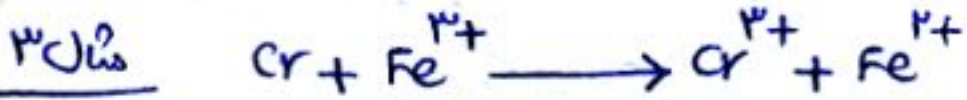
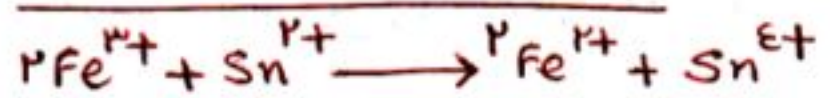
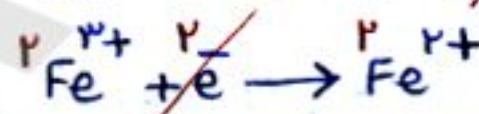
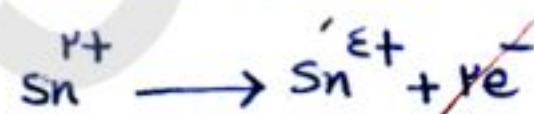
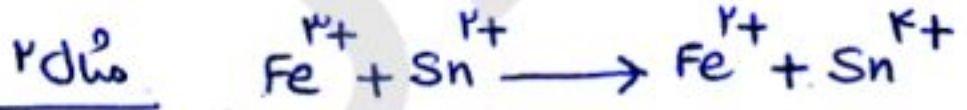
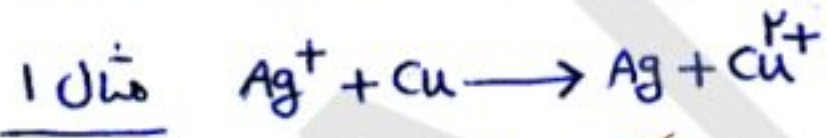
موازنه واکنش‌های اکسایش-کاهش

- واکنش‌های اکسایش-کاهش، با تغییر عدد اکسایش حداقل یک عنصر همراه هستند.

اگر عدد اکسایش هیچ‌یک از اتم‌های شرکت‌کننده در واکنش تغییر نکند، واکنش، غیر اکسایش-کاهش است.

* اگر درست چپ یا راست معادله واکنش، اعضا آزاد (مانند: Na, O₂, Cl₂ و ...) وجود داشته باشد ← از نوع اکسایش-کاهش است.

* همدی واکنش‌های جابه‌جایی دوگانه ← غیر اکسایش-کاهش هستند.



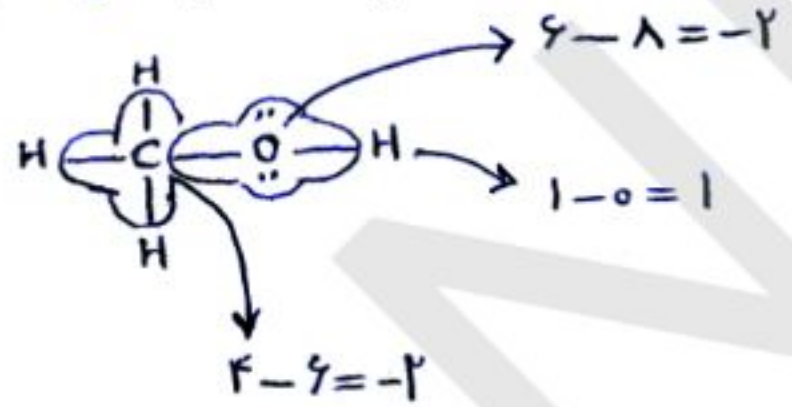
* تعداد الکترون‌های تولیدشده در نیم واکنش اکسایش باید با تعداد الکترون‌های مصرف‌شده در نیم واکنش کاهش برابر باشد.

عدد اکسایش

از روی ساختار لوویس:

الکترونیجیت داده شده به اتم - الکترونیجیت نظری اتم = عدد اکسایش اتم
(رقم یکان شماره گروه)

مثال (CH₃OH) متانول



از روی فرمول شیمیایی:

هیدروژن ← غالباً +1

اکسیژن ← غالباً -2

هالوژن ← معمولاً -1

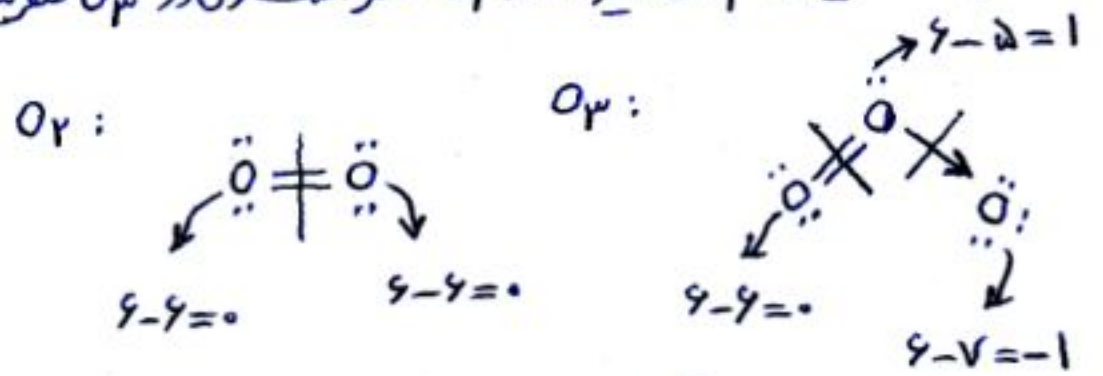
فلور ← -1

مجموع عدد اکسایش اتم ۰، در ترتیب ضمنی ← صفر

مجموع عدد اکسایش اتم ۰، در ترتیب باردار ← باریون

عدد اکسایش اتم ۰ی پایدارترین در شکل یک عنصر ← صفر

مثال (Na - Fe - Cl₂ - F₂)
عدد اکسایش اتم ۰ی اکسیژن در O₂ صفر است ولی در O₃ صفر نیست



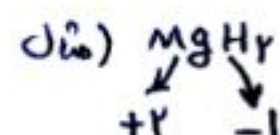
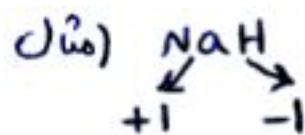
عدد اکسایش هر فلز در ترتیب ← ظرفیت فلز

مثال Na₂CO₃ → 2(1) + C + 3(-2) = 0 → C = 4

مثال PbO → Pb = 2

مثال FeSO₄ → 2 + S + 4(-2) = 0 → S = 6

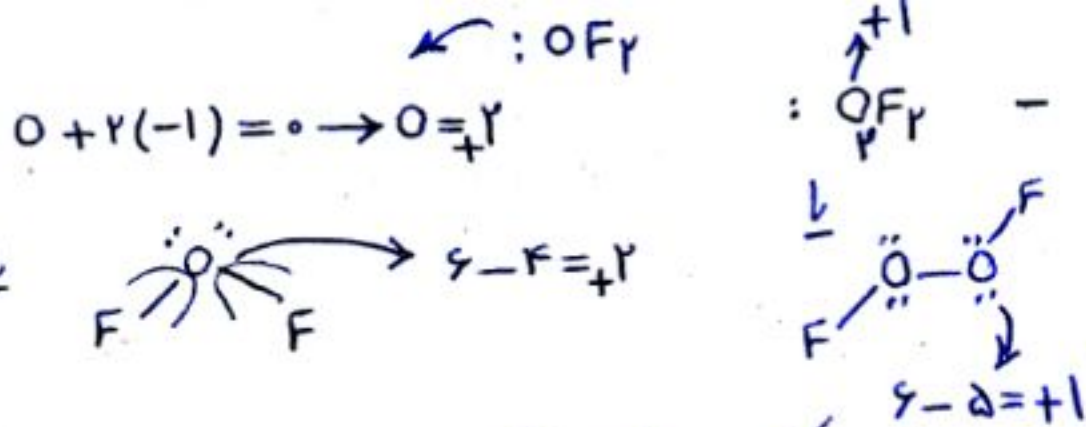
هیدروژن در هیدرید فلزات ← -1



اکسیژن در پراکسید ← -1

مثال H₂O₂ → 2(1) + 2(0) = 0 → O = -1
هیدروژن پراکسید

اکسیژن در سوپراکسید (O₂⁻) ← -1/2
مثال KO₂ → 1/2



صاف و حداقل حالت اکسایش یک عنصر:

Max → عدد یکا شماره گروه

Min → -(نمکان شماره گروه)

مثال نیترژن گروه ۱۵
Max → +5
Min → -(5-1) = -3

هر چه تغییرات عدد اکسایش یک اتم بیشتر باشد، شمار بیشتری از الکترون ۰ در آن جابجایی شوند.

* گونه ۰ی که چند عدد اکسایش دارند؟

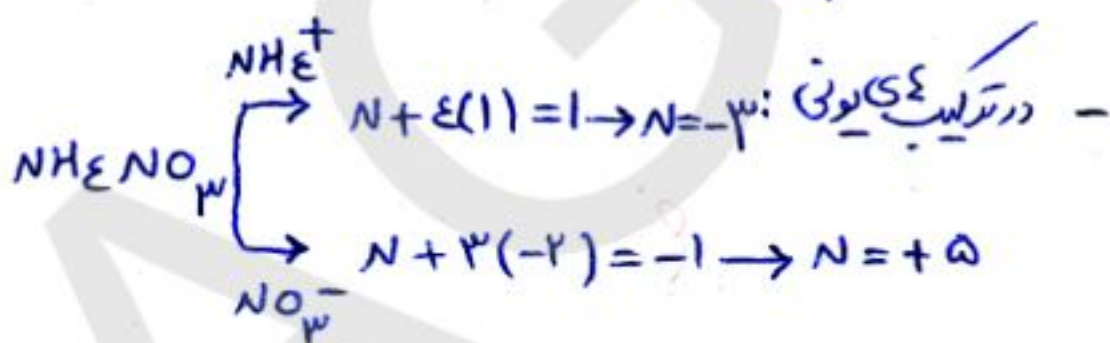
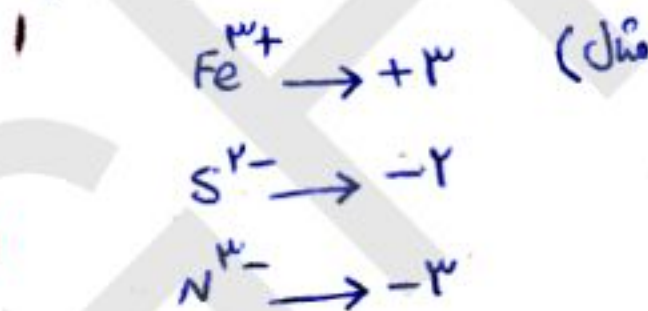
در بالاترین حالت اکسایش خود، فقط می توانند نیمی از الکترون باشند.

بنابراین در بالاترین حالت اکسایش خود تنها می توانند اکسید باشند.

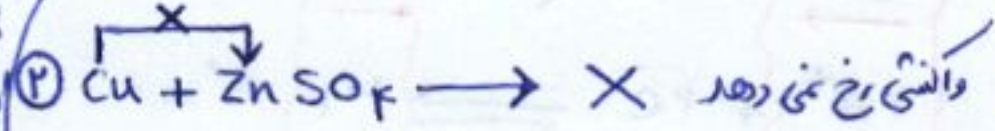
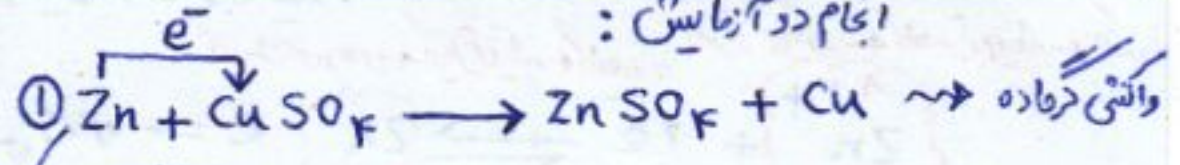
در پایین ترین حالت اکسایش خود، فقط می توانند دهه ی الکترون باشند.

بنابراین در پایین ترین حالت اکسایش خود تنها می توانند کاهشده باشند.

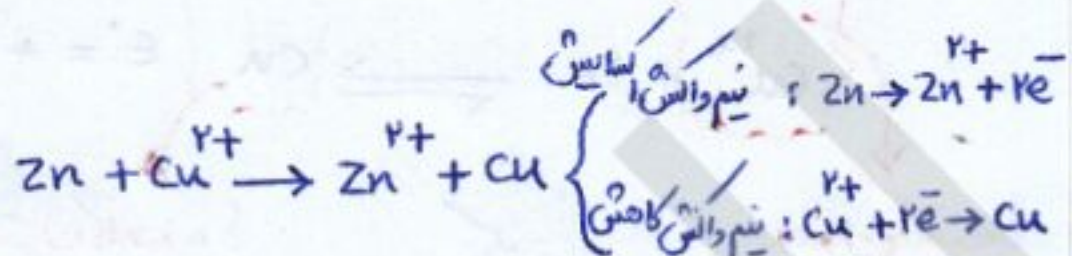
فقط می توانند اکسید باشند. بالاترین حالت اکسایش کلر → Cl = +7 → ClO₄⁻ (مثال)
عدد اکسایش یون ۰ تک اتمی ← بار آن ۰.



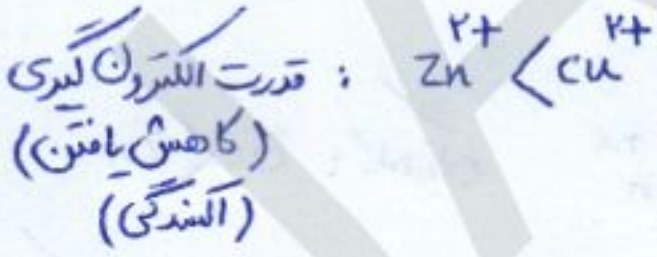
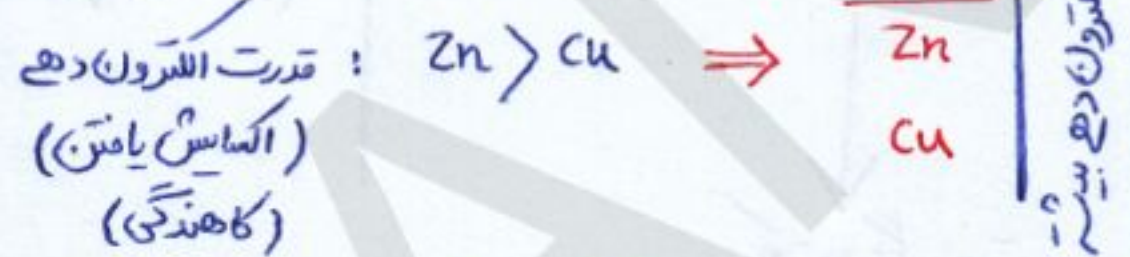
انجام دو آزمایش:



حذف یون ناظر (حالت مگر)

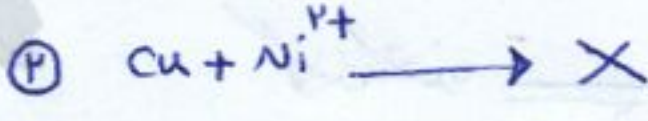
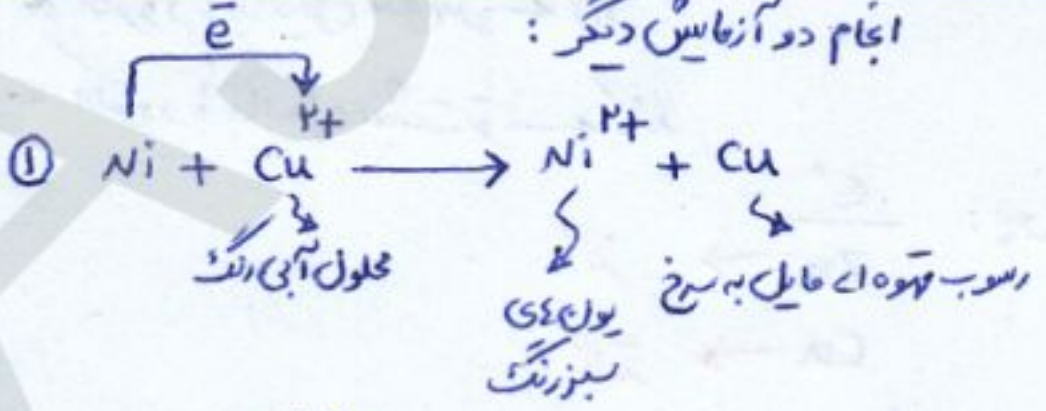


نتیجه گیری:

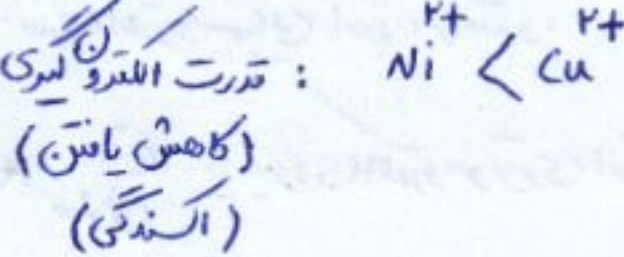
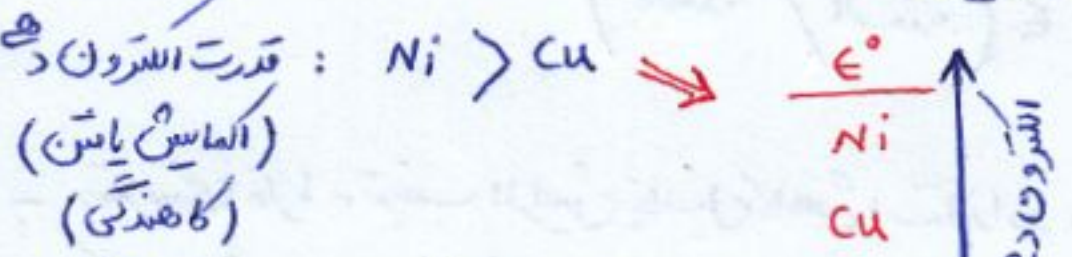


الکترون دهی بیشتر (پتانسیل منفی تر)

انجام دو آزمایش دیگر:



نتیجه گیری:

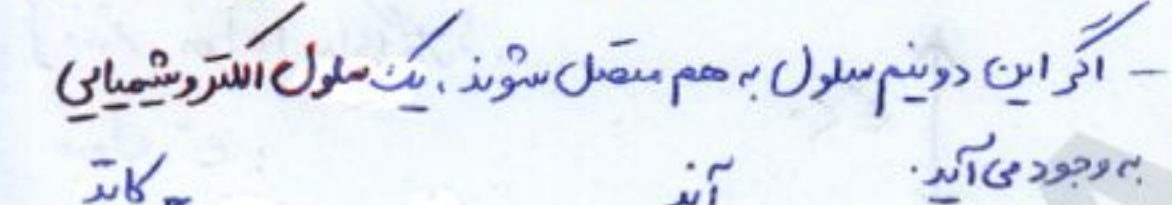


الکترون دهی بیشتر

نیم سلول \leftarrow یک تیغه فلزی که در یک محلول دارای یون همان فلز قرار گرفته باشد. رسانای الکترونی - الکترولیت - رسانای یونی - الکترولیت

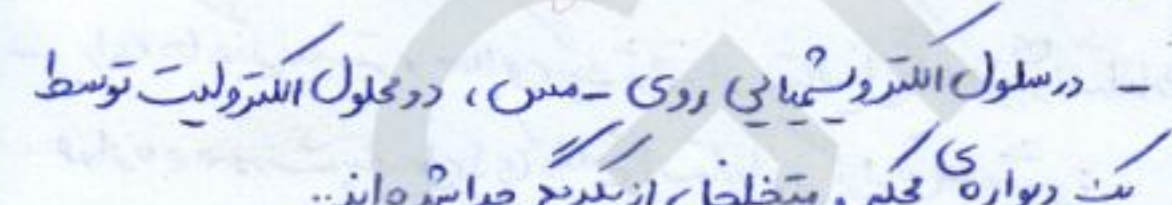
سوال: یک تیغه از جنس فلز روی Zn که درون یک بشر دارای محلول آبی یون Cu^{2+} روی (مانند محلول روی سولفات ZnSO_4) قرار گرفته است، یک نیم سلول را تشکیل می دهد.

در این نیم سلول، برای برقراری تعادل، تعدادی از اتم های Zn، الکترون خود را روی سطح تیغه روی می گذارند و به صورت یون Zn^{2+} وارد محلول می شوند.



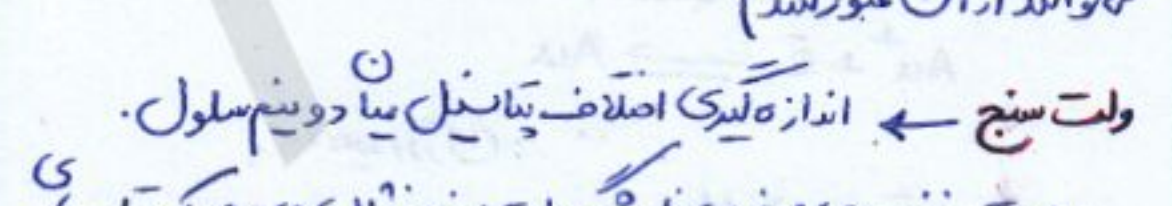
در نتیجه، بین تیغه روی (الکتروود) و محلول (الکترولیت)، اختلاف پتانسیلی به وجود می آید. پتانسیل الکتروودی نامی است که بر این اختلاف پتانسیل نهاده اند.

با قرار دادن تیغه ای از جنس فلز مس درون محلول آبی دارای یون Cu^{2+} مس، تعادل مشابهی برقرار می شود.



اگر این دو نیم سلول به هم متصل شوند، یک سلول الکتروشیمیایی به وجود می آید.

در مدار بیرونی از سمت الکتروود روی Zn به سمت الکتروود مس جریان از الکترون e^- برقرار می شود. (از الکتروود با پتانسیل منفی تر به سمت الکتروود با پتانسیل مثبت تر).



الکتروودی که در آن اکسایش رخ می دهد \leftarrow آند
 الکتروودی که در آن کاهش رخ می دهد \leftarrow کاتد

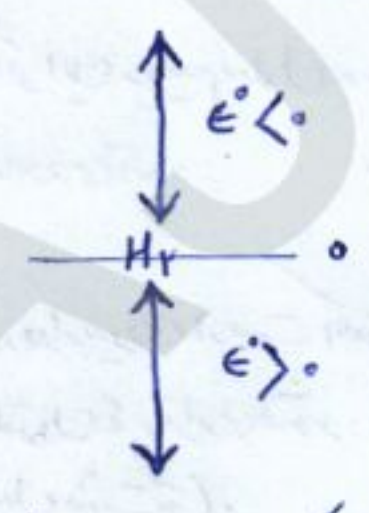
در سلول الکتروشیمیایی روی - مس، در محلول الکترولیت توسط یک دیواره محکم و متخلخل از یکدیگر جدا شده اند. دیواره **متخلخل**، که از جنس سفال، خاک چینی (کائولن) ، آرنیت یا گرد نشوده شده ای شیشه است \leftarrow از مخلوط شدن مستقیم و سریع دو الکترولیت جلوگیری می کند. (ولی یون های موجود در دو محلول می توانند از آن عبور کنند)

الکترواستاندارد هیدروژن ← چون اندازه گیری پتانسیل بین الکترو (SHE)

به طور جداگانه ممکن نیست و نیز نسبت دادن یک مقدار مطلق به پتانسیل آن الکترو نتیجه ای در بر ندارد، سعی در آن که برای حل این مشکل، یک نیم سلول استاندارد انتخاب کردند و مقدار پتانسیل آن را برابر صفر در نظر گرفتند.

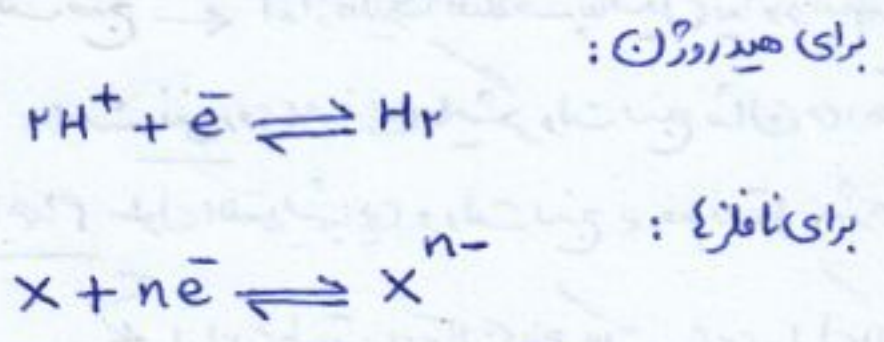
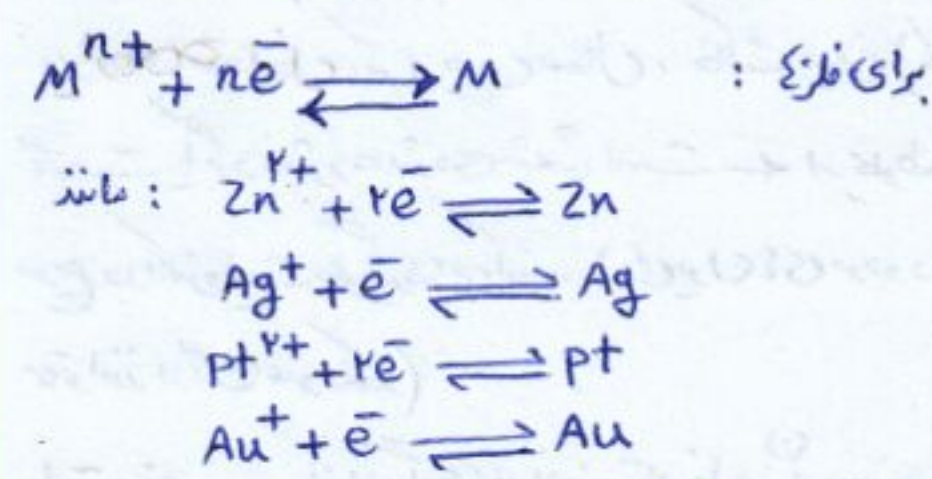
در هر طایفه صفر است. $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2, E^0 = 0V$
 الکترو استاندارد هیدروژن، شامل یک الکترو پلاستی است که در یک محلول اسیدی با $pH=0$ (معمولی که در آن $[H^+] = 1M$) قرار دارد و گاز هیدروژن با فشار $1atm$ از روی آن عبور داده می شود.

E^0 (پتانسیل الکترو استاندارد)
 واژه ای استاندارد، برای پتانسیل های الکترونی ← شرایط استاندارد ←
 { غلظت $1M$ برای یون های محلول.
 فشار $1atm$ برای گاز. }
 جدول E^0 :



هرچه E^0 الکترونی بیشتر باشد، تمایل آن الکترو برای گرفتن الکترون (کاهش یا متن) (الکترونی) بیشتر است.

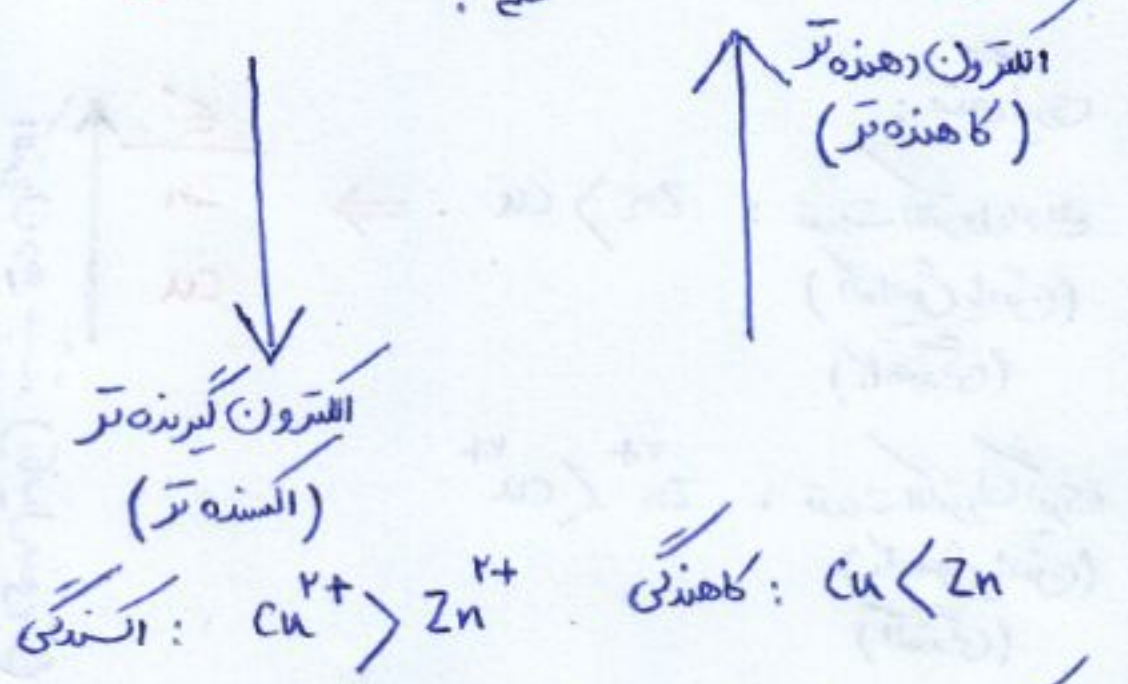
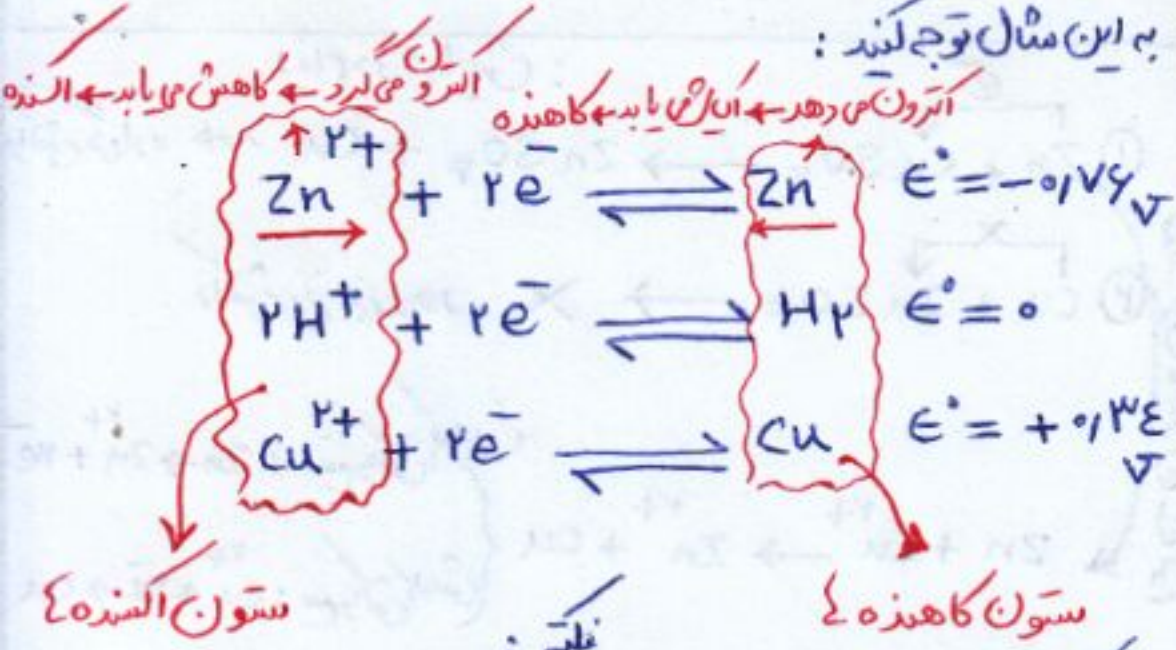
برای هماهنگی بیشتر و مطابق یک قرارداد، پتانسیل های الکترو استاندارد همواره به صورت پتانسیل های کاهش استاندارد گزارش می شود:



مانند: $I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$
 $Br_2(l) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$
 * پتانسیل های کاهش استاندارد، تنها برای واکنش های نیم سلول که در جدول آمده است.

بزرگ نکات:

به این مثال توجه کنید:



* الکترو با پتانسیل منفی تر ← آند
 الکترو با پتانسیل مثبت تر ← کاتد

پس:

$$\frac{E^0}{Zn} \rightarrow \text{آند}$$

$$Cu \rightarrow \text{کاتد}$$

* گونه ی کاهشده + $ne^- \rightleftharpoons$ گونه ی اکسید
 (کاهش / اکسید) E^0

- رتبه بندی فلزک به ترتیب افزایش پتانسیل کاهش استاندارد، سری الکترو شیمیایی نامیده می شود.

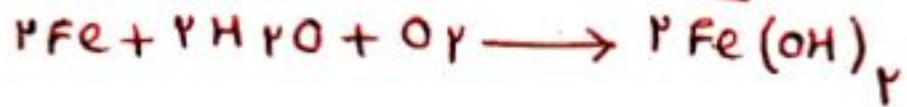
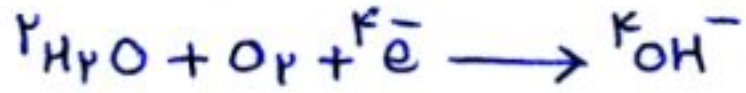
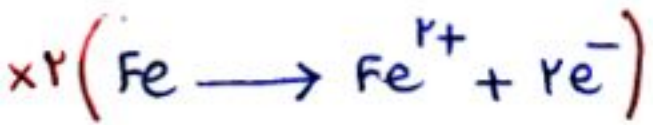
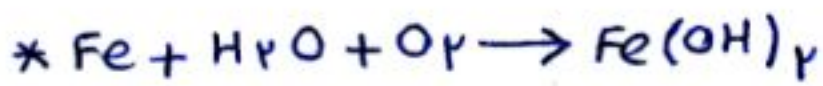
* E^0 یا نیروی الکتروموتوری استاندارد سلول (emf):
 $E^0_{سلول} = E^0_{کاتد} - E^0_{آند}$
 عدد کوچکتر عدد بزرگتر

emf، بیشترین ولتاژی است که یک سلول الکترو شیمیایی می تواند به وجود آورد.

* در جدول E^0 ، فلزهای طبایعی، طبایعی خالی و Al از هر طرف واسطه جایگاه بالاتری دارند.

* شش فلز مس، نقره، جیوه، پلادیم، پلاتین و طلا، E^0 مثبت دارند.
 صفحه ۶

- Cu
- Ag
- Hg
- Pd
- Pt
- Au



نظریاتی محلول های شیمیایی:

چون ظرف باید از فلزی انتخاب شود جایگاه آن در جدول E° پایین تر از کاتیون موجود در محلول باشد.

در این شرایط، ظرف به کاتیون موجود در محلول اتروند دهد نمی کند و با آن واکنش نمی دهد. در نتیجه، ظرف، اسید و خوردگی نمی خورد و سالم باقی می ماند.

مثال محلول نمک های آلومینیوم را می توان در ظرف مسی نگه داشت.

چون E° :

Al
Cu

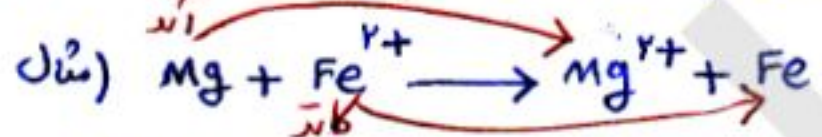
مثال محلول نمک های مس را نمی توان در ظرف آهنی نگه داری کرد.

E° :

Fe
Cu

* انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش:

$E^\circ > 0 \rightarrow$ واکنش انجام پذیر است. رفت سلول
 $E^\circ < 0 \rightarrow$ واکنش انجام ناپذیر است. رفت سلول
 واکنش برگشت خوردگی خودی است.

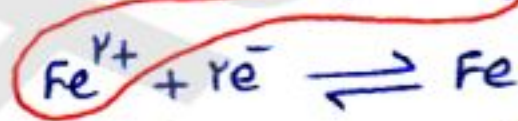


پاسخ:

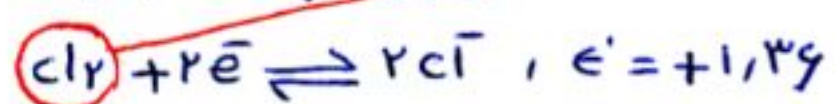
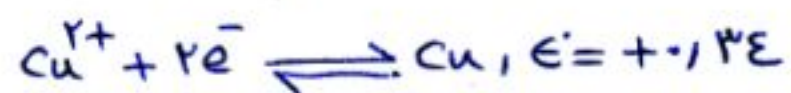
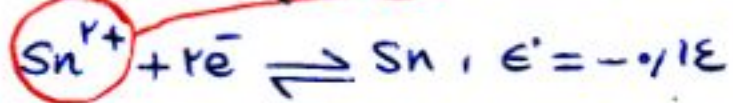
$E^\circ = -0,44 - (-2,38) = +$

چون $E^\circ > 0$ است، واکنش در جهت رفت انجام پذیر است.

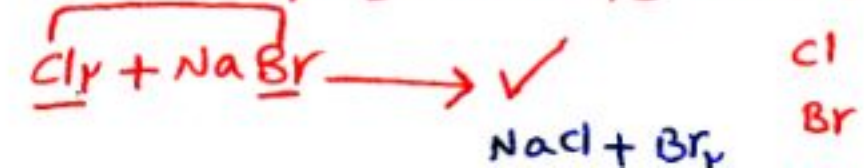
راه تستی ← در جدول E° ، هواره گاهنده ی بالاتری تواند با آگنده ی پایین تر واکنش دهد. (برعکس نه)



چند مثال انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش زیر را مشخص کنید:



راه تستی (برای مورد سوم) ← هالوژن بالاتر در جدول تناوبی، می تواند جای هالوژن پایین را در ترکیب نمک آن بگیرد. (برعکس نه)

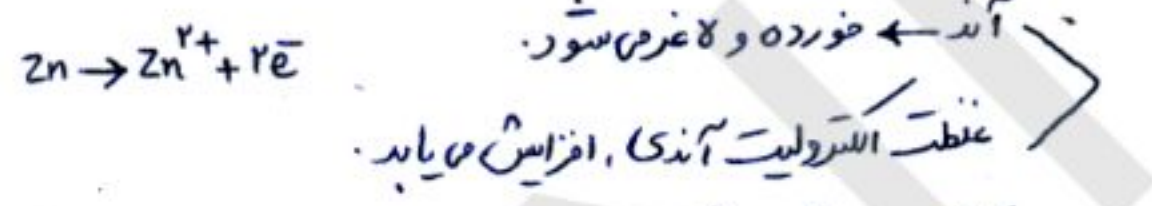


انواع سلول های الکتروشیمیایی

گالوانی (ولتایی) ←
الکترولیتی ←

- در سلول های الکتروشیمیایی، الکترون از الکتروودک با پتانسیل منفی تر یعنی الکترون دهنده تر به سمت الکتروودک با پتانسیل مثبت تر یعنی الکترون گیرنده تر جریان می یابند.

- با گذشت زمان!



سلول گالوانی (ولتایی) شکل صفحه ۱۰۵

آند (-) □
کاتد (+)

دارای دیواره متخلخل

- هر دو نیم واکنش الکتروودی آن، به طور خود به خود انجام می گیرند.
 - برداشت و قوع آن، از نیروی شیمیایی است ← انرژی الکتریکی تبدیل می شود.
 سلول های گالوانی: منبع انرژی الکتروشیمیایی.

- با انجام نیم واکنش اکسایش - کاهش خود به خودی، الکترون که در مدار بیرونی از سمت آند به کاتد جریان می یابند.
 (-) (+)

- انواع سلول های گالوانی - نوع اول
 این نوع سلول که با تمام شدن واکنش دهنده ای موجود در آن که غیرفعال می شوند و امکان شارژ یا برگردن دوباره آن که وجود ندارد.
 باتری های سلول سوختی

- نوع دوم
 می توان بار را شارژ کرد و مورد استفاده قرار داد.
 سلول های انباره ای (مانند باتری خودرو)
 و باتری های قابل شارژ.

آند (+)
کاتد (-)

سلول های الترولیتی، در تجزیه محلول و مواد مذاب (برقکافت) و نیز آبکاری فلزات کاربرد دارند.

- انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.

- با اعمال یک ولتاژ بیرونی، هر دو نیم واکنش الترولیتی با صرف انرژی به سمت ایجاد یون شیمیایی دلخواه رانده می شوند.

- در این سلول، با عبور دادن جریان الکتریکی از درون محلول الترولیتی، می توان یک واکنش شیمیایی را در جهت خلاف جهت طبیعی به پیش راند.

- یک سلول الترولیتی شامل یک الترو است که در یک محلول الترولیتی فروخته است. این الترولیتی می تواند یک ترکیب یونی مذاب یا محلول یونی در آب باشد. در هر دو حالت، محلول الترولیتی یون های خواهد داشت که می توانند آزادانه در محلول حرکت کنند.

هنگامی که یک الترو در یک قطب که منبع جریان مستقیم متصل می شوند، الترویی که به قطب مثبت متصل شده و آند (+) نامیده می شود، پس از قرار گرفتن در الترولیتی، الکترون که راز الترولیتی خارج می کند (الکترون های حاصل از فرایند اکسایش گونه های موجود در الترولیتی). در حالی که الترو در دیگر که به قطب منفی منبع متصل شده است و کاتد (-) نامیده می شود، پس از قرار گرفتن در الترولیتی، الکترون های رانده شده از منبع را به الترولیتی منتقل می کند (الکترون های مورد نیاز برای کاهش گونه های موجود در الترولیتی).

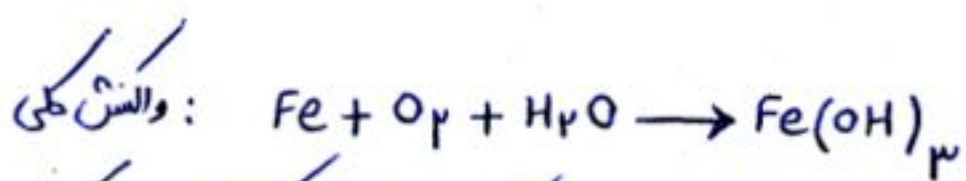
یون های موجود در محلول به پیش از این آزادانه در حرکت بودند، اکنون در میدان الکتریکی به وجود آمده، به سمت الترویی با بار مخالف خود حرکت می کنند.

یون های مثبت به سمت کاتد و یون های منفی به سمت آند مهاجرت می کنند از اینرو، به این یون که به ترتیب کاتیون و آنیون گفته می شود.

هنگامی که این یون که به سطح الترویی می رسند، نیم واکنش کاهش در کاتد و نیم واکنش اکسایش در آند به وقوع می پیوندد.

کاتیون ها، کاهش و آنیون ها، اکسایش می یابند.

وقوع این نیم واکنش که به غلظت محلول و موقعیت یون که یاد شده در جدول پتانسیل های کاهش استوار بستگی دارد.



- خوردگی آهن، سالانه خسارت هنگفتی به اقتصاد کشور دارد می‌کند.
به طوری که در کشور ایران صنعتی، حدود ۲۰٪ از آهن و فولاد تولیدی،
برای جایگزین کردن قطعات خورده شده مصرف می‌شود.

راه های جلوگیری از خوردگی آهن

- زنگ کردن در نتیجه کمی آهنی و بزرگ کاتود و در آن، از طریق ایجاد یک پوشش محافظ، اکسید آهن، آب و یون که را از فلز دور می‌کنند.
- روکش دادن به ظروف فلزی
- حفاظت کاتدی ← یکی از مهم ترین و پرکاربردترین روش های محافظت فلزات.

حفاظت کاتدی

- اگر دو فلز با یکدیگر در تماس هستند، در معرض هوا و رطوبت قرار بگیرند، بین آن‌ها نوعی سلول گالوانی به وجود می‌آید.

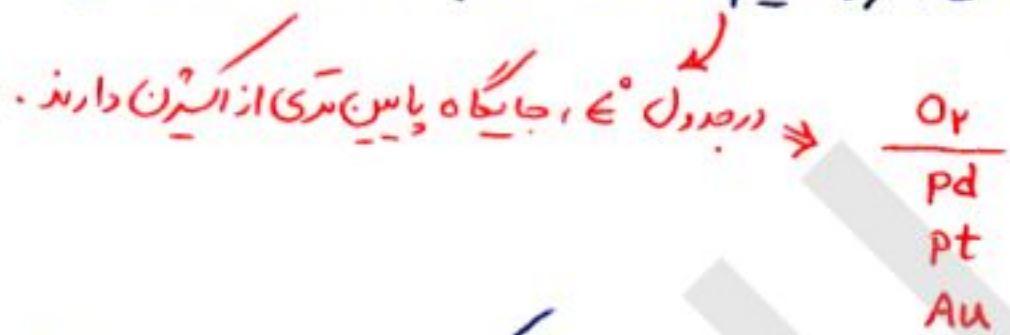
در این سلول، فلزی که E° کوچکتری دارد، نقش آنرا ایفا می‌کند و با الکترولیت یا قفسه زنگ خوردگی می‌شود.

و فلزی که E° بزرگتری دارد، نقش کاتد را بازی کرده و نسبت به خوردگی محافظت می‌شود.

- برای حفاظت کاتدی آهن، آن را با یک فلز فعال تر مانند Zn یا Mg مجاور می‌کنند.

- فلزی که E° آن کوچکتر از آهن است، به عنوان آنده عمل کرده و با خوردگی از آهن محافظت می‌کند.

- اکسید آهن، عنصر بسیار واکنش پذیری است و می‌تواند هر فلزی به جز فلزهای نجیب (پلاتینوم - پلاتین و طلا) را به طور خوب خوردگی کند.



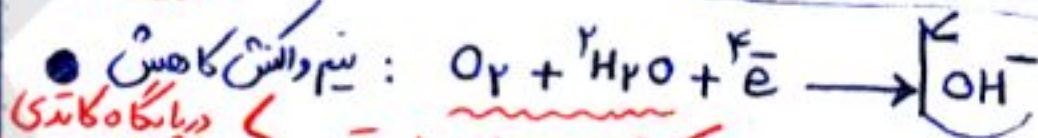
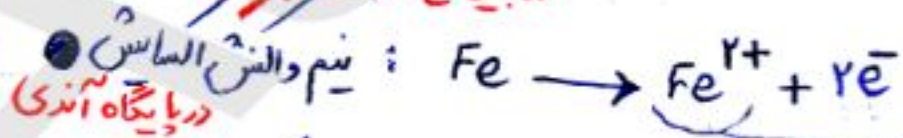
- همین واکنش پذیری بیس از اندازه‌های اکسید آهن و تمایل طبیعی برخی فلزات مانند آهن به زنگ زدن، به مرور زمان سبب خوردگی و خوردگی و فروریختن این فلزات می‌شود.

- به خوردگی و خوردگی و فروریختن فلزات بر اثر الکترولیت، خوردگی می‌گویند.

- عوامل دیگری به جز اکسید آهن مانند مجاورت با آب یا یک محلول اسیدی باعث خوردگی می‌شوند.



■ هنگامی که یک قطعه آهن در تماس با یک قطره آب قرار گیرد: در جایی رخ می‌دهد غلظت اکسید آهن کم باشد.

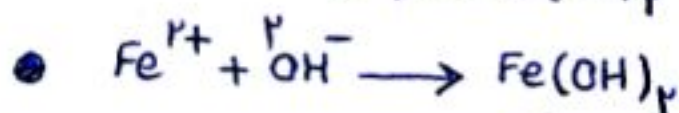


اکسید آهن در حضور رطوبت در جایی رخ می‌دهد غلظت اکسید آهن زیاد باشد. (اطراف قطره‌های آب که فلز در تماس با هوا می‌باشد، غلظت اکسید آهن زیاد است)

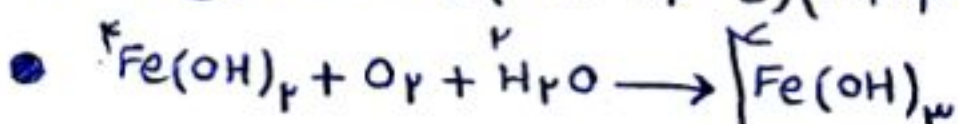
- اکسید آهن از میان فلزات جایگاه آندی به سمت جایگاه کاتدی جریان می‌یابد. [مدار درونی - رسانای اکسید آهن]

- یون Fe^{2+} در قطره‌های آب [مدار بیرونی - رسانای یونی] جریان یافته، مدار را کامل می‌کنند. (از اینرو بدون آب، مدار یاد شده کامل نیست و زنگ زدن رخ نمی‌دهد)

یون Fe^{2+} هنگام عبور از آب با یون OH^- هیدروکسید تولید شده در جایگاه کاتدی، به صورت $Fe(OH)_2$ رسوب می‌دهند:



- در ادامه، این رسوب نیز دوباره اکسایش یافته و به $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ آب پیوسته $(Fe(OH)_3$ یا $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O)$ یا زنگ آهن تبدیل می‌شود:

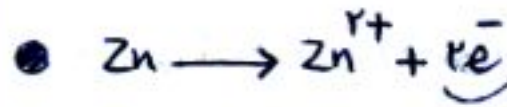


یک قطعه آهن که سطح آن بالای نازکی از فلز روی پوشیده شده است

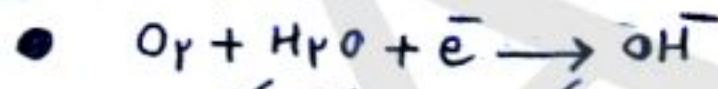
روی فدای آهن می‌شود!
 محافظت لوله نفت با میل لای از جنس روی کاربرد

هرگاه خراشی در سطح آهن ایجاد شود، در محل خراش یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود.

در این سلول، Zn به عنوان آند، اکسایش یافته و خورده می‌شود:



الکترون‌های حاصل از اکسایش فلز روی در سطح فلز آهن و در حضور رطوبت به آهن داده می‌شود:

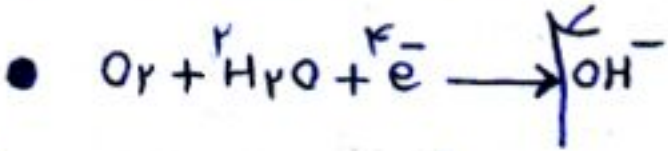


در نتیجه، آهن به عنوان کاتد عمل کرده و از خوردگی می‌گریزد.

یک ورقه آهنی که بالای نازکی از قلع پوشیده شده است.

ε°
Fe
Sn

در اثر ایجاد خراش در سطح آهن حلبی:



از ورقه‌های حلبی، برای ساختن قوطی‌های لنترو و روغن نباتی استفاده می‌شود.
 بر خلاف حلبی، از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده کرد.

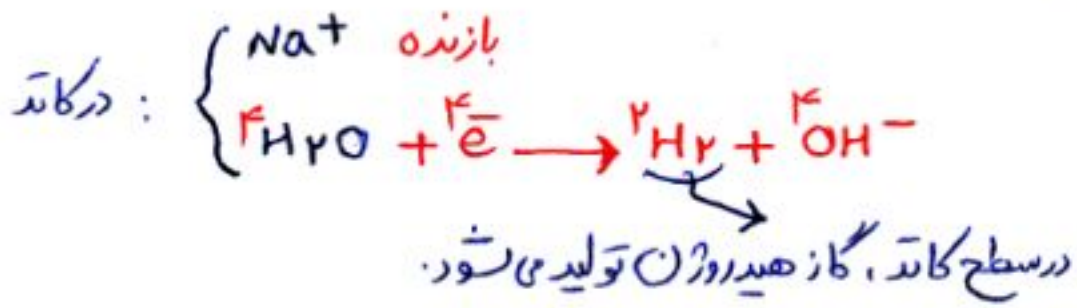
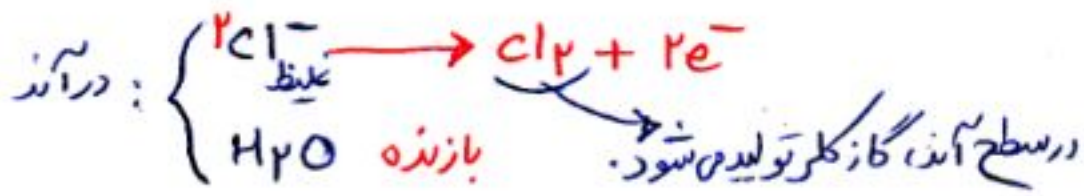
مواد غذایی در مجاورت فلز روی (Zn) فاسد شده و بوی تریزند.

اسیدهای میوه روی قلع اثر نکرده، قلع سمی نبوده و مواد غذایی در

مجاورت این فلز، مدت بیشتری محفوظ می‌مانند.

قوطی‌های از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان‌تر دچار خوردگی می‌شوند.

بنابراین :



نکات شکل :

• ورود آب نمک غلیظ :

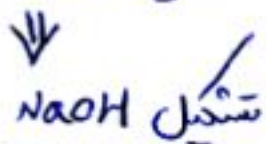
- یون Cl^- به سمت الکترود آندی.
- یون Na^+ به سمت الکترود کاتدی.

- با از دست دادن یون Cl^- و Na^+ ، غلظت آب نمک کاهش می یابد.
 آب نمک رقیق از خود بی رنگه خارج می شود.

• ورود آب :

در کاتد کاهش می یابد \leftarrow یون OH^- حاصل از کاهش آب

+ یون Na^+ بازنده در کاتد



با سطح به پرسش های کتاب (صفحه ۱۱۲) :

• از کاهش آب در کاتد، یون OH^- تولید می شود و محیط کاتدی را قلیایی می کند فنون قلیایی \leftarrow از عنوانی.

• با ادامه برقکافت، غلظت یون Cl^- و OH^- و Na^+ چه تغییری می کند؟

\leftarrow با انجام برقکافت، مقدار غلظت OH^- در محلول افزایش یافته و به تدریج PH محلول افزایش می یابد. \leftarrow با خروج محلول $NaOH$ از دستگاه از افزایش بیشتر PH و قلیایی شدن بیشتر محلول جلوگیری می شود.

\leftarrow یون Cl^- در آند، الکترولیت یافته و مصرف می شوند. در نتیجه با انجام برقکافت، مقدار غلظت Cl^- در محلول کاهش می یابد \leftarrow با ورود آب نمک غلیظ به دستگاه، از کاهش غلظت Cl^- در محلول جلوگیری می شود.

\leftarrow یون Na^+ در کاتد بازنده می شوند \leftarrow مقدار Na^+ در محلول ثابت باقی می ماند. ولی چون مولکول های آب (حلال) در کاتد از بین می روند، با انجام برقکافت، غلظت Na^+ در محلول زیاد می شود \leftarrow ورود آب به دستگاه و خروج محلول $NaOH$ از دستگاه، از افزایش بیش از اندازه غلظت Na^+ در محلول جلوگیری می کند.

شکل صفحه ۱۱۲ کتاب را ببینید.

- برقکافت \leftarrow تجزیه یک ماده به وسیله جریان برق.

- ظرف برقکافت نوعی سلول الکترولیت است.

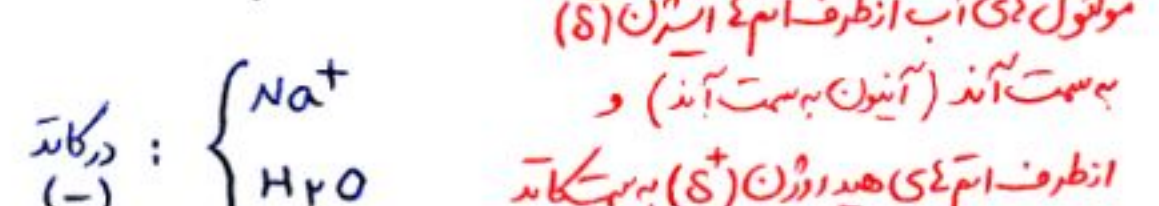
- در سلول های الکترولیتی، بر خلاف سلول های گالوانی، به قطب مثبت، آند و به قطب منفی، کاتد گفته می شود \leftarrow زیرا الکترولیت (الکترولیت) در قطب مثبت و کاهش (اترونی گیری) در قطب منفی سلول انجام می گیرد.

- در سلول های الکترولیتی، همانند سلول های گالوانی، جهت حرکت اترونها در مدار بیرونی از آند به سمت کاتد است.

- در سلول های الکترولیتی، همانند سلول های گالوانی، یون های مثبت (کاتیون) به سمت کاتد و یون های منفی (آنیون) به سمت آند مهاجرت می کنند.

- برقکافت محلول غلیظ نمک خوراکی NaCl :

• الکتری محلول نشان می دهد که در ظرف برقکافت، علاوه بر $NaCl$ ، مولکول های آب نیز حضور دارند (مولکول های آب هم در آند و هم در کاتد حضور دارند) :



مولکول های آب از طرف آتم δ^- (ایون δ^-) به سمت آند (آنیون به سمت آند) و از طرف آتم δ^+ (ایون δ^+) به سمت کاتد (کاتیون به سمت کاتد) کشیده می شوند.

\leftarrow آنیون موجود در الکترولیت یعنی Cl^- و برخی از مولکول های آب، به سمت آند (قطب مثبت) می روند تا اترونها را بدهند.

اما باید توجه داشت که هر دو آن الکترولیت نمی کنند، بلکه گونه ای که δ^- کوپتری دارد، قدرت اترونی دهی بیشتری داشته و بردگیری پیروز می شود.

\leftarrow کاتیون موجود در الکترولیت یعنی Na^+ و برخی دیگر از مولکول های آب، به سمت کاتد (قطب منفی) می روند تا اترونها را بگیری کنند.

اما باید توجه داشت که هر دو آن الکترولیت نمی کنند، بلکه گونه ای که δ^+ بزرگتری دارد، قدرت اترونی گیری بیشتری داشته و بردگیری پیروز می شود.

۲۱۷ درصد جرمی آب دریا را سدیم کلرید تشکیل می دهد.
 فلز سدیم به حالت آزاد در طبیعت وجود ندارد. اما ترکیب کمی
 شیمیایی گوناگونی از آن در طبیعت شناخته شده است. سدیم در این ترکیب
 به صورت یون سدیم (Na⁺) مشاهده می شود.

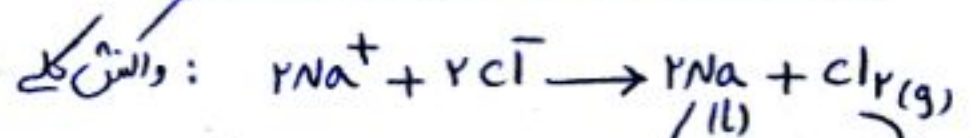
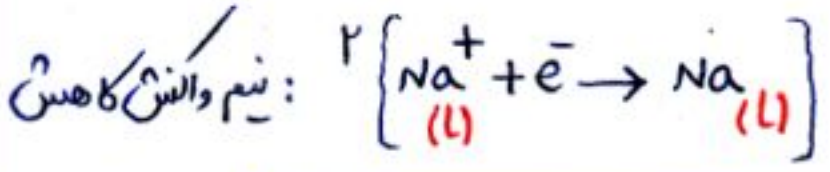
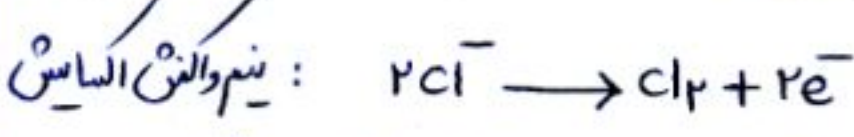
این مشاهده که نشان می دهد که فلز سدیم بسیار واکنش پذیر است و طی
 واکنشی خود به خود به سرعت اکسایش یافته و به یون Na⁺ تبدیل می شود.
 بنابراین، برای به دست آوردن فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد.
 برای مثال، اگر هدف تهیه فلز سدیم از NaCl باشد، باید واکنش زیر
 در جهت عکس خود به خود انجام گیرد.



حسابه که نشان می دهد که برای خود به خودی انجام شدن فرایند تجزیه گرمایی
 NaCl به دمای بسیار بالایی حدود ۴۲۶۷°C (فقط کمی کمتر از
 دمای سطح خورشید) نیاز است. همکار است که تا همین ضمن دمای
 ممکن نیست.

↔ با این توصیف، برمکانت سدیم کلرید مذاب، راه حل مناسبی
 برای تولید سدیم است.

- برمکانت سدیم کلرید مذاب :

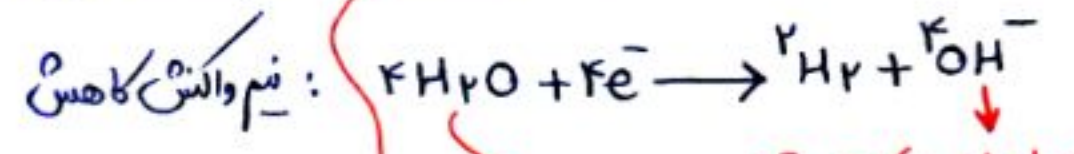
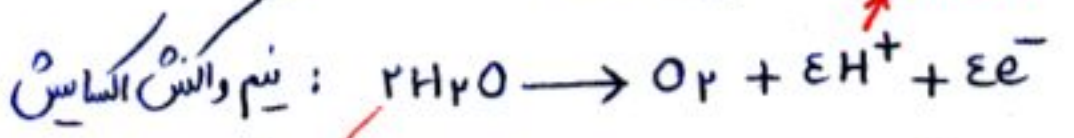


↓
 سدیم مذاب محصول فرعی

- سلول دانز، یک سلول الکترولیتی است که در صنعت برای تهیه فلز سدیم
 به کار می رود. در این سلول، برمکانت سدیم کلرید مذاب انجام می شود.

← شکل صفحه ۱۱۱ (حاشیه کتاب)

فرایند است که در آن آب به عنصری سازنده اسید
 تجزیه می شود.



نیم واکنش اکسایش در آنند
 (اگر آب سرد شود)

نیم واکنش کاهش در کاتد
 (اگر آب سرد شود)

آلومینیوم ← یکی از ارزشمندترین و پرکاربردترین فلزها.
 فراوانترین فلز و سومین عنصر فراوان پوسته زمین.

اکسید → ناخالص
 سیلیسیم → ناخالص
 آلومینیوم → فلز

Al_2O_3
 در صنعت، آلومینیوم را از سنگ معدن بوکسیت (آلومینای ناخالص) به دست می آورند.
 نقطه ذوب آلومینای ناخالص $2045^{\circ}C$ است ← بدی است تأمین این دما و برقراری آن به حالت مذاب، فرایندی اقتصادی نیست.
 ← از اینرو، آلومینای ناخالص را پس از خالص سازی در دمای حدود $990^{\circ}C$ در کربولیت مذاب (Na_3AlF_6) حل می کنند.
 به عنوان حلال و کمک ذوب

فرایند برقراری محلول مذاب یاد شده (فرایند هال) در سلول الکترولیتی ویژه ای انجام می گیرد. واکنش کلی انجام شده در این سلول به صورت زیر است:



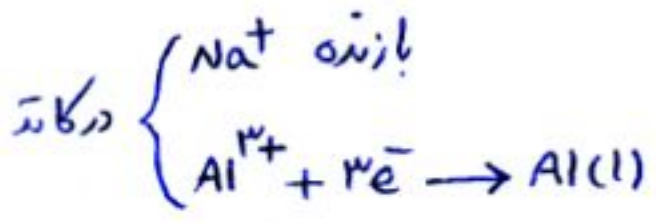
دیس از ابداع این روش (فرایند هال)، آلومینیوم به علت کمیاب بودن از طلا و نقره هم گران تر بود.

چون فرایند هال به علت مصرف زیاد انرژی الکتریکی هزینه های بالایی دارد. از اینرو با بازیافت فلز آلومینیوم می توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم ترین منابع تجدیدناپذیر طبیعت، برخی از هزینه های تولید فلز آلومینیوم را کاهش داد. برای مثال، تولید قوطی های آلومینیومی از قوطی های کهنه فقط به 7% از انرژی لازم برای تهیه همان مقدار قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

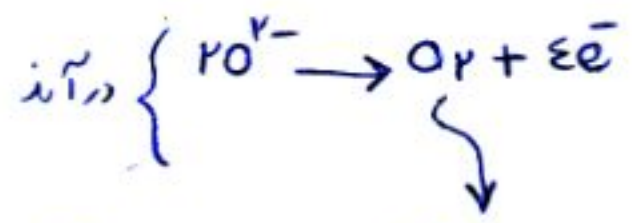
ظرف گرافیتی ← کاتد

تیغه های گرافیتی بالای ظرف الکترولیت ← آنود

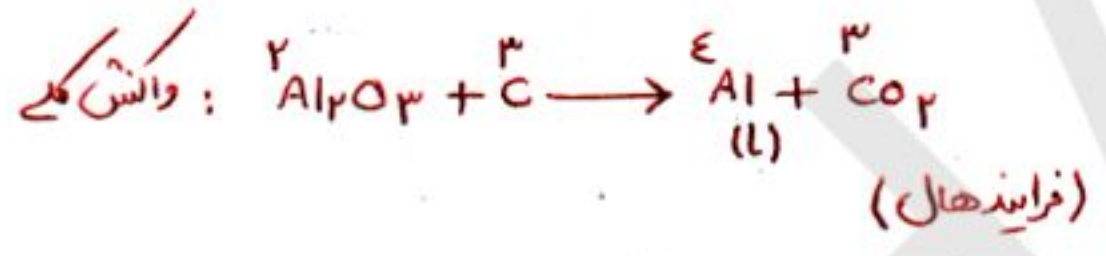
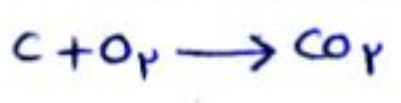
کاتیون های الکترولیت به سمت کاتد
 (Al^{3+} و Na^+)



آنیون های الکترولیت به سمت آنود
 (AlF_6^{3-} و O^{2-})



اکسیدن آزاد شده در آنود گرافیتی، در دمای بالا با گرافیت (C) ترکیب شده و کربن دی اکسید تولید می شود.



۱) پوشاندن یک جسم بالایه نازکی از یک فلز به کمک یک سلول الکترولیتی.

- فلزی که قرار است روی جسم مورد نظر بنشیند ← فلز پوشاننده → آند (+)

- جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می شود ← کاتد (-)
 باید رسانای جریا برق باشد.

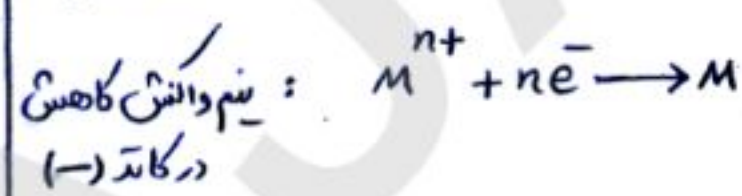
- الکترولیت مورد استفاده در آبکاری، باید دارای یون های فلزی باشد که

قرار است لایه نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد.

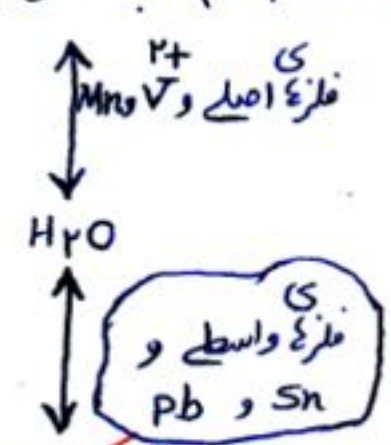
برای مثال، در آبکاری بانقره، محلولی از نقره نیترات به عنوان الکترولیت به کار

(الکترولیت ← دارای یون های فلزی پوشاننده)

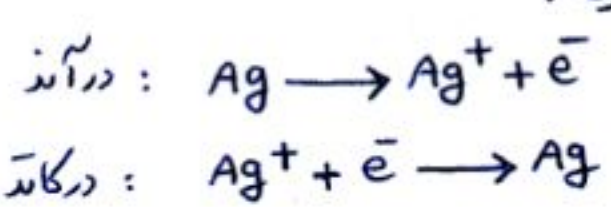
* در فرایند آبکاری، هردو نیم واکنش آندی و کاتدی، مربوط به فلز پوشاننده است.



* در فرایند آبکاری، جایگاه فلز پوشاننده (آند) در حدود E° ، باید پایین تر از جایگاه آب باشد.



آبکاری ماسق فلزی بانقره : (آهنی)



الکترولیتی آزاد شده در آند، از طریق سیم رابط و باتری، به سمت ماسق

که نقش الکترولیت کاتد را دارد، حرکت می کنند. یون های Ag^{+} نیز از طریق الکترولیت

به سمت ماسق (کاتد) حرکت می کنند تا با جذب الکترون کاهش یابند.

بدین ترتیب به مرور لایه نازکی از فلز نقره بر روی سطح ماسق فلز می نشیند.

- در طول سده گذشته، بنزین، مناسب ترین سوخت برای حرکت خودرو بوده است.

- بنزین را از تقطیر نفت خام تهیه می کنند.

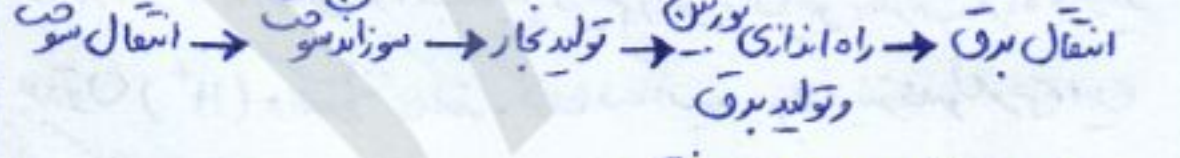
- اگرچه نفت خام زیادی در دل زمین وجود دارد؛ اما این اندوخته در مکان های قرار دارند که دسترسی به آن بسیار دشوار است.

- گسترش روز افزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی.

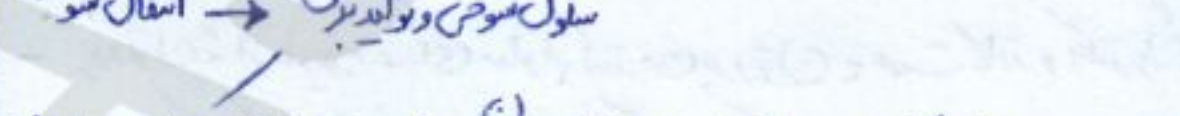
← یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت های فسیلی به ویژه در خودرو ضروری است.

طریقیت راه حل مناسب ← استفاده از سلول های سوختی.

- مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی روشن است: ۱- استفاده از نیروگاه:



روشن ۲: استفاده از سلول سوختی:



- سوزاندن گاز هیدروژن در موتور در دمای ۲۰۰۰، بازدهی نزدیک به ۲۰٪ دارد، در حالی که الکسیژن آن در سلول سوختی، بازدهی را تا ۳ برابر افزایش می دهد.

- ویلیام گرو ← اصول کار سلول سوختی را کشف کرد.

- تولید سلول سوختی ← به لودویگ مند و چارلز لنجر برمی گردد.

- ناسا، از سلول های سوختی در سفینه های جیمینی و آپولو برای تهیه الکتریسیته و آب مورد نیاز فضاپروازان استفاده کرد.

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

- از دهه های هشتاد به بعد، شرکت بالارد کانادا، زیر دریایی مجهز به سلول سوختی را ساخت.

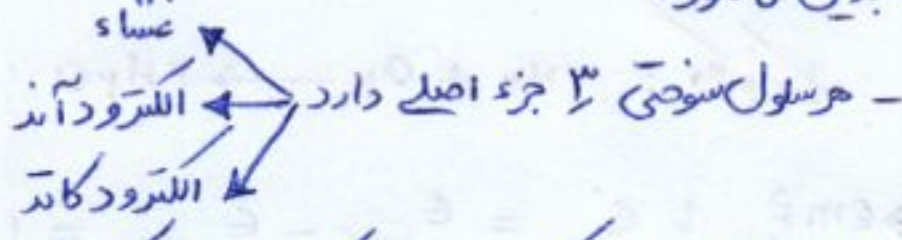
- هواپیمای سلول سوختی در سال ۲۰۰۰ با نیروی محرکی دوگانه (باتری و سوخت)

خورشیدی و سلول سوختی) با توان ۶ ماه پرواز به بهره برداری رسید.

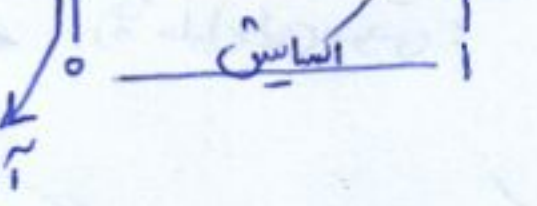
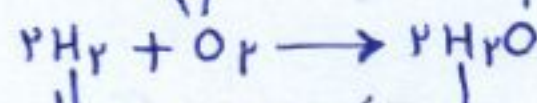
- سلول سوختی ساختاری همانند سلول گالوانی دارد.

که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل

- 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.

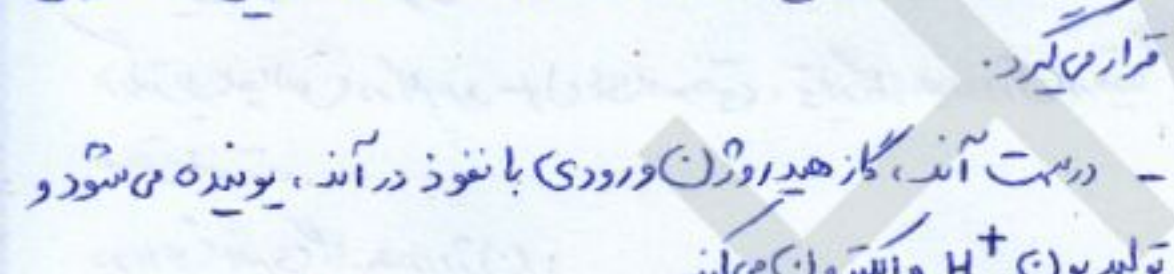


(آند و کاتد، کاتالیزگر های هستند که انجام نیم واکنش الکسیژن و نیم واکنش کاهش را آسان تر می کنند).



- در این سلول، واکنش شدید سوختن هیدروژن در اکسیژن که به تولید آب می انجامد، به طور کامل 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.

- 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 الکترولیت 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 که باید از مدار الکتریکی سلول عبور کنند.

← بنابراین، یون های هیدروژن (H+) از طریق غشاء و الکترون که از مسیر مدار الکتریکی، از آند به سمت کاتد حرکت می کنند.

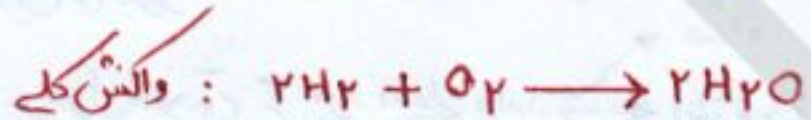
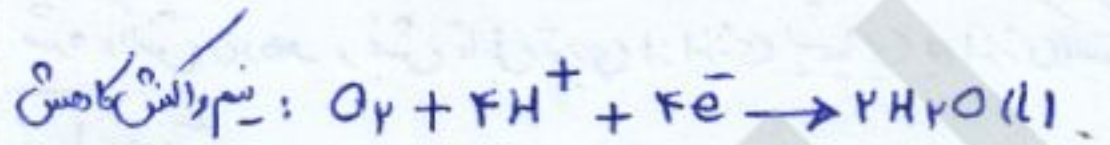
کاتیون های (H+) به سمت کاتد

جهت حرکت الکترون که در مدار بیرونی یا رسانای الکترولیت، از آند به سمت کاتد

- در سمت کاتد، گاز اکسیژن با الکترون های که از سمت آند آمده و یون های H+ 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 می‌شود و از خروجی کنار الکترود کاتدی خارج می‌شود.

این همان آب است که مضافاً خوردان در فرآیند فضای از آن استفاده می‌کنند.



$emf = \epsilon_{\text{کاتد}} - \epsilon_{\text{آند}} = 1.23 \text{ V}$

↓ (اکسید) ↓ (هیدروژن)

↓ 1.23 ↓ 0

← بازده سلول سوختی:

$\text{بازده} = \frac{\text{ولتاژ سلول}}{\epsilon_{\text{سلول}}} \times 100$

← اگر در محمل، ولت منبع نیروی الکتریکی مولی سلول را 1.77 نشان دهد:

$\text{بازده سلول} = \frac{1.77}{1.23} \times 100 = 57\%$

- تأمین سوخت سلول:

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

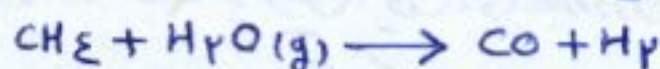
دو روش تهری گاز هیدروژن:



(این واکنش با مصرف انرژی الکتریکی همراه است.)

این واکنش، افزون بر هزینه بالا، آلاینده‌های محیط زیست را نیز به دنبال دارد. (زیرا برای تولید برق مورد نیاز بر مکافت، از توربین‌های حرارتی استفاده می‌شود که همراه با سوزاندن سوخت‌های فسیلی است.)

② واکنش بخار آب با متان:



این واکنش صرفه اقتصادی دارد، اما برای تأمین سوخت باید گاز H_2 تولید شده را جداسازی و خالص سازی نمود.

(زیرا وجود مقادیر اندک CO می‌تواند کاتالیزگر را در سلول سوختی معمولی کند و از کارایی آن بکاهد.)

- گاز هیدروژن کمترین چگالی را در میان عنصرها دارد. از اینرو وقتی یک تانکر بسیار بزرگ نمی‌تواند مقدار زیادی از این گاز را حمل کند.

(مقادیر بسیار کم این گاز، حجم بسیار زیادی را اشغال می‌کند. از اینرو نگهداری و حمل هیدروژن بسیار دشوار است.)

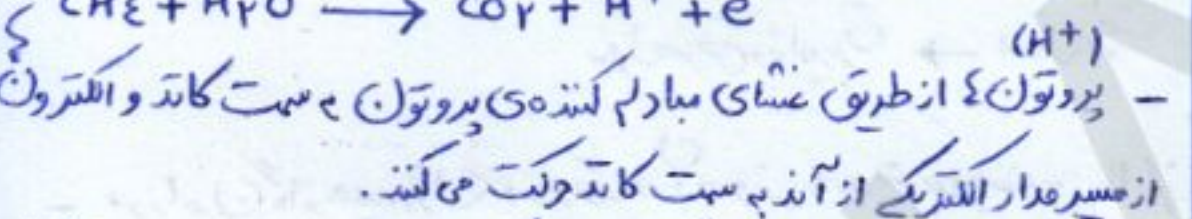
ضمناً هیدروژن، خطرناک و آتش‌گیر است. و جزو سوخت‌های با اِمنی پایین محسوب می‌شود.

- هزینه‌ی تولید سلول سوختی بالاست.

سلول سوختی متان - اکسیژن

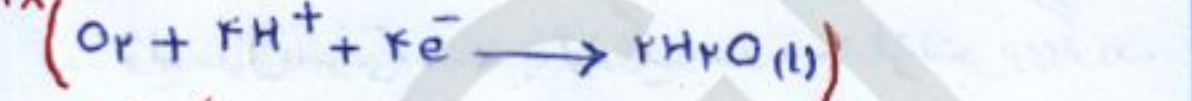
- در برخی سلول‌های سوختی، گاز متان به عنوان سوخت به کار می‌رود. (گاز متان نسبت به هیدروژن، ارزان‌تر و اِمنی‌تر است.)

- در آند، گاز متان و آب طبع در نیم واکنش اکسایش شرکت کرده و تولید پروتون (H^+) و الکترون می‌کنند. کربن دی‌اکسید CO_2 نیز محصول فرعی این نیم واکنش است.



- در سمت کاتد، گاز اکسیژن با الکترون‌هایی که از سمت آند آمده و یون H^+ که از طریق الکترولیت آمده، واکنش داده و بخار آب تولید می‌شود.

بخار آب تولید شده نیز به کمک جریان آب سرد یا جریان هوای سرد مایع می‌شود.



$\epsilon_{\text{سلول}} = \epsilon_{\text{کاتد}} - \epsilon_{\text{آند}} \Rightarrow 1.16 = 1.23 - \epsilon_{\text{آند}}$

$\epsilon_{\text{آند}} = 1.23 - 1.16 = 0.07 \text{ V}$

این سلول 1.16 است.

مدرسها آغاچانی

www.m-aghajani.com

- انتشار به هر نحو ممنوع