

به نام خدا

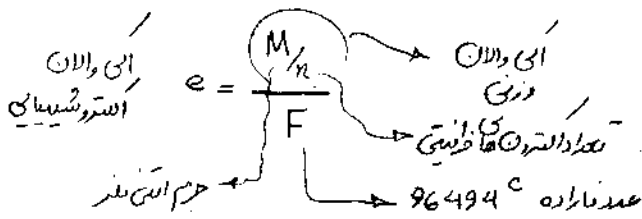


مرکز دانلود رایگان  
مهندسی متالورژی و مواد

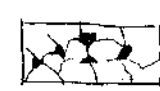
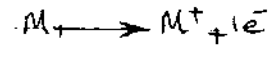
[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)





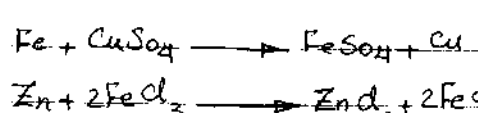
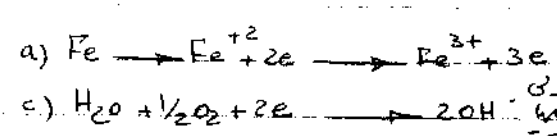
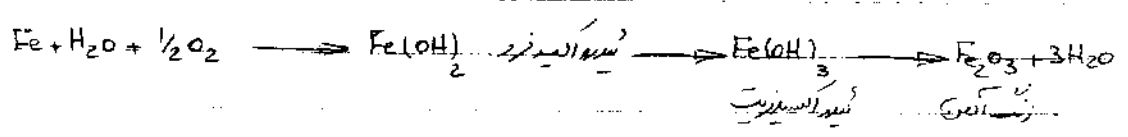


درستی که لامپ خاموش است به این معناست که جریان برای روشن کردن لامپ کافی نیست. یعنی لزوماً کار بین متوقف نشده است. بطور کلی مجموعه دو الکترود و یک الکترولیت تشکیل یک سل می دهد. اگر در یک ناخالصی وجود داشته باشد تصور است که در آنجا در نتیجه ریزش های روی قشر می لایند (مثلا آهن) که حوزت یک سل می دهد. علت آنجا مائری که این از یک جهت بدون اینکه از آن استفاده کرده باشیم نیز همین است. این یک سل یک متراکس سلول است.

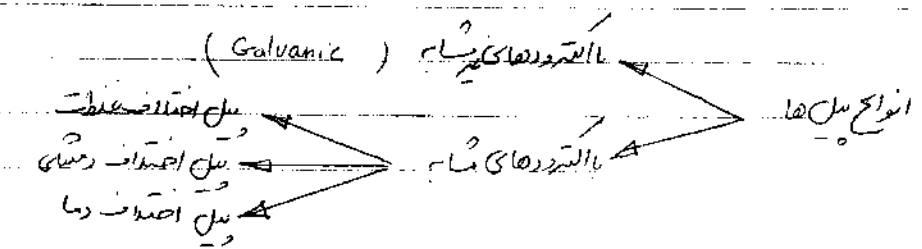


در آند و کاتد الکتریکی داریم. جهت معکوس در آند اتفاق می افتد. در کاتد ما الکتریسیته را داریم. نوع و الکتریسیته یکی به جنس الکترولیت و دیگری در کاتد ما الکتریسیته را داریم.

مجموع دو الکتریسیته اندک و کاتدی و الکتریسیته یک سل می لایند (مجموع دو الکتریسیته یک سل) اند. الکتریسیته است که از آن الکتریسیته وارد الکترولیت می شود. کاتد الکتریسیته است که جریان از الکترولیت وارد آن می شود. و الکتریسیته معیاری به الکتریسیته می لایند که در آن الکتریسیته ورودی می شود. اما در الکتریسیته معیاری استقلال الکتریسیته نداریم. از دیدگاه خوردگی ما هم الکتریسیته ها را به صورت الکتریسیته معیاری می بینیم. نوع الکتریسیته نیز در این صورت است آن ها را با PH بررسی می کنیم. و الکتریسیته اندک هیچ ارتباطی با نوع الکتریسیته ندارد. محصول الکتریسیته کاتدی در الکتریسیته کاتدی و الکتریسیته معیاری است.



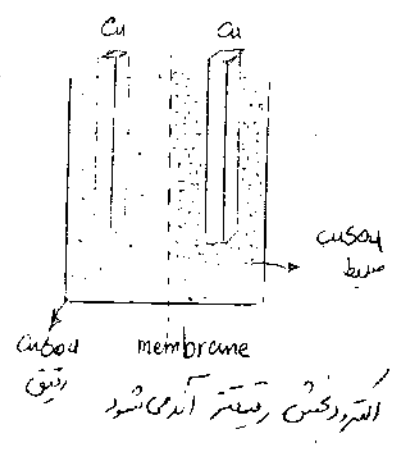
برخی از الکتریسیته ها و کاتدی های خاص در یک سل متفاوت است. در یک سل یک سیدروسیدوز معیاری است.



s.a.m

پدیده‌های با اختلاف دما، پدیده‌های با اختلاف غلظت یا پدیده‌های با اختلاف پتانسیل می‌توانند به هم همراه یافت می‌شوند.

اگر دو قطعه مسی به دو روش مختلف تولید شده باشند مثلا در دو قالب مختلف ریخته گری شده باشند، خواص مکانیکی خواهند داشت یا اگر قطعه عملیات حرارتی شده باشد ولی دیگری نکرده باشد یا قطعه‌ای نورد شده باشد، خواص مکانیکی نشان می‌دهند بنابراین در قطعه باید در این تاریخچه ثبت می‌اشند.

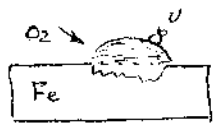
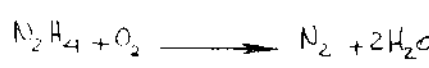
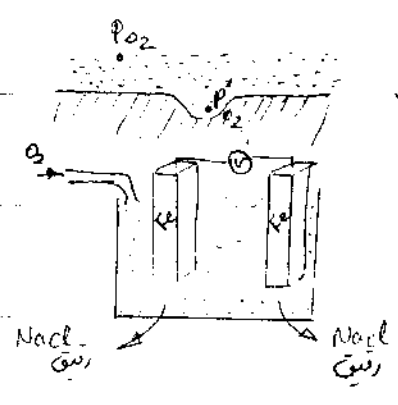


(1) پیل اختلاف غلظت differential Concent

اگر دو قسمت یک ظرف را توسط یک دیواره متخلخل از هم جدا کنیم لایه دیواره می‌تواند مسکرو منگونی باشد مثل سد مسکرو منگونی و مواد آلی که این دیواره برخی از یون‌ها را عبور می‌دهد و مانع عبور برخی دیگری شود. به این دیواره membrane می‌گویند. گذشت زمان اختلاف پتانسیل کم می‌شود زیرا به مرور زمان اختلاف غلظت از بین می‌رود. در محفظه‌های نگهداری محلول‌های شیمیایی به علت تسخیر سطحی اختلاف غلظت ایجاد می‌شود. برای جلوگیری از خوردگی می‌توانیم با اتم‌زدن اختلاف غلظت ایجاد شده را از بین ببریم.

(2) پیل اختلاف دما differential aeration cell

در اثر اختلاف غلظت اکسیژن ایجاد می‌شود. در فرورزشی‌ها تعداد اکسیژن کمتر است. میزان اکسیژن نامی از حسن محلول در مایعات در دماهای بالا میزان اکسیژن کم می‌شود. در انجمنی برای ایجاد اختلاف پتانسیل بین دو الکترود تعادل غلظت  $O_2$  را به هم می‌زنیم مثلا اکسیژن می‌دهیم. البته میزان آمپل  $O_2$  در هر محلولی محدود است. اگر تمام سطح را به یک دما رسانیم و در آنجا اختلاف پتانسیل دیگری نمی‌تواند روشن کنیم این است که گاز خنثی وارد محلول کنیم، در این صورت این گاز خنثی اکسیژن می‌شود و غلظت اکسیژن به هم می‌خورد. روش دیگر در  $Water\ treatment$  است که بدین طریق اکسیژن در حدود آب را می‌کنند.



الکترده ای مثل سولفید آهن قرار دهیم بهر اختلاف دما در محیط غرقه ایجاد می‌شود.

(3) پیل اختلاف دما differential Temperature cell

در اینجهار اختلاف دما بین دو الکترود می‌تواند پیل ایجاد می‌شود.

واحد میزان خوردگی ... در ابتدا با خوردگی واحدهای استاندارد برای اندازه گیری کمیت داریم. در خوردگی ما معمولاً هکس وزنی داریم مترده جانت

μg, mg, g - lb - kg

واحدهای دیگر برای اندازه گیری کاهش وزن و خوردگی در این واحدها ... درصد کاهش وزن (اینها بریم)

مدت زمان در میزان کاهش وزن مؤثر است. اگر کاهش وزن بصورت ... می آید در این کاهش وزن درصد مدت زمانی که در آن صورت گرفته

μg - mg - g - kg - lb

Year, month, week - day - hr

سؤال دیگر مطرح میشود: این کاهش وزن چگونه پیدا می شود؟

dm<sup>2</sup> - mm<sup>2</sup> - cm<sup>2</sup> - in<sup>2</sup>

این میزان را بر واحد سطح تقسیم می کنیم ... منظور از سطح، سطحی است که در تماس با خوردگی قرار می گیرد. برای محاسبه حجم و وزن سطحی که در تماس است باید قطر لوله یا سایر این خوردگی در واحد سطح ... دو واحد زمان بیان می شود

میزان خوردگی را اصطلاحاً Corrosion Rate می گویند و بصورت C.R. بیان می کنیم.

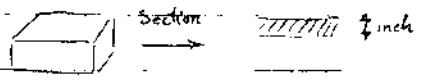
این واحد ها هیچ کدام اینها را در دسترس نیستند

(1) ipy (inch per year)

حرف اختصار خوردگی در واحد اینچ بر سال

(2) mpy (mil per year)

1 mil = 1/1000 inch



کاهش کمیت

طول کوتاهی که کاهش یافته را بر حسب inch یا mil بیان می کنیم. حالا اگر کاهش کاهش وزن را حساب کنیم باید تغییر ارتفاع

(3) mdd (milligram, decimeter<sup>2</sup>, day)

یعنی میزان کاهش وزن در یک دسی متر مربع در صورت یک روز

mdd = ipy x 696 x D

Density [g/cm<sup>3</sup>]

این واحد ها عمدتاً مربوط به خوردگی های است که در آن

قطعه بصورت یکواخت خوردگی شود و در این صورت

که قطعه این درون محلول قرار می گیرد چون کاهش سطح

با محلول در آن است بصورت یکواخت خواهد بود. اگر قطعه ای ثابتی داشته باشیم که سوراخ شود ... بر خوردگی بر حسب این واحدها بیان کنیم

s.a.m

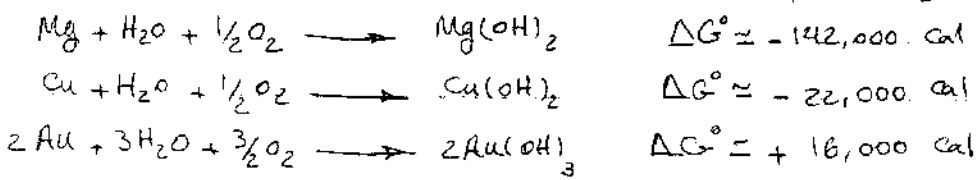
تعمیل به انجام واکنش

می خردیم می بینیم در محیط های مختلف تامل مواد مخصوص فنرات - انجام واکنش های مختلف جقدر است مثلا از نظر  
 در دما محیط قرار نگیرد آیا واکنش می دهد؟ کمتر واکنش می دهد، میزان خوردگی جقدر است  
 میزان تامل به ای تم یک واکنش با سایر انرژی که در آن واکنش می کنیم

انسان پذیرا است  $\Delta G < 0$   
 انسان پذیر نیست  $\Delta G > 0$

بر عنوان مثال، یک حالت ساده را در نظر می گیریم که سه فلز  $Mg, Cu, Au$

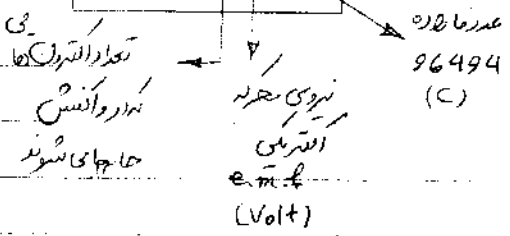
را در درون یک ظرف آب (مطور ۳۰ سانتی متر) قرار می دهیم. بر این درون آب اکسیژن بصورت محلول وجود دارد  
 محصول این واکنش ها نیدر واکنش خواهد بود



وقتی یک قطعه آهن را درون آب می اندازیم بصورت بار و کاتودیک واکنش های مختلف می بینیم که در این واکنش ها  
 وجود آمده. اما در مورد  $Mg$  اینطور نیست. وقتی آن را درون آب قرار می دهیم واکنش کاملاً قابل مشاهده است  
 در درون آن، از یک طرف مس صیقل شده را از آن طرف می بینیم و لذا واکنش قرار می دهیم پس چند وقت می بینیم رنگ سفید  
 مس در رفته. یعنی محصولی بوجود آمده. در مورد طلا اگر آب سال هم درون آن آب بخاند، سفیدت جزیره فقط  
 خواهد کرد مشرق بر این طلا می خاند ما باید این اختلافات مربوط به انرژی آزاد می بینیم است. خوردگی یک واکنش  
 است چه بصورت شیمیایی و چه بصورت الکتروشیمیایی

سرعت ای تم یک واکنش نشان دهنده میزان خوردگی نیست. یعنی نمی توانیم بگوییم چون سرعت یک واکنش بیشتر است  
 بین میزان خوردگی آن هم زیاد است. چون ما فلزاتی داریم که واکنش ناای دارند اما واکنش نشان  
 نده خواهد شد. بین میزان انرژی آزاد گدیس به ما اطلاعاتی در زمینه میزان خوردگی نخواهد داد. تنها تامل به واکنش نشان می دهد  
 برای این میزان انرژی آزاد گدیس را حساب کنیم از رابطه زیر استفاده می کنیم

$$\Delta G = -nEF$$



$F$  و  $n$  فردوست هستند بنابراین علامت  $\Delta G$  و علامت  $E$  است  
 پس برای مشخص کردن انجام پذیری یک واکنش باید  
 $E$  را اندازه گیری کنیم

حال باید دید چه می توانیم از  $E$  اندازه گیری کرد



واکنش های زیر را در نظر بگیرید  
 در حالت استاندارد  $a, b, c, \dots, m, n, p, \dots$   
 ضرایب استوکیومتری هستند.

$$\Delta G = (mG_M + nG_N + \dots) - (aG_A + bG_B + \dots)$$

$$\Delta G^\circ = (mG_M^\circ + nG_N^\circ + \dots) - (aG_A^\circ + bG_B^\circ + \dots)$$

$$m(G_M - G_M^\circ) = mRT \ln a_M$$

در خواصم تغییر انرژی آزاد را برای یک عنصر می نویسم:

$$\Delta G - \Delta G^\circ = RT \ln \frac{a_P^p \cdot a_M^m \cdot a_N^n \cdot \dots}{a_A^a \cdot a_B^b \cdot a_C^c \cdot \dots}$$

در برای یک عنصر می نویسم و تغییر انرژی آزاد را برای هر واکنش می نویسم:

ضریب استوکیومتری  $\times$  غلظت = استوکیومتری

استوکیومتری در جهات طی هدایت تعادل تعریف می کنیم:

غلظت را می توانیم بصورت های مختلف بیان کنیم اما در تعریف استوکیومتری غلظت را در یکای برهم مولالیتی است (تعداد ذرات در 1000 ذره حل شده).  
 صرف آن ما مولالیتی این است که مولالیتی تعداد ذرات حل شده در 1000 ذره حل است.

در آب استوکیومتری را در امانی شخص در غلظت مشخص مقدار می بینیم است به عبارتی در یک لیتر آب یک مول است و معمولاً برای محلولات غلیظ استوکیومتری را به صورت جالی بیان می کنند.

استوکیومتری محلول های خیلی رقیق را هم می توان فرض کرد، مثل آب.

در مورد گازها هم بصورت جالی نیست این مسئله را می توانیم با فرض اینکه گازها در حالت ایده آل رفتار می کنند.

$$\Delta G^\circ = -RT \ln \frac{a_P^p \cdot a_M^m \cdot a_N^n \cdot \dots}{a_A^a \cdot a_B^b \cdot a_C^c \cdot \dots}$$

در حالت تعادل  $\Delta G = 0$  در این حالت هر دو طرف

یک کسری یکسان می باشد.

$$\Delta G^\circ = \Delta G = 0$$

$$a_P^p \cdot a_M^m \cdot a_N^n \cdot \dots = a_A^a \cdot a_B^b \cdot a_C^c \cdot \dots$$

$$-nEF + nEF = RT \ln$$

هدایت از این طرف به سمت E و هدایت از آن محاسبه  $\Delta G$  بود در حالت تعادل داریم:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln$$

اینکه «Nernst»

$E^\circ$  نیروی محرکه الکتریکی استاندارد است در حالت استاندارد

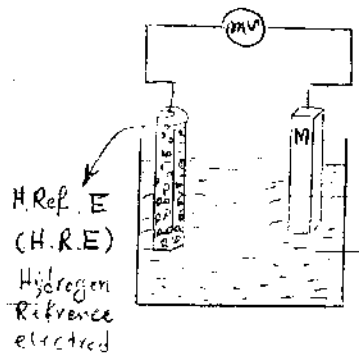
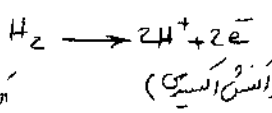
T را باید بر حسب کلوین بیان کنیم

چیزی که برای ما مهم است این است که با تغییر دما  $E^\circ$  تغییر می کند اما در حالت استاندارد  $E^\circ$  ثابت است. در محلول الکترولیت هم می توانیم استفاده کنیم.

s.a.m



"القيود فيزيائية"  
 براس القوت E° بالانجليزية وبتنس كيم (القيود فيزيائية) استعماله كيم في القوت فيزيائية. اين القوت القوت مرجع است  
 تكتن شده از يك سله بلاتيني كه اين سله بلاتيني را يك رودكس متخلف از جنس خود بلاتيني پوششده است.  
 اصطلاحاً اين سله مي گويند "بلاتيني بلاتيني".  
 عدت القوت روي بلاتين رودكس بلاتيني ايجي كيم اين است كه  
 استقال القوتون بيشتري باشد و جريان بيشتري داشته باشيم (عدت ايجي در محلول)  
 اين سله بلاتيني را درون يك محلول اسيد كيميد و درون قارعي دهند.  
 والسلي كه در اين القوت انجام خواهد شد:



القيود مرجع با القوتون ما شده قوتون صيحي تغيير مي كنند يعني  
 نيز در محلول القوتون آن با القوتون ما شده طبق قانون Nernst

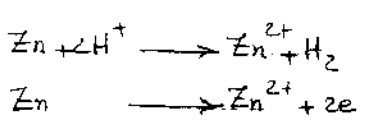
$$E = E^{\circ} - \frac{RT}{2F} \ln \frac{(H^+)^2}{P_{H_2}} = - \frac{RT}{2F} \ln \frac{(H^+)^2}{P_{H_2}}$$

چون شرايط استاندارد روضي كيم  
 مي  $E^{\circ} = 0$  در نظر بگيريم

$$\left\{ \begin{aligned} (H^+) &= 1 \\ (P_{H_2}) &= 1 \end{aligned} \right.$$

چون القوت مرجع است  $E^{\circ}$  آن در شرايط ما شده  
 مي  $E^{\circ}$  هم برابر القوتون نيز در اين صورت كيم  $\frac{(H^+)^2}{P_{H_2}}$  بايد با سله اي توانيم روضي كيم

پس براس القوت مرجع داريم  $E = E^{\circ} = 0$  براس القوت E عدت القوتون ما شده كيم روضي كيم. القوتون  
 اين سله معمولاً آب مقطر است كه زي يوناني شده. در درون اين ظرف قير صوره نظرمان را قرار مي دهيم (په پنواون  
 القوت) با استفاده از يك سله و لنت متر مي توانيم نيز در محلول القوتون ما شده القوتون كيم. البته تمام اين مراحل در شرايط  
 استاندارد انجام مي شود كه فراهم كردن اين شرايط هم چندان ساده نيست. نيز در محلول القوتون ما شده القوتون همان احتمالات  
 تبادل القوتون است نسبت به القوت مرجع



په پنواون مثال از قوتون روضي كيم، والسلي كه براس اين سله خواهد كيم روضي كيم

$$E^{\circ}_{Zn/Zn^{2+}} = 0.763 \text{ volt}$$

(السيري)

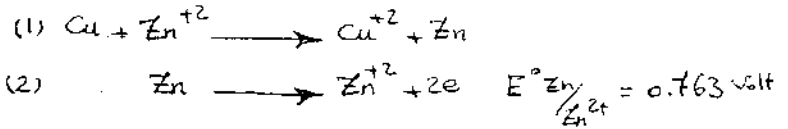
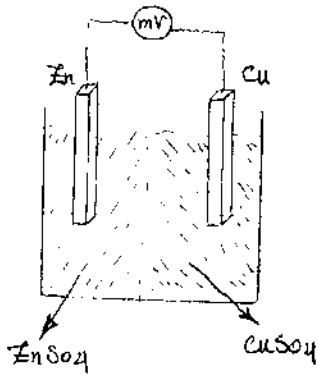
در شرايط استاندارد براس والسلي السيري داريم  
 در اين حالت  $E^{\circ}$  تبادل القوتون استاندارد مي گويند  
 (معني وقتي شرايط استاندارد روضي كيم)  
 اسروالسلي احيائي را در نظر بگيريم

در اينجا نيز در محلول القوتون ما شده  $\phi^{\circ}$  "تانسون دهيم و در آن"  
 "تبادل احيائي استاندارد" مي گويند. دهيم:

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

برسي لذت - ه عدل براس تبادل القوتون استاندارد تنظيم شده و در براس تبادل احيائي استاندارد





$T = 298 \text{ (K)}$   
 $R = 8.314 \text{ (J/mol.K)}$   
 $F = 96500 \text{ (C)}$

$$\log \rightarrow \ln \times 2.303 \rightarrow \frac{(2.303)(298)(8.314)}{96500} = 0.0592$$

تا برای داریم :

$$E = E^{\circ} - \frac{0.0592}{n} \log(\dots)$$

$E_2 = 0.763 - \frac{0.0592}{2} \log(Zn^{2+})$  : ارزش این را به استفاده کنیم برای واکنش (2) داریم :

(3)  $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$   $E^{\circ}_{Cu/Cu^{2+}} = -0.337 \text{ volt} \Rightarrow E_3 = -0.337 - \frac{0.0592}{2} \log(Cu^{2+})$

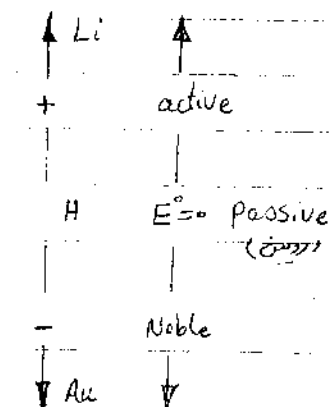
$E_1 = E_3 - E_2$  : اگر واکنش (2) را در منفی ضرب کنیم با واکنش (3) جمع کنیم و واکنش (1) حاصل می شود :

$$E_1 = (-0.337 - 0.763) - \frac{0.0592}{2} \log \frac{(Zn^{2+})}{(Cu^{2+})}$$

بدینجا ارزش اینیم  $(Zn^{2+}) = (Cu^{2+})$

$E_1 = -1.100 \text{ V} \Rightarrow \Delta G < 0$

طبق معادلات (2) و (3) زین کرده بودیم که من اینقدر روی قطب است. این زین با نازاریت بوده تا برای  
 موش آنقدر من قطب است و واکنش که می دهد در جهت رد است :



s.a.m

جدول استاندارد پتانسیل

این جدول از آنجا شروع می شود که Au خنثی شود. پتانسیل آن را به عنوان مرجع در نظر می گیریم و  $E^{\circ}$  را صفر می دانیم. این پتانسیل در نظر می گیریم  $E^{\circ}_{H_4+}$  را صفر در نظر می گیریم. فلزات با پتانسیل مثبت در جدول استاندارد پتانسیل active و فلزاتی که پتانسیل منفی دارند در جدول استاندارد پتانسیل Noble یا نجیب می نامیم. فلزاتی که پتانسیل مثبت دارند در جدول استاندارد پتانسیل یا پسیو یا Passive نامیده می شوند. این فلزات در جدول استاندارد پتانسیل به صورت فلزات خنثی در نظر می گیریم. فلزاتی که پتانسیل مثبت دارند در جدول استاندارد پتانسیل یا پسیو یا Passive نامیده می شوند. این فلزات در جدول استاندارد پتانسیل به صورت فلزات خنثی در نظر می گیریم. فلزاتی که پتانسیل مثبت دارند در جدول استاندارد پتانسیل یا پسیو یا Passive نامیده می شوند. این فلزات در جدول استاندارد پتانسیل به صورت فلزات خنثی در نظر می گیریم.

فلزی که در جدول استاندارد پتانسیل فلزات در نظر می گیریم، آن فلز خواهد بود و فلز خنثی تر یا پسیو تر خواهد بود. پس این جدول به ما کمک می کند تا بتوانیم در کولمب های کالوایک، پتانسیل فلز مورد استفاده را در نظر بگیریم.  $E^{\circ}$  دو فلز در جدول استاندارد پتانسیل را با هم مقایسه می کنیم تا ببینیم کدام فلز پتانسیل مثبت خواهد بود.

$E^{\circ}_{H} = 0$	$E^{\circ}_{Co} = 0.277$	$E^{\circ}_{Ti} = 1.63$	$E^{\circ}_{Li} = 3.05$
$E^{\circ}_{Cu} = -0.337$	$E^{\circ}_{Ni} = 0.25$	$E^{\circ}_{Zn} = 0.763$	$E^{\circ}_{Na} = 2.71$
$E^{\circ}_{Au} = -1.5$	$E^{\circ}_{Ag} = -0.8$	$E^{\circ}_{Sn} = 0.136$	$E^{\circ}_{Mg} = 2.37$
$E^{\circ}_{Pt} = -1.2$	$E^{\circ}_{Hg} = -0.85$	$E^{\circ}_{Pb} = 0.126$	$E^{\circ}_{Al} = 1.66$
		$E^{\circ}_{Cr} = 0.74$	
		$E^{\circ}_{Fe} = 0.44$	

در جدول استاندارد پتانسیل فلزات با  $Au$  خواهد بود، یعنی عکس جدول استاندارد پتانسیل. این جدول استاندارد پتانسیل به ما کمک می کند تا بتوانیم در کولمب های کالوایک، پتانسیل فلز مورد استفاده را در نظر بگیریم. فلزاتی که پتانسیل مثبت دارند در جدول استاندارد پتانسیل یا پسیو یا Passive نامیده می شوند. این فلزات در جدول استاندارد پتانسیل به صورت فلزات خنثی در نظر می گیریم. فلزاتی که پتانسیل مثبت دارند در جدول استاندارد پتانسیل یا پسیو یا Passive نامیده می شوند. این فلزات در جدول استاندارد پتانسیل به صورت فلزات خنثی در نظر می گیریم.

Tin Al

در جدول استاندارد پتانسیل  $E^{\circ}_{Al} (1.66)$  و  $E^{\circ}_{Ti} (1.63)$  برابر  $0.03$  است. این اختلاف کوچک است. اما ما می بینیم که پتانسیل فلز  $Al$  به وفور استفاده می شود. قیمت  $Al$  خیلی بالا نیست. در صنعت هوا فضا، آلومینیوم کاربرد زیادی دارد. البته در صنعت آلومینیوم فلز  $Al$  بیشتر استفاده می شود زیرا  $Al$  فلز بسیار نرم است.



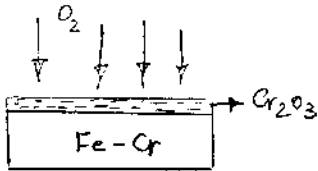
بدینترتیب دارد.

این مثال در مورد آلومینوم بودن ممکن است در محیط‌های فلز پایه‌های سولفات یا کربنات یا نیترات ایجاد شود. همین دلیل معمولاً Al و Ti به صورت مصنوعی اکسید می‌کنند. یعنی در کارخانه اکسید می‌کنند که اصطلاحاً آن Anodic oxidation می‌گویند (یا Anodizing) که اغلب مصطلح شده که آن آگاهی آلودگی می‌گویند.

"روغن کروم (Cr-Zn)"

در مورد روغن کروم بسیار مهم تر است که روغن کروم اندک  $E_{Zn}^{\circ}$  برابر 0.763 و  $E_{Cr}^{\circ} = 0.74$  به اختلاف آن‌ها در 0.02 ولت است. معمولاً روغن Zn به عنوان یک فلز فعال شناخته شده است. در روغن حفاظت کاتدی ما از روغن برای جلوگیری از خوردگی فلزات استفاده می‌کنیم. به روغن یک فلز ضعیف‌تر می‌گویند یعنی خوردگی از بین می‌رود تا از خوردگی فلز در روغن جلوگیری شود. از ورق‌های کاتولیزه (آهن یا روغن روغن) در پشت تمام‌ها زیاد استفاده می‌شود. (آهن در جدول یا به عنوان روغن قرار دارد).

در پائین روغن، Cr قرار دارد که به عنوان یک فلز تقریباً معادل شناخته شده است (برضاد روغن که فلز ضعیف‌تر است) اما آن کروم را به فولاد اضافه می‌کنند تا از زنگ زدن آن جلوگیری کنند. منظور از فولاد زنگ نزن، فولاد است که اکسید می‌شود (فولاد کروم گالوانیزه است) در صدقه میزان Cr را افزایش



دهیم، مقاومت در برابر خوردگی را افزایش داده ایم. از ۱٪ کروم شروع می‌شود و تا ۳۵٪ تا ۳۵٪ کروم هم آلیاژ می‌شود. در سطح سولار همراه کروم عناصر دیگری هم اضافه می‌شوند مثل Ni، Mo (Molybdenum) و W که برای این کارها هم استفاده می‌کنند که از فولاد زنگ نزن استخار داریم مثل استخار با آلومینوم.

مقاومت سایش در آن‌ها استفاده می‌کنیم و می‌توانیم تا از زنگ زدن جلوگیری می‌کنند Cr است. از فولاد زنگ نزن برای ساخت ماشین و قطعات استفاده می‌شود، بزرگ این ماشین‌ها عدد "8-18" حک شده که یعنی ۱۸٪ کروم و ۸٪ نیکل. سخت آلیاژ کروم را به عنوان یک فلز مقاوم در برابر خوردگی می‌شناسیم این است که کروم مثل ترکیبی زیاده‌بار در روغن یعنی آلیاژی از آهن و کروم وقتی در مقابل آلومینوم قرار می‌گیرد. اولین فکری که اکسید می‌شود Cr است. برای این هم خوردگی ایجاد شود. O باید به سطح آلیاژ برسد. O وقتی که به سطح می‌رسد، قبل از آنکه با آهن ترکیب می‌شود. برای این هم خوردگی پس روغن سطح یک لایه مشوره  $Cr_2O_3$  تشکیل می‌شود که بعضی تشکیل حل می‌شود O را می‌گیرد و اجازه نمی‌دهد به آهن زنگ بزند.

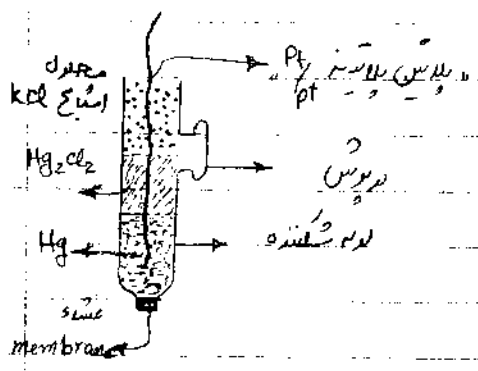
نکته: اگر با نیکل آلیاژ کنیم از آلومینوم‌ها Fe، Cr، در محیطی که آلومینوم هستند دارد (مثلاً درون آلومینوم) و در جدول در مقابل جدول Cr آنرا باید باشد. (ما در محیطی که آلومینوم وجود دارد،  $Cr_2O_3$  تشکیل می‌شود و در این حالت آنرا می‌توانیم به عنوان یک فلز ضعیف‌تر می‌شناسیم که با نیکل ترکیب می‌شود. حال اگر در محیطی (یا در آلومینوم) با نیکل ترکیب می‌شود اضافه کنیم که  $Cr_2O_3$  ترکیب کند، مثلاً نیکل برتریم (یعنی نیکل لایه  $Cr_2O_3$  را ترکیب می‌کند) در این صورت آنرا می‌توانیم به صورت اول بریم بزنیم.

« آهن و قلع (Sn-Fe) »

در عنصر دین که در جدول اکسیداسیون استاندارد بر اساس آنستیم، آهن و قلع هستند. قوس‌های جلدی در لیتروستاز  
 به این روند در واقع یک ورق آهن با یک پوشش قلع است. قلع نسبت به آهن کاتدی تر است. یعنی قلع  
 آهن را محافظت می‌کند. طالع در ترکیبات غذایی یون‌های مضر و سرد دلد را مثل کربید سیاه که حتی مقدار کم آن  
 می‌تواند قلع را از سرب جدا کند. قلع در صورت خوردن در بدن جذب می‌شود. آهن درون می‌تواند شود و در نتیجه آهن  
 هم شروع به خوردن می‌کند. ترکیبات قلعی می‌تواند به همین صورت عمل می‌کنند. طالع هم در مواد غذایی  
 ترکیبی وجود دارد به نام EDTA که یک ترکیب آلی است. این ترکیب هم قلع را می‌تواند حل می‌کند.  
 بنابراین ما طبق جدول اکسیداسیون استاندارد فلزات را به سه گروه، noble، active، و passive تقسیم کردیم، البته همه  
 فلزات نمی‌توانند passive شوند. بعضی فلزات در شرایط خاصی می‌توانند passive شوند. در دلیل‌ها این است که می‌تواند مواد  
 متعددی غیر از آن - فقط باشد، مثل انواع اسیدها، این اسیدها می‌توانند فلزات را که فلزات را شسته باشند، یا می‌توانند در  
 الکترولیت انواع گازها و دلد در قلع مثل گازها  $Ne, Ar$ ، یا می‌توانیم در املاح مختلف مثل دانسته باشیم  
 یعنی در شرایط واقعی می‌توانیم با هم بحث کنیم. در ضمن می‌توانیم اکثر دلد را که اکسیداسیون در هر دو حالت  
 این‌ها می‌تواند تغییر هم و E ها می‌تواند اندازه گیری کنیم. برای اینکار نیاز به الکترولیت مرجعی غیر از الکترولیت سرب درون داریم  
 زیرا الکترولیت سرب درون فقط در شرایط خاصی کاربرد دارد.

« الکترولیت‌های مرجع »

- الکترولیت سرب درون
- $Hg_2/Hg_2Cl_2$  در Calomel
- $Ag/AgCl$
- $Cu/CuSO_4$
- الکترولیت سرب درون



۱۱۱ الکترولیت مرجع Calomel

این الکترولیت سرب درون یک لوله آزمایش است که درون آن یک قطعه پلاتینی است  
 که درون آن یک پوشش قلع است. پلاتین است (پلاتین پلاتین). درون لوله  
 در قسمت پایین همواره قرار دارد. در قسمت بالایی آن کلرید سرب و پلاتین

بجدول اشباع  $KCl$  قرار دارد.  
 برای اندازه گیری E یک میز را کنار می‌گذاریم. طالع است آن که هم همراه الکترولیت مرجع درون الکترولیت قرار دهیم و در mV متصل کنیم  
 اما در دین که می‌تواند در دین با آن می‌تواند نقطه مربوط به فلز نسبت به طالع الکترولیت Calomel نیز نسبت به الکترولیت  
 مرجع سرب درون یک اختلاف پتانسیل دارد که با این روش هم در نظر می‌گیریم. البته اختلاف پتانسیل الکترولیت Calomel  
 نسبت به الکترولیت سرب درون هم در دین خواهد بود. طالع  $KCl$  هم در دین

S.A.M

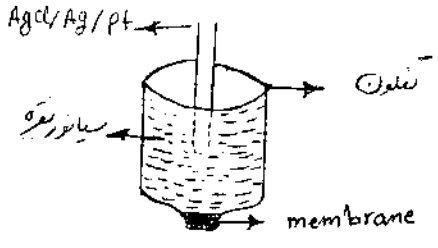
در اینها می توانیم یک غشاء غیر شیشه ای قرار داد که آن membrane می گویند. یک ترکیب آبی است (آمیخته) از این غشاء وجود ندارد، اما الکترولیت در دو طرف آن الکترولیت نمی توانست وارد الکترود شود و ما عملاً جریان نداشتیم. از طرفی اجازه نمی دهد الکترولیت وارد الکترود شود. الکترود در دو طرف است. احتمالاً ترکیب این membrane وجود دارد. اگر ترکیب شود، الکترولیت وارد الکترود می شود. آنوقت در غشای محلول ما ثابت نگه می آید. بعضی بک از خطاهایی که در اندازه گیری سلفن است بوجود می آید. نفوذ الکترولیت به داخل الکترود از طریق ترکیب غشاء است. برای اینکه این خطا به حداقل برسد، ترجیحاً از محلول KCl اشباع استفاده می شود. چون در هر زمان تغییر غلظت آن خیلی کم است. حالا اگر بخواهیم بدانیم در آن غلظت محلول در الکترود ما تغییر کرده یا نه می توانیم آن نسبت به الکترود کبدرورون چک کنیم یا نسبت به یک الکترود Calomel. هر یک کنیم (با اختلافات بسیار کم می شود). اگر معلوم می شود غلظت محلول ما تغییر کرده.

بنابراین الکترود Calomel با محلول اشباع KCl نسبت به الکترود کبدرورون :

$$E_{Hg_2/Hg_2Cl_2}^{\circ} \approx +0.2415 \text{ volt}$$

یعنی میلی ولت کمتر بود پس باید ما آن را با 0.2415 جمع کنیم تا بنابراین آن نسبت به الکترود کبدرورون درست آید. از معایب الکترود Calomel شگفته بودیم آن است (مشارکت در صنعت کاربرد ندارد بیشتر در آزمایشگاه کار می رود) معمولاً ما در 100 بنابراین این الکترود تقریباً ثابت است. اما در ماها با آن ثابت نخواهد بود. برای ماها می توان باید طراحی خاصه انجام دهیم و می توانیم یک فریب برای آن می نظر کنیم که در رابطه آن با ما نشان دهد.

(2) الکترود مرجع نقره - کلرید نقره :



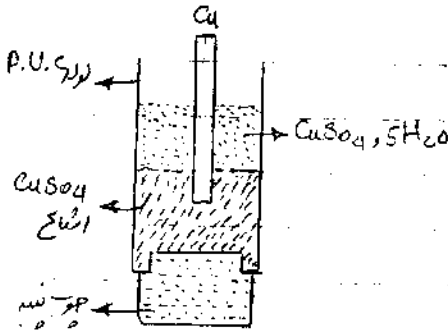
معمولاً می توانیم این الکترود را در هر از غشای ما می توانیم درست کنیم. آن یک یونش نقره می دهند و درون آن یک یونش AgCl اضافه می کنند. بعضی دلیل به آن الکترود در Ag/AgCl می گویند. الکترود است که این غشاء درون آن قرار می گیرد عمدتاً سیانور نقره است.

در این غشاء نقره هادی بسیار خوبی است (در اینجا فقط ما در عیب جایی می بینیم) به حاشی که شیشه ای است از شیشه هم استفاده می شود) از غشای تفلون است (تفلون عایق است) که به هیچ وجه شگفته نیست داخل غشاء می تواند گشته شد، جدید کرده اند (سیلیس ایجا کرده اند) برای اندازه گیری غشاء طراحی کرده اند که در هفت آن ها قرار است و دور آن عایق شده، آن را سیلیس می کشند و درون الکترولیت می گذارند و توسط غشاء اتصال را برقرار می کنند.

بنابراین این الکترود نسبت به الکترود کبدرورون :

$$E_{Ag/AgCl}^{\circ} \approx 0.228 \text{ volt}$$

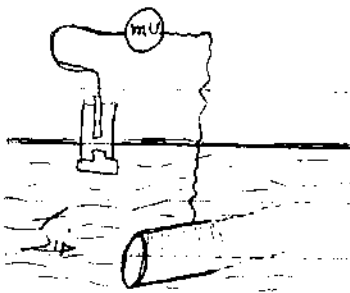
(3) الکتروکیمیا: سلولهای گالوانی



کاربرد این الکتروکیمیا جهت است. از لحاظ حساسیت، حساسیت آن به مراتب از دو الکتروکیمیا قبلی کمتر است. تشکیل شده از یک فولاد P.U.C. و یک فولاد پیرس هاس که شفاف است (P.U.C. شفاف نیستند). قطر این فولاد حدوداً 7 تا 8 سانتیمتر است.

در انتها برای این فولاد یک جریب نیم قرار داده که خوب نیم متخلل است در وسط فولاد یک میله مسی قرار می‌دهد. در وقت با این سلولهای مسی اشباع در وقت با سلولهای مس متخلل. به هیچ وجه این الکتروکیمیا شفاف نیست و بسیار محکم است بنابراین این الکتروکیمیا به الکتروکیمیا مرجع تبدیل می‌شود.

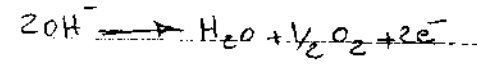
$$E_{Cu/CuSO4}^{\circ} \approx 0.316 \text{ Volt}$$



این از کارهای این الکتروکیمیا برای اندازه گیری تبدیل تا حساسیت بسیار زیاد است به عنوان مثال تبدیل یک فولاد، خطوط انتقال آب، گازها و نفت، سطوح آب، نفت و غیره باشد. در این اشباع از الکتروکیمیا که جریب نیم است درونی خاک نمایی دهند تخلل جریب نیم فولاد این علت است که جریان بتواند عبور کند و در درون زمین یک میله مسی و یک فولاد قرار می‌دهیم، از فولاد نیم سیم به سطح زمین می‌کشیم و اتصال را برقرار می‌کنیم و به واسطه تبدیل به اندازه گیری می‌کنیم.

الکتروکیمیا مرجع استرین

این الکتروکیمیا در سال 1943 در آمریکا توسط لوری و همکارانش ساخته شد. این الکتروکیمیا در این سال ساخته شد و در این سال در آمریکا ساخته شد. این الکتروکیمیا در این سال ساخته شد و در این سال در آمریکا ساخته شد. این الکتروکیمیا در این سال ساخته شد و در این سال در آمریکا ساخته شد.



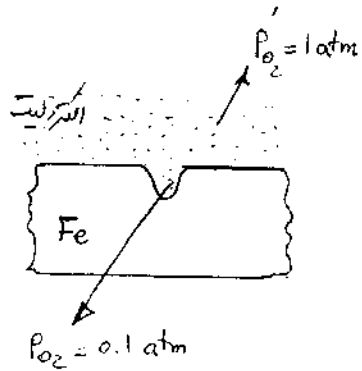
$$E^{\circ} \approx -0.401 \text{ volt}$$

تبدیل این فولاد به فولاد مرجع است.

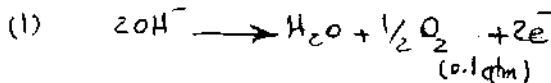
s.a.in



کاربر این افتد : فرض کنید روی سطح یک نزدیک جبهه راست با نیم فشار اکسیژن بدون جبهه 0.1 atm باشد و فشار بدون 1 atm باشد روی سطح رو نیم یک اکسیژن بصورت محلول در برزنده است در این حالت فشار اکسیژن بیل (مخارج) شود

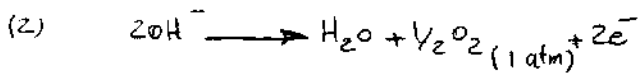


فرض می کنیم واکسیژن علی بیل بصورت در برزنده  
حالا درستی آن را بر روی نیم کنیم  
کافیست مقدار E واکسیژن را حساب کنیم



دو واکسیژن نیم بیل را می نویسیم برای جبهه و خارج جبهه :  
برای هر دو افتد و واکسیژن اکسیژن را می نویسیم

$$E_1 = -0.4 - \frac{RT}{2F} \ln \frac{(P_{\text{O}_2})^{1/2}}{(\text{OH}^-)^2}$$

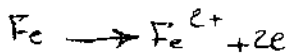


$$E_2 = -0.4 - \frac{RT}{2F} \ln \frac{(P'_{\text{O}_2})^{1/2}}{(\text{OH}^-)^2}$$

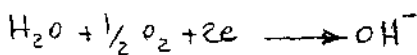
اگر واکسیژن (2) را با منفی واکسیژن (1) جمع کنیم و واکسیژن اصلی می رسم :  
 $E = E_2 - E_1$

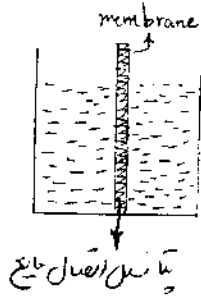
$$E = \frac{RT}{2F} \ln \frac{(0.1)^{1/2}}{(1)^{1/2}} = \frac{RT}{4F} \ln \frac{0.1}{1} \rightarrow E < 0 \rightarrow \Delta G > 0$$

بنابراین واکسیژن در جهت عکس انجام پذیر است. ما فرض کرده بودیم جایی که فشار اکسیژن کمتر است کاتداسیون است شد که جایی که فشار اکسیژن کم است باید آند باشد



در واقع در فشار کم (آند) آهن اکسید می شود  
یعنی آهن نسبتاً خود را می خورد و جبهه عمیق تر می شود  
در کاتد داریم :

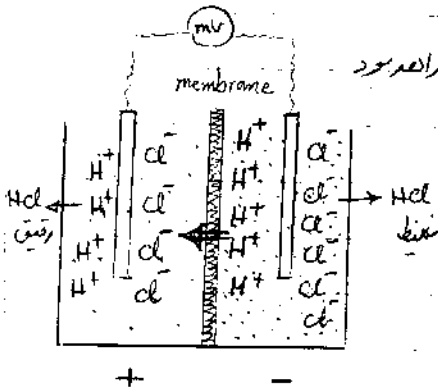




نشیمنه با این اعضاء ایجا خوردن اختلاف بتائیل است. سین هر چه اختلاف بتائیل بیشتر باشد، خوردن بیشتر خواهد بود. علاوه بر آنکه در بعضی موارد الکترولیت هم می تواند ایجا اختلاف بتائیل کند.

اگر طرفی از طرف دیگر هم در وسط یک membrane دو طرف آن از هم جدا کنیم و در هر طرف یک الکترولیت ترسیم کنیم که ممکن است ترکیب شیمیایی یکسان داشته باشند اما اختلاف غلظت داشته باشند یا ممکن است ترکیب شیمیایی متفاوت داشته باشند در این دو شرایط یک اختلاف بتائیل در وسط در صورت مواجیع ایجا خواهد شد.

که آن بتائیل اتصال باجیع " می گویند. میزان این بتائیل را می خواهیم بدانیم. میزان اختلاف غلظت، در چه اختلاف غلظت بیشتر باشد، بتائیل بیشتر خواهد بود یعنی بتائیل را می خواهیم بدانیم حرکت یون ها (mobility) در یون الکترولیت.



میزان این بتائیل اتصال باجیع " می گویند. میزان این بتائیل را می خواهیم بدانیم. میزان اختلاف غلظت، در چه اختلاف غلظت بیشتر باشد، بتائیل بیشتر خواهد بود یعنی بتائیل را می خواهیم بدانیم حرکت یون ها (mobility) در یون الکترولیت.  $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

membrane تها می تواند یون ها را عبور دهد.

و دلیل وجود اختلاف غلظت، یون ها در محلول غنی تر است. محلول غنی تر حرکت می کند (تغییر می کند) یعنی هم یون ها.

Cl<sup>-</sup> حرکت می کند یعنی H<sup>+</sup>، اما سرعت حرکت یون ها متفاوت خواهد بود.  $V_{H^+} > V_{Cl^-}$  یعنی سرعت حرکت H<sup>+</sup> بیشتر است. Cl<sup>-</sup> خواهد بود یعنی این است که این است که اعتبار Cl<sup>-</sup> خیلی زیاده از تعداد H<sup>+</sup> است. یعنی سرعت حرکت می کند. به این ترتیب غلظت یون H<sup>+</sup> در سمت چپ از این می باشد (یعنی مقدار H<sup>+</sup> های مثبت بیشتر از Cl<sup>-</sup> است) و در سمت راست می باشد. در حالت دیگر محلول غنی تر را می نامند که محلول غنی تر دارد. و این را می نامند. این دو قطب مثبت و منفی برای ما همان ها ایجاد خواهد کرد.

اگر همین مثال را در مورد محلول KCl می آوریم. در این صورت یون K<sup>+</sup> که در سمت راست بتائیل اتصال باجیع به مراتب کمتر از HCl خواهد بود. سرعت حرکت یون K<sup>+</sup> به مراتب کمتر از Cl<sup>-</sup> است. پس می بینیم بتائیل اتصال باجیع باجیع بتائیل از ترکیب شیمیایی محلول هم نیست.

همانطور که در مورد عبارات بتائیل در سمت راست و چپ می بینیم. در مورد محلول های ساده یون Cl<sup>-</sup> مثل NaCl، KCl، NH<sub>4</sub>Cl و در الکترولیت مرجع LiCl استفاده می کنیم. یعنی بتائیل اتصال باجیع را می نامند. در سایر محلول ها به نسبت آن می نامند. s.a.m

سرعت فرسایش یون ها یعنی از دریا لغیم نسبت به سایرین می باشد (معمولاً لغیم از دریا لغیم باشد). در مورد اول لغیم  
 شرایط رطوبتی و غلظت زکری شود.  $0.1 \text{ kel}$  میزان لغیم  $0.1 \text{ Lita}$  میزان سبیده می شود.

انواع خوردگی

از دریا لغیم می توانیم به خوردگی لغیم (1) لغیم (مختص)  
 (2) شکل ظاهری (morphology)

از دریا لغیم : - خوردگی لغیم (Dry Corrosion)  
 - خوردگی رطوبتی (Wet Corrosion)

منظور از خوردگی لغیم این است که معمولاً در مناطقی که رطوبت کم است، یا اینکه مناطق کویری می توان گفت که در لغیم  
 یا به عنوان مثال فولاد در کوره آکسیدی شود یا در جاهای توخالی در جاهای که شکل پرده ها توخالی می شود یا در جاهای  
 خوردگی 1700 درجه سانتیگراد است، توخالی می شود یا در جاهای که شکل پرده ها توخالی می شود یا در جاهای  
 لغیم می شود.

مختص رطوبتی - می تواند همان محلول الکترولیت باشد

از دریا شکل ظاهری : - خوردگی یکنواخت (Uniform Corrosion)  
 - خوردگی موضعی (Localized Corrosion)

اگر تمام سطح یک قطعه بصورت یکنواخت خوردگی شود، آن خوردگی یکنواخت می گویند. اما در برخی مواقع خوردگی یکنواخت  
 است. اگر قطعه فولادی را در تماس با محیط رطوبتی قرار دهیم، مقدار لغیم  
 آن معلوم کنیم پس از مدتی می بینیم تمام سطح آن خوردگی شده

تقسیم بندی برای میزان خوردگی (لغیم):  
 مقدار  $C.R. < 0.005 \text{ ipy}$

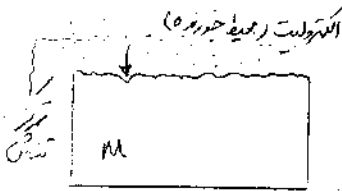
خوردگی متوسط تا بل استفاده خواهد بود.  
 $0.005 < C.R. < 0.05 \text{ ipy}$  خوردگی متوسط

مقدار خوردگی زیاد  $C.R. > 0.05$

مانند آلودگی موضعی سرد کار داریم. در اینجا انواع خوردگی موضعی را می‌توانیم به خوردگی موضعی دسته‌بندی کنیم، نوع خوردگی موضعی آنهایی هستند که می‌توانند متفاوت باشند.

(۱) خوردگی پitting (Pitting Corrosion):

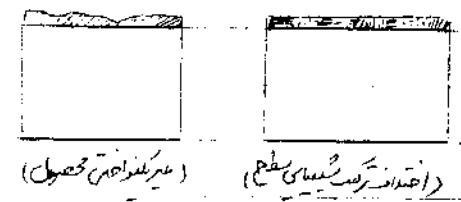
ساده‌ترین و موزون‌ترین نوع خوردگی است. سطح است قطعه‌ای را که با نم حاصله سالم، فقط ظاهر است یک خوردگی موضعی بر روی آن ایجاد شود. به عنوان مثال در خطوط انتقال نیرو، لوله‌های گرفتگی و در امتداد مفاصل گاوین کارها نیز در اکثر موارد رخ می‌دهد.



سوراخ کوچک سطح است منجر شود. اگر قطعه فشرده را در نظر بگیریم در تماس با یک الکترولیت (محیط خوردگی) قرار گیرد احتمال ایجاد خوردگی زیاد است. خصوصیات سطح در بر روی ایجاد خوردگی بسیار مؤثر است مثلاً نا هموار بودن سطح منجر به ایجاد خوردگی می‌گردد. در قسمت‌هایی که خوردگی است. در لایه‌های زیرین از اجزای اصل اختلاف می‌شود (مثلاً تمیز کردن)

- ۱۳) این خوردگی می‌تواند باعث تغییر در خواص خوردگی شود مثلاً ترک خوردگی می‌تواند باعث خوردگی موضعی شود.
- ۱۴) در حالت‌های سطح فشرده (اختلاف ترکیب شیمیایی) نقاط ضعیف‌تر سرعت خوردگی بیشتر می‌گردد.
- ۱۵) در مورد Mechanical defects یعنی ناهمواری‌ها، سطح رسیده‌اند (خوردگی تمیز کردن) می‌تواند باعث خوردگی شود.

دقت فشرده‌سازی با محیط خوردگی قرار می‌گیرد بر روی سطح محصول خوردگی تشکیل می‌شود، غیر یکنواخت بودن این محصول می‌تواند از دلایل ایجاد خوردگی بر روی سطح باشد. خوردگی سطحی است که جایی که یکنواختی کمترین دارد سرعت خوردگی تاثير خوردگی قرار می‌گیرد در حالت ایجاد خوردگی می‌شود. با این محصول که ای‌دی می‌شود از نظر ترکیب شیمیایی هموار می‌شود. در این صورت ضعیف‌ترین قسمت‌ها زودتر خوردگی می‌شوند و به تدریج خوردگی می‌شود. به کیفیت لایه تاثير زیاد خوردگی بر روی ایجاد خوردگی دارد.



خوردگی موضعی در محیط‌های خوردگی یا خوردگی موضعی می‌شود. باید شرایط خاص داریم یعنی لایه‌های خوردگی موضعی خاص هستند که می‌توانند خوردگی موضعی بوجود آورند. الکترولیت تشکیل شده از خوردگی موضعی از آن‌ها عبارتند از:  $Cl^-$ ,  $F^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$  از نظر خوردگی: یون‌های فلوریدها ضعیف‌ترین هستند.

در بین اینها، فلوریدها (یون  $F^-$ ) است یعنی آب دریا که در محیط‌های مختلف است اما لایه‌های خوردگی در آب دریا وجود دارد. در این حالت فلوریدها می‌توانند خوردگی موضعی ایجاد کنند. مثلاً فولاد زنگ‌نازن در آب دریا خیلی بیشتر خوردگی موضعی می‌شود. در آب سرد و در آب گرم خوردگی موضعی متفاوت است. نوع خوردگی موضعی در آب دریا در محیط‌های سرد و گرم متفاوت است. به این نوع خوردگی موضعی می‌گویند که خوردگی موضعی است.

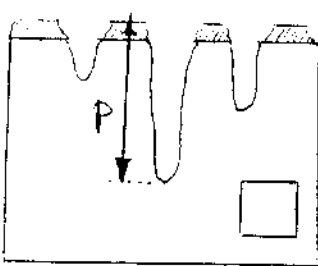
s.a.m

روش های ارزیابی

از چندین رویه آلیاژ در اختیار داریم تا سیم برای آنها تنظیم مقاومت کدام بدینتر است نیازم معیار اندازه گیری در ارزیابی داریم

Pitting factor (عامل حفره دار شدن) به عنوان یکی از معیارهای ارزیابی خوردگی استفاده می شود. اندازه قرار می گیرد.

اگر قطعه ای در شرایط محیطی خورنده قرار گیرد و در طول آزمایشات خوردگی ای در آن شود کمترین عمق های خوردگی در آن است. سایر عمق ها را در عمق های مختلف هستند.



$$P.f = \frac{P}{d}$$

اگر عمق است لایه  $d$  در نظر می گیریم

در عمیق ترین عمق در یک سیم و عمق آن  $P$  باشد، نسبت  $P$  و  $d$  به Pitting factor می نامیم

میزان این است که چطور می توان عمیق ترین عمق را پیدا کرد و چگونه می توان عمیق آن را اندازه گیری کرد؟

در مثال کوروش دیدیم که وقتی که ما سیم و سگوب نسبت به سطح Focus می کشیم جاهایی که

حفره وجود دارد و واضح نیستند. یعنی عمق ها غیرت که ها سیم به غیر واضح دیده می شوند

با چرخاندن Focus سگوب به جاهایی که سیم به سطح کاتد می خورد و عمق حفره ظاهر می شود. در لکه نشدن سطح باشد

با Focus کردن تغییر ایجاد می شود. پس تا این وقتی که نسبت به عمق Focus می کشیم، میزان چرخش درجه می شود تا وقتی که عمق حفره ظاهر می شود، عمق حفره به آن می دهد.

اگر  $P.f = 1$  باشد خوردگی سبب است

کاهش وزن در خوردگی می تواند در هر چند موارد معیاری برای ارزیابی باشد اما معیار مناسبی نیست. هر چند که وزن زیاد باشد با معیار اندازه گیری آن چندان دقیق نخواهد بود. در صورتی که استرس به هیچ کوزه ای نمی تواند می توانیم از کاهش وزن استفاده کنیم اخطار خیلی بالا. پس در مجموع کمترین میزان استفاده کنیم. و واحدهایی که در عمل برای کاهش وزن مطرح شد بدینتر برای خوردگی ها استفاده می شود. در مورد خوردگی ها معیارهای باید ارزیابی های دیگری که بدینتر استفاده کرد.

عمیق ترین عمق حفره به تنهایی می تواند برای ما یک معیار باشد زیرا اولین عمق حفره از آنجا حسارت خواهد کرد همان عمیق ترین عمق است.

متوسط عمق حفره ها هم می تواند معیار دیگری باشد اما در تعداد حفره ها معیار است.

تعداد حفره ها می تواند معیار دیگری باشد. اگر تعداد قطعه خوردگی باشد مشخص نوع سطح از سطح قطعه که علامت می زنند و تعداد حفره ها در دره اهر سطح حساب می کنند به عبارتی (از این حفره ها به عنوان معیار می توانند باشند.

روش دیگری اندازه گیری پتانسیل حفره دار شدن است که با یک سیم است و یک در آنقدرش میزان مقاومت ما در



تطبیق لایه تمام این چهار خصوصیت را از آن باقیم نماند. در صحت تعداد با دانه های استفاده بیشتر باشد، لایه قند کمتر است

اگر یک قطعه سرب را درون اسید سولفوریک رقیق کرده دهیم خود رده نمی شود. علت آن این است که لایه  $(PbO, PbSO_4)$  روی سطح سرب تشکیل می شوند که در برابر خوردگی مقاومت می دهد.  
علت تشکیل  $PbO$  این است که اسید سولفوریک یک محلول اسیدی اسید نشسته است.  
علت اصلی مقاومت سرب نسبت به تشکیل  $PbO$  است  $(PbSO_4)$  چنانچه مقاومت می یابد.  
نظیر فلزات محسن  $(Cu, Hg, Ag, Pb)$  در برابر اسید سولفوریک مقاوم هستند (اسید سولفوریک رقیق)

مثال دیگر که در مورد لایه سطحی می توان زد، اکسید آلومینیوم است. اکسید آلومینیوم که بصورت طبیعی ای از آن نوعی است که به همین دلیل اکسید آلومینیوم را در روش *Anodizing* ای در آن کنند که بسیار نرسد. دستاورد است و از لحاظ سختی با فولاد مقاوم تر شود. تیتانیوم هم به همین ترتیب. فولادها از نظر وزن استخوان بیشتر محاط تشکیل می دهند است که در روی آن تشکیل می شود. لوله های انتقال نفت که برابر انتقال آن از آبادان تا تهران برای پالایش استفاده می شوند رو سیاه از منافذ با شرایط آب و هوایی مختلف عبور می کنند و مسیر استفاده های مختلف فشار و دما در آن هستند. بنابراین اگر خواصیم از لوله های انتقال قیمت استفاده کنیم به سربایه بسیار طمان نیاز داریم. در حالی که به علت خاصیت جدا داری نفت چون در نفت ترکیبات آلوده وجود دارد از لوله های فولاد در آن قیمت (کمترین) استفاده می کنند. فولادها آهن، آلیاژ، منگنیز و درصد ای که سولفور آهن  $FeS$  می کنند. یعنی سطح داخلی لوله در یک لایه  $Fe_2O_3$  پوشیده می شود. این لایه سطح درونی فولاد را در برابر *Erosion* محافظت می کند (چون دمای نفت بسیار بالاست).

اما در بعضی مواقع در ترکیب نفتی که لایه عیار استخراج می شود ترکیب سیانور و سرب دارد (همه جاها سیانور ندارند) سیانور لایه  $FeS$  را در خود حل می کند در این صورت سطح فزونی محافظ خواهد بود به همین دلیل جایه های که این عمل هستند در زمان عمل استخراج تصفیه می کنند و بعد در آن لوله می زنند.











Pb-316S.S  
 رقیق  $H_2SO_4$

در این محلول در یک کولون اندوسولفوریک رقیق ترکاری در نیم  
 درجات سکون مقدار خوردگی S.S.316 محسوس بود

علت این است Pb در محلول اندوسولفوریک ابتدا اتمی می رود  
 و ایجاد PbO می کند و این PbO تقریباً سطح فولاد زنگ نزن را  
 تمام علاوه بر سطح Pb می پوشاند بنابراین در حالت سکون خوردگی نداریم  
 اما اگر اندوسولفوریک حرکت کند لایه PbO از روی سطح کنده می شود و فولاد زنگ نزن بدون محافظت شروع می شود  
 این در صورتی است که دلیل زدگی رقیق PbO خوردگی ضایع است

Fe  
 316S.S  
 Ni  
 Ti  
 Cu

تقریباً در تمام مواردی که مشاهده می شود هیچگاه از خوردگی فولاد زنگ نزن در این سوره است بزرگی آهن  
 یعنی نوع دو کولون ایجاد کرده اند. چهار کولون آهن - فولاد زنگ نزن - آلومین - نیکل ،  
 آلومین - تیتانیوم و آلومین - مس در ابعاد کوچک اند  
 در صورتی که این پلین کولون این فلزات تا فلزهای دیگر در آهن قرار می گیرند است  
 اما در صورتی که تا فلز کولون Fe-316S.S و Fe-Ti تا فلز کولون از کولون های Fe-Al و  
 و Fe-Cu است

عوامل تعیین کننده ماهیت فلزها و الکترولیت

در جدولی که نشان می دهد اکسید می شود استاندارد فلزات نام برده شده active, noble, passive تقسیم بندی کرده ایم

Fe - 20% Cr  
 Ni - 20% Cr

در میان این دو آلیاژ، چون Ni در مقایسه با آهن کمیاب تر است  
 تا برای آلیاژ Ni-Cr مقاومتر است

20% Cu - Zn  
 20% Cu - Sn  
 20% Cu - Ni

در مقایسه این سه آلیاژ، مقاومت Cu-Ni بیشتر است  
 مقاومت Cu-Sn کمتر از Cu-Zn بیشتر است. سایرین برزها  
 مقاومت بیشتری ندارند. چون Ni کمیتر از Sn است و  
 Sn کمیاب تر از Zn

در ضمن مواردی که در این زمینه است یک آلیاژ دیگر که جگه خاص از آهن با آهن می توانیم عناصر دیگر هم در آلیاژها استفاده کنیم  
 مثلاً 30% Ni - 70% Cu اثر 0.5% Fe اضافه کنیم مقاومت آن نزدیک آلیاژهای دیگر است افزایش می یابد  
 - در مورد برخی آلیاژهای دیگر داریم در واقع 2% Al به عنوان عنصر مستحکم می توانیم اضافه کنیم که باعث افزایش مقاومت آن شده  
 - برای آلیاژهای دیگر هم مقاومت نزدیک آلیاژها است که در این حالت هم خصوصیات Cu به خوردگی (مثلاً) است  
 - در فولاد زنگ نزن 8-18، اثر 2% Mo اضافه کنیم خصوصیات آن عوض می شود

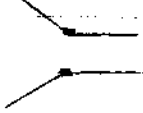
در مورد چگونگی خوردگی در این حالت هم می توانیم بگوییم که در این حالت هم خوردگی کم می شود چون با افزایش دما خوردگی  
 کم می شود و در واقع هم ما می بینیم که در این حالت هم خوردگی کم می شود و در واقع هم ما می بینیم که در این حالت هم خوردگی کم می شود

دو تا به رتبه و سفته است و انعطاف پذیری ندارد. یعنی فقط با یک تری ما در نقطه مورد نظر می توانیم رسیدیم  
 در مجموع نوازات نرم نیست به این نوع خوردگی. چنانچه هر چه قدر سخت تر باشد مقاومت آن در برابر Erosion  
 بیشتر می شود. به همین علت این نوع خوردگی در برابر Erosion مقاوم است که برای ساخت برخی پمپ ها کار می رود.

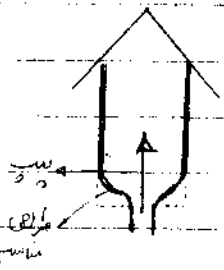
« کنترل خوردگی »

کنترل خوردگی، یعنی متوقف کردن آن نیست بلکه هدف بر بعضی مظاهر آن است. روش های مختلفی وجود دارد.  
 ۱) انتخاب فلز آلیاژ مناسب: انتخاب آلیاژ بسته به کاربرد آن از اهمیت زیادی برخوردار است. مثلاً اگر ضربه ای که راه  
 شده در آب دریا کاربرد دارد برنج برتر متداول است. سایر فلزات به نوع و مقدار شرایط محیطی می توان انتخاب کرد.  
 ۲) طراحی مناسب: در بسیاری از موارد طراحی می توانیم برای قطعاتی که در معرض خوردگی Erosion است  
 عوض کنیم. مثلاً در سیستم های لوله کشی اگر سیستم را به پمپ طراحی کنیم. اگر کواهمی متداول را عوض کنیم ما به  
 کل سیستم را جدا کنیم تا بتوانیم آن را عوض کنیم. پس طراحی باید یک طراحی ساده باشد. اگر این قابلیت تقویت  
 وجود داشته باشد تعمیر و نگهداری ندارد. که از فلزات برای قیمت بخار هم استفاده کنیم. چون می توانیم برای تعمیر و  
 شده را عوض کنیم. جز طراحی همان مناسب است که حتی الامکان از ایجاد تغییر نظر در سایر قسمت ها بپزیریم تا

خوردگی قطعات را می توانیم در این طراحی که در لوله های ناقص گسیختگی استفاده کنیم  
 از ایجاد مانع در مسیر حرکت مایع جلوگیری کنیم یعنی کمتر تغییر در مسیر مایع در لوله های استفاده کنیم. (مثلاً چنانچه  
 تغییر قطر یا انحنای ایجاد کنیم قسمت ها را عوض شده و سخت کنیم تا سخت شود تا مانع از تغییر حرکت ایجاد نشود.  
 اگر در ابتدا لوله قطر درازیم و در هر دو لوله ما در کمتر شویم در طراحی بهتر است یک عیب قرار دهیم تا حرکت مایع  
 بصورت انبساطی حرکت شود. وقتی که لوله ضیق است بعد از آن در لوله



در این حالت مایع با سرعت بیشتری از بخش ضیق عبور می کند و در بخش گشادتر سرعت آن کم می شود.  
 انتقال مایع با سرعت کم می تواند انجام شود.



یک مورد دیگر هم می توان آن را به کرد. در منابع هوای آب در برده شده  
 فشار آب کم است باید طراحی مناسب انجام شود. در این منابع آب توسط یک لایه  
 به بالا منتقل می شود. طراحی آنها به منبع به صورت مخروطی است. یعنی آن را  
 چنانچه در آنجا سازه یعنی در بالای آن لایه به پمپ می کشد. در صورتی که  
 چرخش آب با سرعت حرکت می کند در منبع ها توسط دانه های توپ ها شروع  
 به حرکت می کند. دلیل بر آن هم این است که در فضا که آب در یک منبع  
 خواهد بود آب را کمتر کنیم. با این کار ما در آنجا شروع می کنیم تا در آنجا  
 آب که در منبع ها قرار می گیرد به خوردگی می خورد.

در تغییر شرایط محیطی: مثلاً وقتی درون یک منبع مایع با سرعت زیاد می کشد و این خوردگی بیشتر می کشد. باید این اثرات  
 مدتی را در سیستم ها را کنیم. این کار را با توجه به این که ما در آنجا می کشیم تا آنجا که در آنجا می کشیم

s.a.m

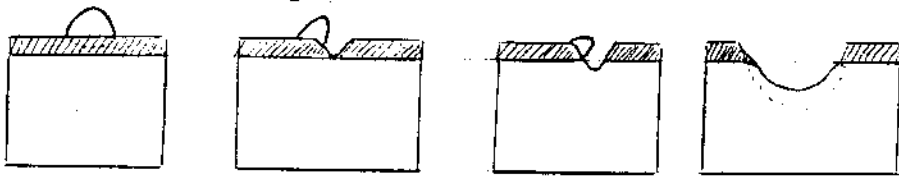
تعلق از اینها و لوله کوئولیتیم، توسط یک فیلتر زلاله معلق آن را جدا می کنیم. با صاف کردن محلول رو خارج کنیم. اورداد  $CO_2$  باسد  
 بیشتر ضایعات و لوله کوئولیتیم. جدا کردن رو محلول رو  $degas$  کنیم. ترش شدن املاح لوله - قسم demineral کردن می شوند.  
 (4) سطح فلزات رو پوشش دهیم: بعضی جامدات که سطح فلزات رو پوشش می دهند رو جدا کنیم. می توانیم روی سطح یک نام ایجاد  
 کنیم. این پوشش باید در این مقادیر لازم به طور حرکت و انعطافیت باشد معمولاً پوشش فلزات که پوشش می شود پوشش فلزات سخت  
 هستند مثل کروم سخت. البته این کار رو در مورد قطعات که جامدات می دهیم. در مورد لوله های طویل این کار به هیچ وجه  
 به صرف نیست. این کار رو در مورد پوله های بزرگ می توان انجام داد مثلاً روی سطح پره هواپرواز سخت پوشش  
 می توان از پوشش های لاستیکی استفاده کرد که با انعطافیت هیچ واکنش من الضد.

(15) حفاظت کاتدی

"Cavitation"

! خوردگی جامد (مخففه ای)

این نوع خوردگی در مخازن  $Erosion$  است و خصوصاً در قسمت آن دارد. عامل ایجاد آن سخت حرکت توأم با تغییر فشار است.  
 شدن مین آن در پره های توربین است اعم از گازس - آبی. تغییرات در پروانه کشتی و پمپ ها، در توربین ها و موتورهای  
 این اختلاف فشار در داخل اکثر قسمت سبب بوجود آمدن حباب می شود. این حباب ها در نزدیک سطح فلز ایجاد می شود.  
 این حباب ها با ایجاد شده با افزایش فشار از بین می رند. وقتی این حباب ها از بین می رند بر روی سطح فلز نیروی عکس العمل  
 ایجاد می کند و باعث کنده شدن سطح فلز می شود. این فرآیند  $Erosion$  است اما عامل خوردگی  
 در اینجا عکس العمل ناشی از این است. حباب است و در حالی که  $Erosion$  فشار تقریباً متوازی است بود  
 حباب خود خوردگی شدن را بر روی آن کنیم:



در سطح یک فلز در هر لحظه  
 در این سطح نزدیک لایه سطحی  
 ایجاد می شود و در این لایه  
 یک حباب ایجاد شده

در اثر منقبض شدن حباب یک کشتی در این لایه خوردگی می شود. حباب بعد از منقبض شدن در داخل حبابش منقبض می شود  
 در آنجا حباب حباب کشتی در این لایه همراه با آن می از سطح فلز کنده می شود. در حرکت کشتی همین صورت در همین  
 ترتیب یک مجموعه ایجاد می شود و این مجموعه نزدیک در نزدیکی منقبض می شود. علت این نوع خوردگی  
 خوردگی که فقط در این قسم می تواند اتفاق افتد.

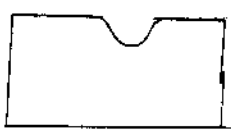
تخریب که در Erosion اتفاق می افتد در تمام مایعات و جامدات می تواند رخ دهد و این فرآیند به تدریج و در طول زمان اتفاق می افتد و در نهایت به شکست منتهی می شود.



"Erosion" "Cavitation"

اما در Cavitation تخریب که اتفاق می افتد در مایعات است و در نتیجه آن حفره ها یا حباب های کوچکی در مایع تشکیل می شود که در نهایت منتهی به شکست می شود.

علاوه بر این در Cavitation تخریب که اتفاق می افتد در مایعات است و در نتیجه آن حفره ها یا حباب های کوچکی در مایع تشکیل می شود که در نهایت منتهی به شکست می شود.

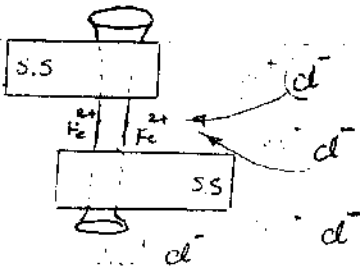


"Pitting"

حالا اگر بخواهیم این دو نوع خوردش را با هم مقایسه کنیم می توانیم بگوییم که در Erosion خوردش که اتفاق می افتد در تمام مایعات و جامدات می تواند رخ دهد و این فرآیند به تدریج و در طول زمان اتفاق می افتد و در نهایت به شکست منتهی می شود.

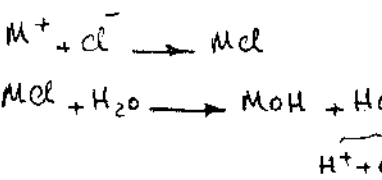
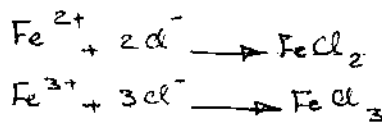
خوردش که در Erosion اتفاق می افتد در تمام مایعات و جامدات می تواند رخ دهد و این فرآیند به تدریج و در طول زمان اتفاق می افتد و در نهایت به شکست منتهی می شود. در حالی که خوردش که در Cavitation اتفاق می افتد در مایعات است و در نتیجه آن حفره ها یا حباب های کوچکی در مایع تشکیل می شود که در نهایت منتهی به شکست می شود. تفاوت اصلی بین این دو نوع خوردش در مکانیزم آن است. در Erosion خوردش که اتفاق می افتد در تمام مایعات و جامدات می تواند رخ دهد و این فرآیند به تدریج و در طول زمان اتفاق می افتد و در نهایت به شکست منتهی می شود. در حالی که خوردش که در Cavitation اتفاق می افتد در مایعات است و در نتیجه آن حفره ها یا حباب های کوچکی در مایع تشکیل می شود که در نهایت منتهی به شکست می شود.





یکی از انواع خوردگی موضعی است. خاصیت موضعی آن در آنست که حالت عمومی خوردگی در آنجا  
 یا خوردگی ناشی از آن نام برسد. این خوردگی معمولاً در مناطقی بوجود می آید  
 که اکسیژن کمتری در آنجا وجود داشته باشد. در داخل حفره ها، سوراخها و درزها و غیره  
 زیر روپ ها (مثل لای یا ماسه) بوجود می آید. اکسیژن کمتری در صورت محلول ماندن  
 حتی ساکن باشد. یعنی نباید جریان باشد. ششامی که در لایه ها از آن صحبت  
 می کنیم باید عرض کنیم که در چند مورد اینچنینی است. یعنی در جاهای که محلول راکت باسد. علت آن این است که اکسیژن کمتری  
 ساکن نباید از آن شفاف خارج شود. اگر در حفره شفاف زیاد باشد. اکسیژن کمتری درون آن در حالت سکون نماند. مناطقی  
 که اکسیژن کمتری درون آن ششامی نماند. مناطقی که در آنجا اکسیژن کمتری در دسترس است. مثلاً اگر لای  
 حل و لای که زیر سوراخها یا چسبها وجود دارد. Crevice ایجاد کننده مشروط به اینکه اکسیژن کمتری در دسترس است. مثلاً اگر لای  
 خشک باشد، اتفاق بیفتد.

معمول ترین و متداول ترین چاهی که این نوع خوردگی می تواند اتفاق بیفتد. آب ریخته است. در آب های دیرگرم این اتفاق می تواند  
 رخ دهد. مثلاً ایجاد این نوع خوردگی در زمان بر است. اما در آب ریخته بر اجسام می تواند اتفاق بیفتد. چاهی که تیرن خوردگی در  
 فزونی که بدینجهت تحت تاثیر این نوع خوردگی هستند. فولادها زینت تیرن هستند. برای اینکه برانیم به هر قدرت این خوردگی  
 رخ می دهد. در وقت گرمی که در نظر می گیریم که توسط یک پیچ یا یک برنج به فم متصل شده اند (چیزی که بسیار متداول است)  
 اگر در وقت گرم فولاد زینت تیرن را ششامی به فم برنج کنیم، پس در وقت گرم ششامی کوچک وجود دارد که در اینجهت محل اثر  
 آفرین زینت برنج شده. زینت برنج محب آب دریا باشد. یعنی نوع خاصی خوردگیها وجود دارند.  
 عامل شروع این نوع خوردگی درون این شفاف: اختلاف غلظت اکسیژن است که درون شفاف  
 شفاف بعد از آنکه است که اکسیژن کمتری در آنجا وجود دارد. درون شفاف که اکسیژن کمتری است آندی شود  
 وقتی میل اختلاف درون ایجاد می شود. درون شفاف که اکسیژن کمتری است آندی شود  
 و در آنجا تیرن های Fe<sup>2+</sup> تولید می شود و به یون شفاف OH<sup>-</sup>



این تجمع یون های آهن را در درون شفاف محلول لایته  
 این مایه ها در وقت سب حرکت یونهای منفی به سمت شفاف  
 می شوند و اکسیژن که انجام می شود می تواند FeCl<sub>2</sub> یا FeCl<sub>3</sub> ایجاد کند. مگر در  
 مگر در غیر اینجهت می شود که این MCl در آب تغییر می دهد و  
 ایجاد می دهد و HCl خواهد کرد.

اختلاف غلظت اکسیژن یا در زمانهای اول می تواند اختلاف  
 غلظت اکسیژن وجود دارد. پس از مدتی تمام اکسیژن درون شفاف از بین می رود و اکسیژن برای ادامه اکسیژن باقی نخواهد ماند  
 تصدیر می شود است که با تمام شدن اکسیژن قطع می شود. در جاهایی که اکسیژن در دسترس نماند.

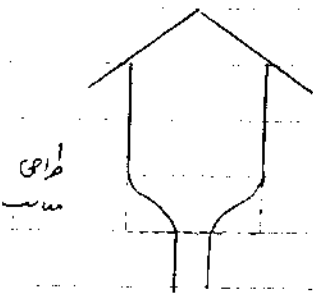
این شکل در هندسه از راه خوردگی شیب از سطح با این اختلاف در شیب ندارد. بلکه تنها شروع خوردگی در بر طرف این اختلاف در شیب است.

HCl ایجاد شده از واکنش نمک نمکزد آب بصورت  $H^+$  است. یعنی با آرام این واکنش PH کاهش پیدا می کند یعنی به سمت محیط های اسیدی تر پیش می رویم. پس آرام خوردگی بیشتر به علت وجود این محیط اسیدی است.

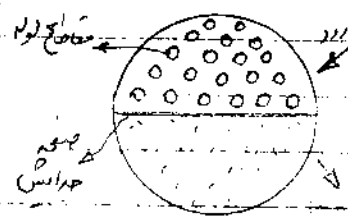
این پدیده یک پدیده اتوکاتالیتیک است. یعنی واکنش عامل اول در خوردگی است. یعنی خود خوردگی است. یعنی اگر شروع خوردگی را بتوانیم دور کنیم و صرفاً فقط در یک نقطه یک شروع به خوردگی و آن را دور از آب نمک بیاندازیم پس از خوردگی ضرایب خوردگی در محل های که شروع خوردگی بوده خوردگی ایجاد شده است.

اگر در یک طرف از این باقی بماند یعنی باقی بماند و کوهی از همان محل می کشند.

راههای مقابله با این نوع خوردگی ساده ترین راه ازین بردن شفاف است. به روش هایی از قبیل پوشش دادن - استفاده از ماده مغناطیسی خاص و اسید هیدروکلریک



عیون و اشرفها مستحق آب روغن می کشند. اما تفلون جلوت آب نیست در بسیاری از جاها مثل بالاشه ها برای تعمیرات و غیره ظاهر می شوند و خاصیتش می کشد و شایع جادری می کشد. برای اشرف آب با سبیل درون شایع خوردگی سازه باقی می ماند. یعنی خوردگی در طراحی سبیل تفلون کامل است. اگر در اشرف عریض تر باشد استفاده شده تا یک سطح افاد و اشرفها را باز کشند و ایجاد تعمیرات عمده وصل کنند.

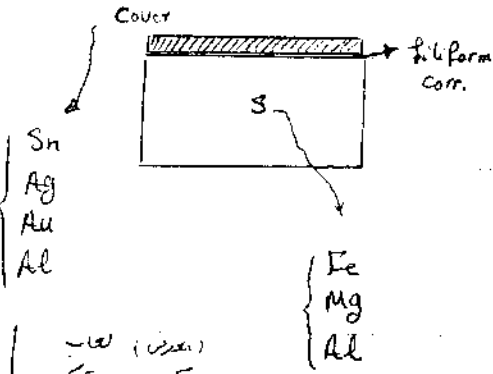


در سبیل های عمیق بر عکس تولا در های زنگ زدن، هیچ پدیده خوردگی در سطح و اشرفها شکل می گیرد. در این جا مقاطع خوردگی بین خوردگی در سطح ظاهر است. از یک طرف استروکسیت و لایه از طرف دیگر خارج می شود بین آن ها یک صحنه عریض تر و عمیق تر می کشند. معمولاً دهانه خوردگی ها در اولین صحنه ت پروج می کشند که در آن ها می تواند 100 ها لایه باشد و طول خوردگی حدوداً 15 متر است. این خوردگی ها در این جا Cracking است چون بین خوردگی ها یک شیب داریم. خوردگی در صورت اعطای عمیق خوردگی در دهانه خوردگی در این اشرفها می کشند. خوردگی در این اشرفها عمیق است. البته در محل های عمیق این خوردگی در لایه تخریب Erosion است. چون اکثر خوردگی ها در این اشرفها عمیق تر است.

s.a.m

« Filiform Corrosion »

خوردگی رشته‌ای (فیلانسی) :



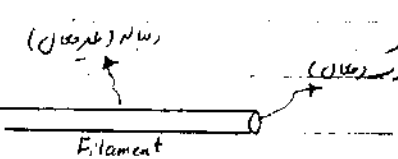
(معدنی) لعاب  
 (آبی) لانتان  
 (آبی) پانتان  
 (سربی) سمانه

این نوع از انواع خوردگی موضعی است. این خوردگی معمولی برای تمام فلزات  
 حلیم به ندرت ایجاد می‌شود اما شرایطی شبیه به Crevice دارد.  
 این خوردگی در فصل مشترک پوشش و یک فضا ایجاد می‌شود. مثلاً  
 اگر یک فلز در لعاب باشد که سطح آن پوشش داده شده باشد و در  
 فصل مشترک یک شکاف وجود دارد که خوردگی در آنجا اتفاق خواهد  
 افتاد. نسبت این نوع خوردگی که مانند خوردگی در پوشش داریم در فصل  
 مشترک آن  $P_{corr}$  داشته باشیم بعد شرایط خاصی لازم است که  
 این خوردگی در آنجا ایجاد می‌شود.

- 1- این فلز آهن خواهد بود پوشش دهیم
- 2- چسب پوشش که می‌خواهیم روی سطح فلز ایجاد کنیم
- 3- میزان رطوبت که در آن محیط وجود دارد.

فلزاتی مانند  $Fe$  ،  $Mg$  ،  $Al$  است. در فلزات دیگر  $P_{corr}$  بزرگ‌تر از فلزات دیگر است. با سید بسیار جزئی خواهد بود.  
 پوشش‌هایی که می‌توانند خوردگی را کم کنند. پوشش‌هایی که خوردگی را کم کنند  $Al$  ،  $Au$  ،  $Ag$  ،  $Sn$  (فصل مشترک فلز  
 غیر فلز استاندارد لعاب ، پانتان ، پانتان ، پوشش‌هایی که خوردگی را کم کنند. پوشش‌هایی که خوردگی را کم کنند.  
 مقدار رطوبت نسبی (Relative Humidity) باید بین 65% تا 85% باشد تا این خوردگی اتفاق می‌افتد.  
 این خوردگی معمولاً در ظروف فلزی که نسوخته‌اند اتفاق می‌افتد. در این ظروف فلزاتی مانند  $Fe$  است که پوشش آن  $Sn$  است.  
 این لعاب ایجاد آن وجود دارد. مثلاً اگر داخل لعاب با رطوبت بالا قرار بگیرد این خوردگی ایجاد می‌شود.  
 از نظر خوردگی قوی‌ترین نوع خوردگی ایجاد  $P_{corr}$  می‌شود. رطوبت قوی‌ترین خواهد بود. که در این حالت معمولاً خوردگی  
 که تغییر رنگ داده می‌شود از خوردگی نسوخته است. در حال آنکه خوردگی شکل خوردگی‌های دیگر نیست. یعنی آن‌ها در  
 اغلب اوقات در این است تا بهر آسانی. فلزات معمولاً که نسوخته‌اند است. یعنی در مواردی که خوردگی ایجاد نمی‌شود.  
 با سید خوردگی رطوبت نسبی درون یک ظروف آلومینیومی دیده می‌شود که روی آن یک ورق مس قرار  
 دارد که سید شده. اگر شرایط محیطی از لحاظ رطوبت فراهم باشد. در حروف صحن مس فولاد  $Al$  و مس  $P_{corr}$  ایجاد  
 می‌شود. در این حالت رطوبت نسبی که دیده می‌شود مثل نمونه یا بزرگ است که ما در فلزات مس در خوردگی آن اشباع می‌شود.

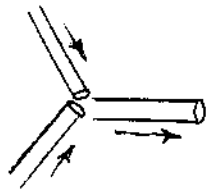
که رطوبت نسبی است.  
 علت این نوع خوردگی، رشته‌ای یا فیلانسی است که محصولات آن معمولاً به صورت filament یا رشته  
 تقریباً هم یک جور است که به این ابعاد ایجاد می‌شود.



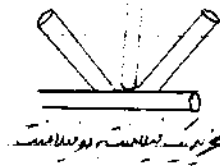
filament ابعاد و ضخامت مشخص شده برای نمونه آن به شکل است  
 در فلزات آن که آن که فلز فولاد است. ابعاد filament ضخامت  $2 \times 5 \text{ mm}^2$  است.

(2mm قطر و 5mm طول) Filament

Filament قابلیت کشش بالا دارد و در پروسه فیلامنت سازی می توان از آن استفاده کرد  
در حالت کشش و کشش می شود



کشش فیلامنت



کشش فیلامنت

در حالت کشش و کشش می شود  
در حالت کشش و کشش می شود



کشش فیلامنت

در حالت کشش و کشش می شود

در حالت کشش و کشش می شود

در حالت کشش و کشش می شود

در حالت کشش و کشش می شود

65% < R.H. < 80%

فیلامنت با رطوبت بالا نازک است

80% < R.H. < 90%

فیلامنت پهن می شود (تورم)

90% < R.H. < 93%

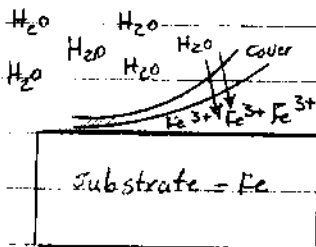
فیلامنت خم می شود

R.H. > 93%

از حالت فیلامنت خارج و تبدیل به پودری می شود

در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود و در رطوبت کمتر از 65% پهن می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود



پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

پودری می شود و در رطوبت بیش از 93% فیلامنت نازک می شود

s.a.m