میگ میگ!
شیمی دوازدهم
گروه آموزشی آلپ

# جلسه سه: فصل دوم(الکتروشیمی)

## مفاهیم اولیه

**کاهش:** کاهش عدد اکسایش (گرفتن الکترون)

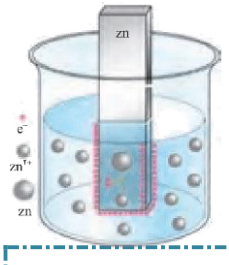
**اکسایش:** افزایش عدد اکسایش (از دست دادن الکترون)

**نیم واکنش کاهش نقره را بنویسید:**

**نیم واکنش اکسایش آلومینیوم را بنویسید:**

**واکنش اکسایش – کاهش:** کافی است تعداد الکترون های دو نیم واکنش را با هم برابر کرده و جمعشان کنیم.

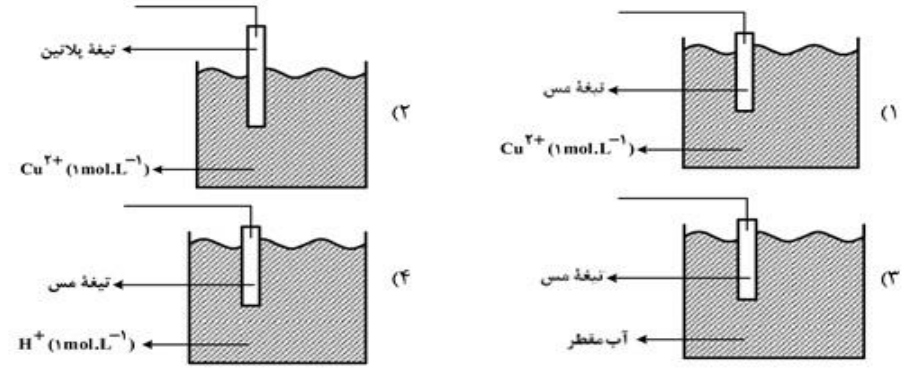
**واکنش اکسایش - کاهش آلومینیوم - نقره را بنویسیم:**




**نیم سلول:** محل یا ظرف انجام نیم واکنش اکسایش و کاهش که در آن هم زمان تیغه X(s) و محلول $X^{+}(aq)$ هم جنسش وجود دارد.

### تمرین در کلاس!

کدام شکل ، نشان دهنده الکترود استاندارد برای نیم سلول مس است ؟ ( دما ثابت و برابر ۲۵ درجه سانتیگراد است ) (ریاضی ۹۸)




## پتانسیل الکترودی $E^{\circ}$

(تعریف کتابی): اختلاف پتانسیلی که بین تیغهٔ فلزی( الکترود )و محلول آبی دارای یون فلزی(الکترولیت )به وجود می آید.

(تعریف مفهومی): تمایل به انجام شدن.

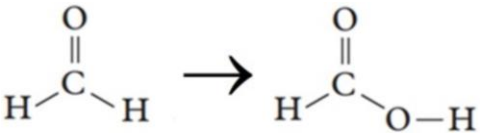
### - ندهٔ برعکس کننده

اکسنده: ماده ای است که گونه ی دیگر را اکسایش می دهد و خودش کاهش می یابد و قدرت اکسندگی یعنی همان تمایل به کاهش

کاهنده: ماده ای است که گونه ی دیگر را کاهش می دهد و خودش اکسایش می یابد و قدرت کاهندگی یعنی تمایل به اکسایش

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۱. با بررسی واکنش داده شده، به پرسش ها پاسخ دهید. (شهریور ۱۴۰۳)



الف) تغییر درجه عدد اکسایش اتم کربن را تعیین کنید.

ب) کربن در این واکنش (اکسایش یا کاهش) یافته است؟

پ) برای انجام این فرایند، کدام دسته از مواد مناسب می باشد؟ (اکسنده یا کاهنده) چرا؟

# سـری الـکتروشـیمیـایـی

سری الکتروشیمیایی جدولی است که نیم واکنش کاهش تمام مواد به همراه با $E^\circ$ کاهشی(تمایل به کاهش) آن ها را در آن به ترتیب از تمایل زیاد به کم می نویسند.

| نیم واکنش کاهش | $E^\circ$ کاهش |
|---|---|
| $F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$ | + ۲/۸۷ |
| $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$ | + ۱/۵۰ |
| $Pt^{2+} + 2e^- \rightarrow Pt$ | + ۱/۲۰ |
| $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ | + ۰/۸۰ |
| $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ | + ۰/۳۴ |
| $H^+ + e^- \rightarrow H_2$ | ۰/۰۰ |
| $Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$ | - ۰/۱۴ |
| $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ | - ۰/۴۴ |
| $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$ | - ۰/۷۶ |
| $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ | - ۰/۸۳ |
| $Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$ | - ۱/۱۸ |
| $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$ | - ۱/۶۶ |
| $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$ | - ۲/۳۷ |
| $Li^+ + e^- \rightarrow Li$ | - ۳/۰۵ |

اکسایش و کاهش ضد یکدیگرند و هر چه یک ماده تمایلش به اکسایش بیشتر باشد، تمایلش به کاهش کمتر است.

خاصیت فلزی یعنی تمایل به از دست دادن الکترون و در این فصل خواندیم که از دست دادن الکترون یعنی اکسایش در نتیجه، اغلب فلزات به استثنای چند مورد(**ناخاله ها!**) تمایل به اکسایش دارند و هر چه خصلت فلزی بیشتر باشد، تمایل به اکسایش نیز بیشتر و تمایل به کاهش کمتر است.

مثلا فلزهای قلیایی فعال ترین فلزها هستند و بیشترین تمایل به اکسایش را دارند، سپس فلزهای قلیایی خاکی و ... نافلزها برعکس فلزها هستند.

### ۶نـاخـالـه

این ۶ فلز استثنا می باشند و به اکسایش تمایل کمی دارند (تمایل به کاهش دارند)

ترتیب تمایل به کاهش: $Au > Pt > Pd > Hg > Ag > Cu$

رمز حفظی: .....

سری الکتروشیمیایی زیر را تکمیل کنید:

| ترتیب تمایل به کاهش |
| --- |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| **صفر** |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

## رقـابـت و تـمـایـل

اگر دو گونه فرضی X و Y داشته باشیم که به ترتیب دارای $E^\circ$ های ۱+ و ۱ – باشند:

X تمایلش به کاهش بیشتر است اکسنده تر است و در سری الکتروشیمیایی بالاتر است.

Y تمایلش به اکسایش بیشتر است، کاهنده تر است و در سری الکتروشیمیایی پایین تر قرار دارد.

در واکنش اکسایش – کاهش خود به خودی، بین این دو عنصر، X کاهش و Y اکسایش می یابد: $X^{+}_{(aq)} + Y_{(s)} \rightarrow X_{(s)} + Y^{+}_{(aq)}$

### تـمـریـن در کـلاس!

۱. با توجه به سری الکتروشیمیایی بین Li و Ag :

..... تمایلش به کاهش بیشتر است.

..... تمایلش به اکسایش بیشتر است.

..... اکسنده تر است.

..... کاهنده تر است.

در واکنش اکسایش – کاهش خود به خودی بین این دو ..... کاهش می یابد.

در واکنش اکسایش – کاهش خود به خودی بین این دو ..... اکسایش می یابد.

## تشخیص ماده اکسنده تر و کاهنده تر

**کاهنده تر یعنی پایین تر!**

این نکته در عین کوتاه بودن سه معنی دارد:

۱- کاهنده تر یعنی ماده پایین تر از نظر عدد $E^\circ$ ،مثلا:

$E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -۰/۴۴$

$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +۰/۳۴$

« هر چه عدد $E^\circ$ یک ماده پایین تر باشد آن ماده کاهنده تر است.»

۲- کاهنده تر یعنی پایین تر از نظر بار!

برای هر ماده در نیم واکنش های این فصل دو گونه وجود دارد که یکی دارای بار بیشتر و یکی دارای بار پایین تر است، مثلا

در $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ ، $Fe$ : دارای بار پایین تر است.

یا در $F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$ ، $F^-$ : دارای بار پایین تر است.

« برای هر ماده، گونه دارای بار پایین تر آن نقش کاهنده دارد.»

۳- کاهنده تر یعنی جایگاه پایین تر در سری الکتروشیمیایی.»

### تمرین در کلاس!

۱. با توجه به نیم واکنش های زیر،کدام گونه کاهنده تر است؟

$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ $E^\circ = +۱/۳۵$

$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ $E^\circ = +۱/۰۸$

$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ $E^\circ = +۰/۵۳$

۲. با توجه به نیم واکنش های زیر، قوی ترین اکسنده و قوی ترین کاهنده، کدام اند ؟ (تجربی خارج ۹۶)

$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$ , $E^\circ = -0/14V$

$Fe^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Fe(s)$ , $E^\circ = -0/04V$

$Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Hg(l)$ , $E^\circ = +0/85V$

$Au^{+}(aq) + e^- \rightarrow Au(s)$ , $E^\circ = +1/68V$

قوی ترین اکسنده:

قوی ترین کاهنده

یونی که در دو طرف واکنش در حالت محلول (aq) وجود دارد، یون ناظر است و می توان آن را از دو طرف واکنش حذف کرد یا نادیده گرفت.

**زیر ذره بین**

در این فصل منظور از فلز، ظرف و تیغه، حالت خنثی و جامد یک فلز است ← فلز مس، ظرف مسی، تیغه مس = $Cu(s)$

در این فصل منظور از محلول و نمک، حالت یون مثبت و محلول است ← محلول مس(II) سولفات، نمک حاوی مس = $Cu^{2+}(aq)$

محلول اسید = $H^{+}(aq)$

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۱. اغلب نافلزها در واکنش با فلزها، نقش ( کاهنده / اکسنده ) دارند. (خرداد ۱۴۰۳، ۰/۲۵ نمره)

۲. در جدول زیر، پتانسیل کاهشی استاندارد برخی نیم‌سلول‌ها داده شده است، کدام گونه قوی‌ترین کاهنده است؟(خرداد ۱۴۰۳)

| نیم واکنش کاهش | $E°(V)$ |
|---|---|
| $A^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow A(s)$ | +۱/۵ |
| $B^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow B(s)$ | +۰/۸۵ |
| $C^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow C(s)$ | −۰/۱۲ |
| $D^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow D(s)$ | −۱/۶۶ |

۳. با توجه به جدول زیر پاسخ دهید، کدام گونه قوی‌ترین کاهنده است؟ چرا؟ (شهریور ۱۴۰۰)

| نیم‌واکنش کاهش | $E°$ (V) |
|---|---|
| $2H^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow H_{2(s)}$ | ۰/۰۰ |
| $Al^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \longrightarrow Al_{(s)}$ | − ۱/۶۶ |
| $Mn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Mn_{(s)}$ | − ۱/۱۸ |
| $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu_{(s)}$ | + ۰/۳۴ |

# تشخیص انجام پذیر بودن واکنش

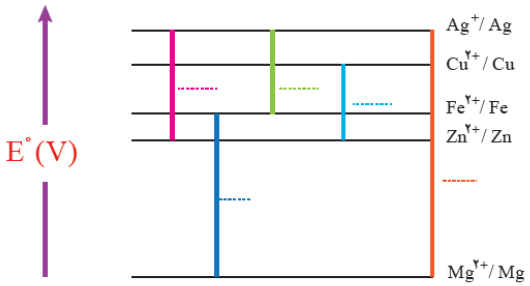
در این سوالات از ما می خواهند انجام پذیر یا خودبه‌خودی بودن یا درست بودن یک واکنش را مشخص کنیم که کافی است بدانیم:

**سلول $E^\circ$ مثبت بود انجام پذیر است.**

**سلول $E^\circ$**

هر سلول الکتروشیمیایی، ناشی از اتصال دو نیم سلول است که یکی از آن ها کاتد(آن که کاهش یافته) و دیگری آند(آن که اکسایش یافته) است، هر یک از این نیم سلول ها دارای یک $E^\circ$ می باشند و به اختلاف $E^\circ$ این دو نیم سلول، $E^\circ_{سلول}$ گفته می شود.

$$E^\circ_{سلول} = E^\circ_{کاتد} - E^\circ_{آند}$$




$E^\circ_{سلول}$ ، نیروی الکتروموتوری(emf) و ولتاژ سلول هم معنی هستند.
در نتیجه هر چه فاصله کاتد و آند یک سلول در سری الکتروشیمیایی بیشتر باشد، ولتاژ باتری حاصل نیز بیشتر است.

**انواع سلول**

گالوانی: برق تولید می کند.
الکترولیتی: برق مصرف می کند.

$E^\circ_{سلول\ گالوانی}$ (emf یا نیروی الکتروموتوری)= $+5$ یعنی این سلول گالوانی مانند یک باتری ۵ ولتی، ۵ ولت برق میدهد.
$E^\circ_{سلول\ الکترولیتی} = -5$ یعنی برای انجام شدن واکنش این سلول باید حداقل ۵ ولت برق به ان داد و ۵ ولت برق مصرف می کند.

**تمرین در کلاس!**

۱. با توجه به $E^\circ$ ها، چند واکنش اکسایش ـ کاهش داده‌شده‌ی زیر، به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود؟ (سراسری تجربی)

| نام الکترود | مقدار $E^\circ$ | نام الکترود | مقدار $E^\circ$ |
|---|---|---|---|
| $Cu^{2+}(aq)/Cu$ | +۰/۳۴ | $Cd^{2+}(aq)/Cd$ | −۰/۴ |
| $Hg^{2+}(aq)/Hg$ | +۰/۸۵ | $Co^{2+}(aq)/Co$ | −۰/۲۶ |

$$Cu^{2+}(aq) + Hg(l) \longrightarrow Hg^{2+}(aq) + Cu(s)$$

$$Hg^{2+}(aq) + Cd(s) \longrightarrow Hg(l) + Cd^{2+}(aq)$$

$$Hg^{2+} + Co(s) \longrightarrow Hg(l) + Co^{2+}(aq)$$

$$Cu^{2+}(aq) + Co(s) \longrightarrow Cu(s) + Co^{2+}(aq)$$

هر چه تمایل یک واکنش به انجام شدن بیشتر باشد، دما بیشتر افزایش می یابد و اگر واکنش انجام نشود، دما تغییر نمی کند.

## نـگهداری در ظـرف

برای نگهداری محلول یک نمک مس ($Cu^{2+}$)آبی رنگ، در ظرفی از جنس فلز طلا(Au) ، باید واکنش بین آن دو انجام ناپذیر باشد، یعنی واکنش زیر ، غیر خود به خودی باشد:

$$Cu^{2+}\ (aq) + Au\ (s) \rightarrow Cu(s) + Au^{3+}\ (aq)$$

یا نکته زیر را به خاطر بسپارید:

برای نگهداری محلول یک نمک در ظرف فلزی،جنس فلز ظرف باید در سری و از نظر $E^{\circ}$ ، بالاتر از کاتیون محلول باشد.

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۱. با توجه به جدول به پرسش‌ها پاسخ دهید. (دی ۱۴۰۲)

| نیم‌واکنش کاهش | E° (V) |
|---|---|
| $Au^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Au_{(s)}$ | + ۱/۶۸ |
| $O_{۲} + ۴H^{+}_{(aq)} + ۴e^{-} \longrightarrow ۲H_{۲}O_{(l)}$ | + ۱/۲۳ |
| $Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \longrightarrow Ag_{(s)}$ | + ۰/۸۰ |
| $Cr^{+۳}_{(aq)} + ۳e^{-} \longrightarrow Cr_{(s)}$ | − ۰/۷۳ |

الف) بدون محاسبه تعیین کنید سلول گالوانی ساخته شده از کدام دو فلز موجود در جدول، بیشترین مقدار ولتاژ را تعیین می‌کند؟ دلیل بنویسید.

ب) آیا محلول کروم (III) کلرید را می‌توان در ظرفی از جنس نقره نگهداری کرد؟

۲. آیا محلول هیدروکلریک اسید را می توان در ظرفی از جنس فلز مس نگه داری کرد؟ چرا؟ (شهریور ۱۴۰۰)

۳. پتانسیل کاهشی استاندارد برخی نیم سلول ها در جدول داده شده است، با قرار دادن کدام فلز درون محلول محتوی $Ag^{+}(aq)$ ، دمای محلول تغییر نمی کند؟ (شهریور ۱۴۰۳)

| نیم واکنش کاهش | E°(V) |
|---|---|
| $Au^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow Au(s)$ | +۱/۵۰ |
| $Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s)$ | +۰/۸۰ |
| $Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Zn(s)$ | −۰/۷۶ |
| $Al^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow Al(s)$ | −۱/۶۶ |

# انـواع سـلـول هـا

سلول های الکتروشیمیایی حاصل اتصال دو نیم سلول می باشند که در دو دسته کلی گالوانی و الکترولیتی بررسی می گردند.

**گالوانی گُله! (چون برق میده بهمون) و الکترولیتی الکترو(برق) رو تیلیت (نابود) میکنه!!**

## شـبـاهـت هـای گـالـوانـی و الـکترولـیتـی

ک ، ک ، ک ، ک ، ک = کاتد، کاهش، کاتیون جذب میکنه، کُم میاره تیغه، کاهش غلظت یون

کاتد محلی است که در آن نیم واکنش کاهش انجام می شود.

کاتد همواره کاتیون ها را به خود جذب می کند.

تیغه کاتد به مرور «کُم» می آورد! (**یعنی تیغه اش چاق و چله می شود و سنگین تر و بزرگتر می شود و غلظت یونش کاهش می یابد.**)

آ ، آ ، آ ، آ ، آ = آند، اکسایش، آنیون جذب می کنه، آب میره تیغه، افزایش غلظت یون

آند محلی است که در آن نیم واکنش اکسایش انجام می شود.

آند همواره آنیون ها را به خود جذب می کند.

تیغه آند به مرور «آب» می رود! (**یعنی تیغه اش لاغر می شود و به صورت محلول در آب در می آید و غلظت یونش افزایش می یابد.**)

«آند ← کاتد»

جهت حرکت الکترون ها در سیم از آند به کاتد است.

## تـفـاوت بـیـن سـلـول هـای گـالـوانـی و الـکترولـیتـی

علامت $E^\circ$ سلول و کاتد مشابه هستند.

در سلول گالوانی: علامت $E^\circ_{\text{سلول}}$ مثبت است و کاتد قطب مثبت است.

در سلول الکترولیتی: علامت $E^\circ_{\text{سلول}}$ منفی است و کاتد قطب منفی است.

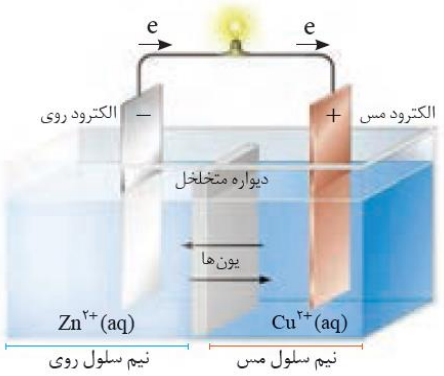
# سـلـول گـالـوانـی سـاده

کافی است دو نیم سلول را بدون زور(منبع برق) به هم متصل کنیم تا نیم سلولی که تمایل بیشتری به کاهش دارد نقش کاتد را ایفا کند و دیگری آند.

تیغه فلزی آن ها را با سیم به یکدیگر متصل می کنیم.

محلول الکترولیت آن ها را با دیواره متخلخل به یکدیگر متصل می کنیم.

اگر دو نیم‌سلول ($Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$) و ($Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$) مطابق شکل زیر(بدون منبع برق) به‌هم متصل شوند، یک سلول گالوانی به‌دست می‌آید:




نمایی از سلول گالوانی Zn-Cu

**آند:** روی (در سری پایین تر است).

**کاتد:** مس (در سری بالاتر است).

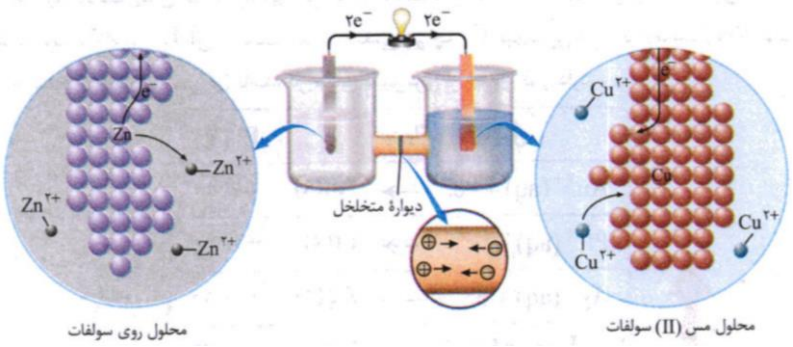
**واکنش آندی:** نیم واکنش اکسایش روی: $Zn(s) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

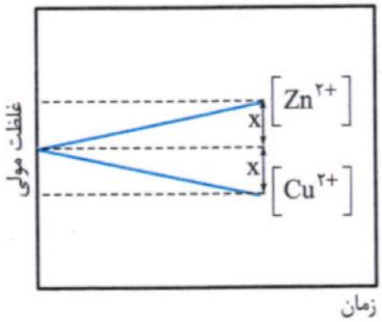
**واکنش کاتدی:** نیم واکنش کاهش مس: $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$

emf: $E^\circ_{\text{سلول}} = E^\circ_{\text{روی}} - E^\circ_{\text{مس}} = 1/1V \leftarrow (-0/76) - 0/34 = E^\circ_{\text{سلول}}$

واکنش کلی سلول: (حاصل از جمع دو نیم واکنش بعد از برابر کردن تعداد الکترون ها)

$Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \rightleftharpoons Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$




## لـیتیـم

هر چه اختلاف بین $E^\circ$ دو نیم سلول بیشتر باشد باتری حاصل از آن ها نیز قوی تر خواهد بود، فلز لیتیم پایین ترین فلز جدول است و فاصله زیادی با سایر فلزها دارد و می تواند ولتاژهای بالاتری ایجاد کند، به همین دلیل از باتری های لیتیمی استفاده زیادی می شود.

باتری های دکمه ای(باتری ساعت مچی) و باتری های قابل شارژ گوشی و لپ تاپ ها همه لیتیمی هستند.

هم چنین لیتیم در میان فلزها کمترین چگالی را دارد و در نتیجه می توان با آن باتری های سبک تر و کوچکتر(!) ساخت.

تمام باتری های دکمه ای لیتیمی نیستند و مثلا باتری های دکمه ای «روی – نقره » نیز یافت می شوند.

**لیتیم بین فلزها، کمترین چگالی و $E^\circ$ را دارد و می توان با آن باتری های سبک تر ، کوچکتر و با توانایی ذخیره انرژی بیشتر ساخت.**

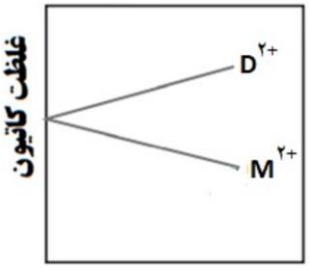
## نـمـونـه ســوالات نـهـایـی ایـن مـبحـث

۱. قدر مطلق پتانسیل کاهشی استاندارد دو فلز M و D داده شده است. (شهریور ۱۴۰۳)

$M^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow M(s)$ :$|E°|$ = ۰/۳۴ V

$D^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow D(s)$ :$|E°|$ = ۱/۱۸ V

هنگامی که هر نیم سلول با نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE)، به طور جداگانه سلول گالوانی تشکیل دهد، تغییر غلظت یون های $M^{2+}(aq)$ و $D^{2+}(aq)$ در هر سلول مطابق نمودار رو به رو خواهد بود.




با توجه به اطلاعات داده شده، در سلول گالوانی حاصل از دو فلز M و D، پاسخ دهید:

الف) کدام فلز نقش کاتد را ایفا می کند؟

ب) نیم واکنش انجام شده در آند را بنویسید.

ج) نیروی الکتروموتوری (emf) سلول را حساب کنید.

۲. یکی از باتری های قابل شارژ، باتری ساخته شده از کادمیم و ترکیبی از نیکل است. با توجه به نیم واکنش های کاهشی آن ها به پرسش ها پاسخ دهید.(خرداد ۱۴۰۲، ۱/۲۵ نمره)

$Cd(OH)_2(s) + 2e^- \rightarrow 2OH^-(aq) + Cd(s)$ $E°(V)$ = -۰/۷۶

$NiO_2(s) + 2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow Ni(OH)_2(s) + 2OH^-(aq)$ $E°(V)$ = +۰/۴۹

آ) در این باتری کدام نیم واکنش در آند رخ می دهد؟ چرا؟

ب) emf این باتری را حساب کنید.

۳. در نوعی سلول گالوانی (سوختی) از متانول برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود. اگر نیم‌واکنش های انجام شده در این سلول سوختی به صورت زیر باشد، emf سلول را حساب کنید. (خرداد ۱۴۰۳، ۰/۷۵ نمره)

$CH_3OH(l) + H_2O(l) \rightarrow CO_2(g) + 6H^+(aq) + 6e^-$ $E°(V)$ = -۰/۷۶

$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$ $E°(V)$ = +۰/۴۹

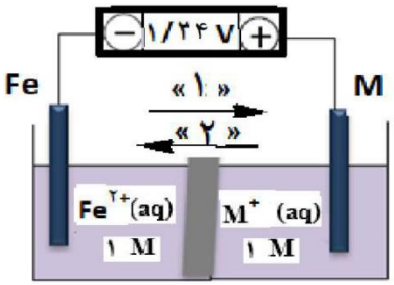
۴. در میان فلزها، کمترین $E°$ کاهشی را (لیتیم/پتاسیم) دارد. (شهریور ۱۴۰۳، ۰/۲۵ نمره)

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۵. در جدول زیر، پتانسیل کاهشی استاندارد برخی نیم‌سلول‌ها داده شده است، در سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز A و D، جرم کدام تیغه (A یا D) کاهش می‌یابد؟(خرداد ۱۴۰۳، ۰/۲۵ نمره)

| نیم واکنش کاهش | $E^\circ(V)$ |
|---|---|
| $A^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow A(s)$ | +۱/۵ |
| $B^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow B(s)$ | +۰/۸۵ |
| $C^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow C(s)$ | -۰/۱۲ |
| $D^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow D(s)$ | -۱/۶۶ |

۶. شکل روبه‌رو ولتاژ ولت‌سنج را در سلول گالوانی نشان داده است. با توجه به آن، به پرسش های زیر پاسخ دهید. (شهریور ۱۴۰۰ ، ۱/۵ نمره)




الف) در این سلول کدام فلز (Fe یا M) نقش کاتد را ایفا می‌کند؟

ب) با انجام واکنش جرم کدام تیغه (Fe یا M) کاهش می‌یابد؟

ج) کدام مورد « ۱ » یا « ۲ » جهت حرکت آنیون‌ها را نشان می‌دهد؟

د) کدام ذره ($Fe^{2+}$ یا $M^+$) اکسنده‌تر است؟

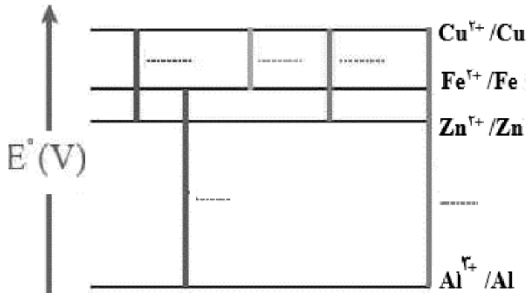
ه) اگر پتانسیل کاهشی استاندارد $Fe^{2+}/Fe$ برابر ۰/۴۴ V – باشد، پتانسیل کاهشی استاندارد $M^+/M$ را محاسبه کنید.

۷. در باتری های جدید از لیتیم استفاده میشود که بین فلزها کمترین چگالی و $E^\circ$ را دارد.(درست/نادرست)( شهریور۹۸، ۰/۵ نمره)

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۸. در نمودار زیر هر خط نشان‌دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز است، با توجه به آن پاسخ دهید.

$E°(Fe^{+2}/Fe) = -۰/۴۴ \quad E°(Zn^{+2}/Zn) = -۰/۷۶ \quad E°(Al^{+3}/Al) = -۱/۶۶ \quad E°(Cu^{+2}/Cu) = +۰/۳۴$




الف) بدون محاسبه بیان کنید کدام سلول گالوانی می‌تواند بیشترین ولتاژ را ایجاد کند؟ چرا؟ (شهریور ۹۹ ، ۰/۵ نمره)

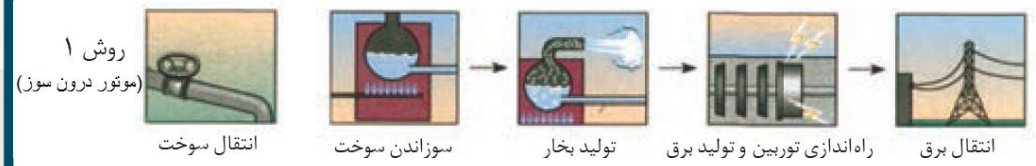
ب) نیروی الکتروموتوری emf سلول گالوانی آلومینیم ـ روی (Al-Zn) را حساب کنید. (شهریور ۹۹ ، ۰/۵ نمره)

ج) بین ذره های (Zn، Fe و Cu) کدام یک کاهنده قوی‌تری است؟ چرا؟ (شهریور ۹۹ ، ۰/۵ نمره)

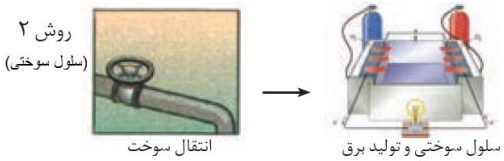
# سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است که انرژی شیمیایی سوخت(گاز هیدروژن) را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند.
برای تبدیل انرژی شیمیایی سوخت(گاز هیدروژن) را به انرژی الکتریکی دو راه زیر وجود دارد:

بازدهی موتور درون سوز: ۲۰ درصد




بازدهی سلول سوختی: ۶۰ درصد




## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۱. در سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن، بخش قابل توجهی از انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. (شهریور ۱۴۰۱ ، ۰/۵ نمره)

شکل درست در صورت نادرست بودن عبارت:

۲. چرا سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است؟ (شهریور ۱۴۰۰ ، ۰/۵ نمره)

۳. اکسایش گاز هیدروژن در سلول های سوختی، بازدهی سلول را تا سه برابر کاهش می‌دهد. ( درست یا نادرست) ( شهریور ۱۳۹۸ ، ۰/۵ نمره )

شکل درست، در صورت نادرست بودن عبارت:

# خـوردگـی هـا

## دسـتـه بـنـدی فـلـزهـا از نـظر اکـسـایـش

۱. فلز نجیب: فلزهایی مانند طلا (Au) ، پلاتین و پالادیوم تمایلی به اکسایش ندارندو اکسایش نمی یابند.

۲. فلزهای قارونک: شامل قلع، آلومینیوم، روی، وانادیم، نیکل و کروم به سرعت اکسید می شوند اما با تشکیل لایه چسبنده و متراکم بر سطح خود از ادامه اکسایش به لایه های زیرین جلوگیری می کنند و خورده نمی شوند.

۳. اکسید برخی از فلز ها شکننده است و پس از اکسایش خورده می شوند ،به این حالت «خوردگی» گفته می شود مثل سایر فلزها

| $E^\circ$ کاهش | نیم واکنش کاهش | |
|---|---|---|
| + ۱/۵۰ | $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$ | |
| + ۱/۲۰ | $Pt^{2+} + 2e^- \rightarrow Pt$ | |
| + ۰/۸۰ | $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ | |
| + ۰/۴۰ | $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ | کاهش خوردگی ها |
| + ۰/۳۴ | $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ | |
| ۰/۰۰ | $H^+ + e^- \rightarrow H_2$ | |
| - ۰/۱۴ | $Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$ | |
| - ۰/۴۴ | $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ | |
| - ۰/۷۶ | $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$ | |
| - ۱/۱۸ | $Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$ | |
| - ۱/۶۶ | $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$ | |
| - ۲/۳۷ | $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$ | |
| - ۳/۰۵ | $Li^+ + e^- \rightarrow Li$ | |

### مـاجـرای خـوردگـی آهـن

آهن مانند اکثر فلزها علاقه دارد الکترون هایش را از دست بدهد و اکسایش پیدا کند.
اما اگر چیزی نباشد تا این الکترون ها را بگیرد، دیگر واکنشی انجام نمی شود و فلزی اکسایش نمی یابد.
مسئولیت جذب این الکترون ها و بدبخت کردن تمام فلزها (اکسایش و خوردگی آن ها)، بر عهده واکنش زیر می باشد:

$$O_2\ (g) + 2H_2O\ (g) + 4e^- \rightarrow 4OH^-\ (aq)$$

واکنش فوق بسیار مهم است و باید بدانید واکنش کاتدی(کاهش) تمام خوردگی ها همین واکنش است و به عبارتی عامل بدبختی تمام فلز هاست.

## عـامـل بـدبـختـی تـمـام فـلـزهـا

اگر آب و اکسیژن، الکترون های فلزها را نگیرند،
هیچ یک از فلز ها نه اکسید می شوند و نه خورده می شوند.
در فرایندهای زیر:
خوردگی آهن
حفاظت کاتدی
ورق گالوانیزه (آهن سفید)
حلبی
و هر خوردگی فلزی دیگری...

فلزی که اکسایش می یابد و دهنده الکترون هاست متفاوت است، اما چیزی که همواره مشترک است، ماده ای است کهکاهش می یابد و الکترون ها را می گیرد:

$$O_2\,(g) + 2H_2O\,(g) + 4e^- \rightarrow 4OH^-\,(aq)$$

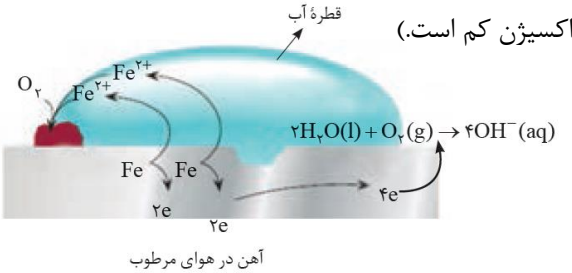
## خـوردگـی آهـن

واکنشی که در آن آهن الکترون می دهد و آب و اکسیژن آن الکترون ها را مصرف می کنند و از زیبایی و استحکام آهن می کاهد.

۱ـ کاتد و آند

کاتد(پایگاه کاتدی): مناطقی از سطح Fe که آب، اکسیژن و سطح فلز تلاقی دارند.( جایی که غلظت اکسیژن زیاد است.)

آند(پایگاه آندی): مناطقی از سطح Fe که زیر آب قرار دارند. ( جایی که غلظت اکسیژن کم است.)

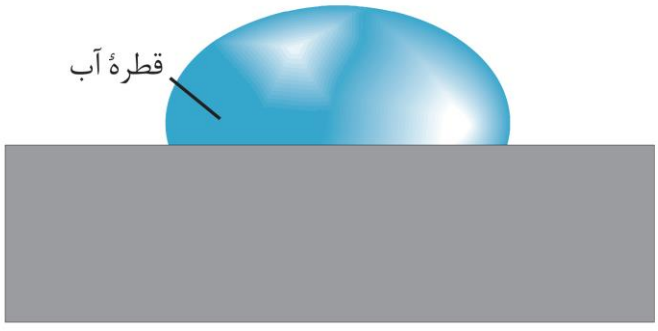


آهن در هوای مرطوب

۲ـ نیم واکنش کاتدی و آندی

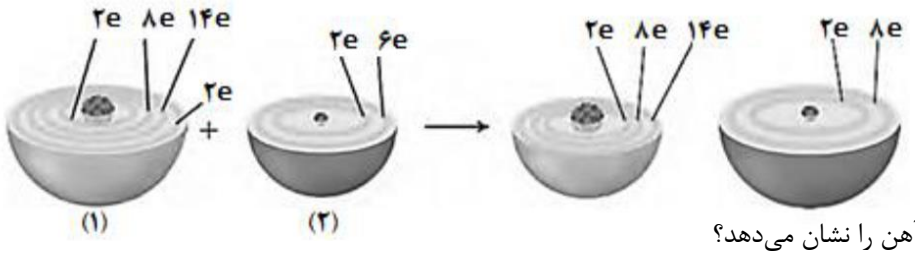
کاتدی: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

آندی: $Fe \longrightarrow Fe^{3+} + 3e^-$



## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۱. با توجه به شکل زیر که الگوی ساده‌ای از واکنش بین اتم های آهن (Fe) و اکسیژن (O) را با ساختار لایه‌ای نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید. (شهریور ۱۴۰۱ ، ۱/۵ نمره)




الف) کدام ساختار (۱) یا (۲) اتم آهن را نشان می‌دهد؟

ب) کدام گونه (آهن یا اکسیژن) اکسایش یافته است؟

ج) کدام گونه اکسنده است؟ دلیل بنویسید.

د) هرگاه به جای آهن از پلاتین استفاده شود، آیا واکنشی انجام می‌شود؟ چرا؟

۲. هنگام جراحی از فلز . . . . . می‌توان در بخش های مختلف بدن استفاده کرد. (پلاتین یا وانادیم) (شهریور ۱۴۰۰ ، ۰/۲۵ نمره)

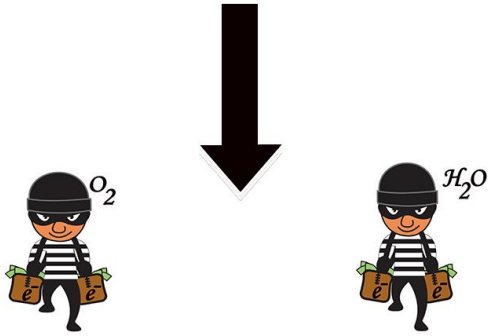
### حفاظت کاتدی

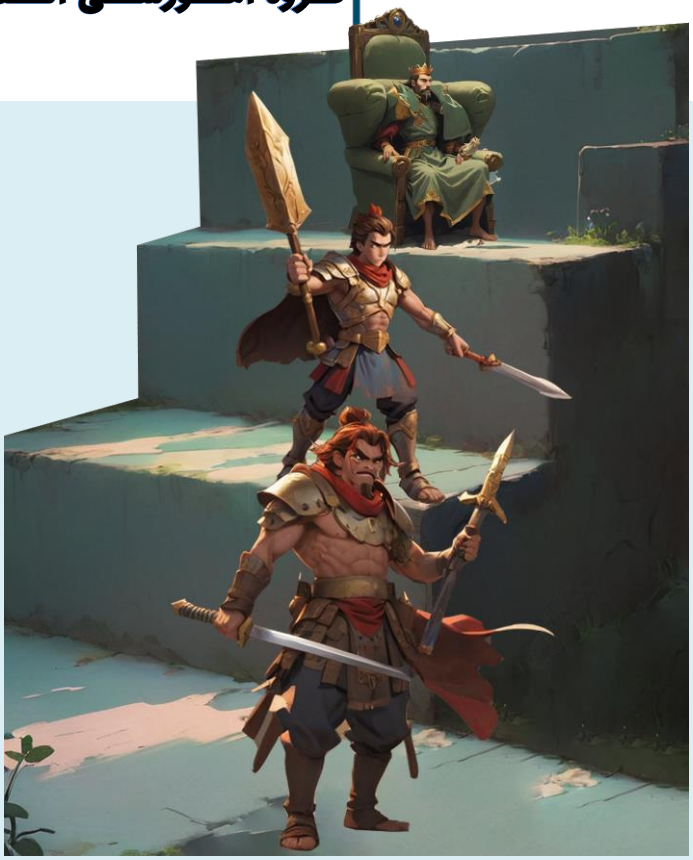
حفاظت کاتدی: با قرار دادن فلزی که برای اکسایش مشتاق تر است.
(پایین تر در سری) در کنار فلز اصلی، فلز فعال اکسایش می یابد و
فدای فلز اصلی می شود و فلز فدا شده به صورت دوره ای جایگزین می شود.

از منیزیم برای حفاظت کاتدی از آهن در بدنه کشتی ها و لوله های نفتی
استفاده می شود.
این روش با روکش کردن تفاوت دارد و فقط کافیست دو فلز به هم متصل باشند.

۱ـ کاتد و آند:
آند: منیزیم Mg
کاتد: آهن Fe

۲ـ واکنش کاتدی و آندی:
واکنش آندی: $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$
واکنش کاتدی: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$





## حـفـاظـــت کـــاتـدی

فلز حافظ در سری، پایین تر از فلز محفوظ قرار دارد، مثلا روی می تواند از آهن حفاظت کاتدی کنند، زیرا در سری زیر آهن قرار دارد.

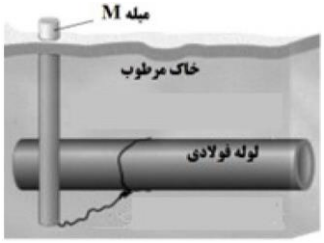
| | |
|---|---|
| $Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$ | - ۰/۱۴ |
| $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ | - ۰/۴۴ |
| $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$ | - ۰/۷۶ |

اما قلع نمی تواند از آهن حفاظت کاتدی کنند، زیرا در سری بالای آهن قرار دارد.

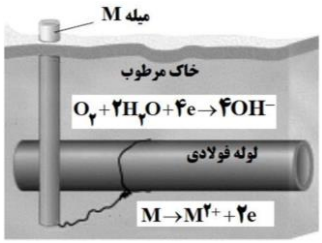
## نـمـونـــه ســـوالات نـهـایـــی ایـــن مـبـحـث

۱. جهت حفاظت لوله های آهنی انتقال نفت در فاصله های معین از برخی فلزها استفاده می شود. با توجه به جدول پتانسیل کاهشی استاندارد، در موقعیت M، کدام فلز(ها) مناسب می باشد؟ چرا؟ (شهریور ۱۴۰۳، ۱ نمره)

| نیم واکنش کاهش | $E^\circ(V)$ |
|---|---|
| $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$ | -۰/۴۴ |
| $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$ | -۰/۱۴ |
| $Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Mg(s)$ | -۲/۳۷ |
| $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ | +۰/۳۴ |
| $Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$ | -۱/۶۶ |




۲. شکل زیر روشی برای حفاظت لوله های فولادی(Fe) انتقال گاز در برابر خوردگی را نشان می دهد. (خرداد ۱۴۰۲، ۱/۲۵ نمره)

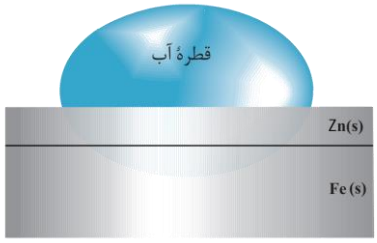



آ) $E^\circ$ کدام فلز( M یا Fe ) بیشتر است؟ علت آن را بنویسید.

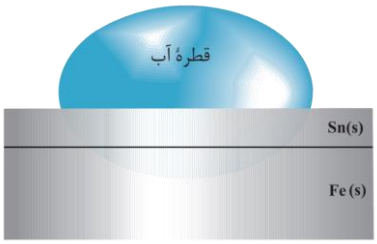
ب) با نوشتن دلیل، نماد گونه اکسنده را بنویسید.

## حـفـاظـت از آهـن بـا پـوشـش

ساده ترین راه برای حفاظت از آهن در برابر خوردگی، ایجاد یک پوشش است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کند .
پوشش با روش هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن ایجاد می شود و باید از فلزهای مقاوم در برابر خوردگی، مثل قلع و روی استفاده شود.



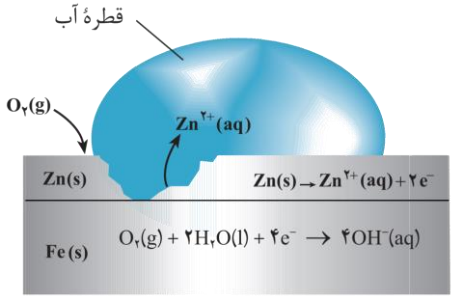

آهن سفید(آهن گالوانیزه):
ورقه آهنی با پوششی از فلز روی که در ساخت تانکر آب، کانال کولر و ...به کار می روند.




حلبی:
ورقه آهنی با پوششی از قلع که در ظروف مواد غذایی، قوطی کنسرو ها یا روغن نباتی به کار میرود.

## آهـن سـفید بـعد از ایـجـاد خـراش

پس از خراش آهن گالوانیزه ، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می گیرند و روی از آهن حفاظت کاتدی می کند:

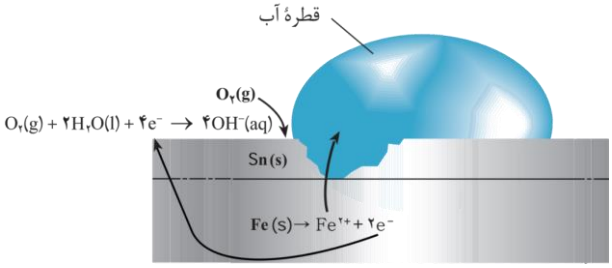



۱. کاتد و آند
کاتد: Fe
آند: Zn

۲. واکنش کاتدی و آندی
واکنش کاتدی: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$
واکنش آندی: $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

## حـلبـی بـعد از ایـجـاد خـراش

پس از خراش در حلبی ، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می گیرند، فلز آهن اکسید شده و قلع محافظت می شود.



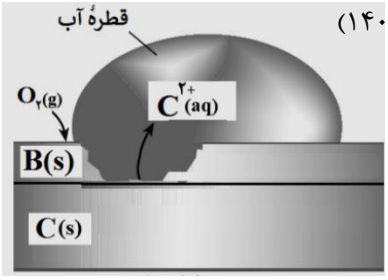

۱. کاتد و آند
کاتد: Sn
آند: Fe

۲. واکنش کاتدی و آندی
واکنش کاتدی: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$
واکنش آندی: $Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

۱. قوطی هایی از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان تر از آهن معمولی دچار خوردگی می شوند.
۲. روی با مواد غذایی واکنش داده و باعث فسادشان می شود، به همین دلیل از حلبی در بسته بندی مواد غذایی استفاده میشود.

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۱. با توجه به شکل زیر، نیم‌واکنش کاهش انجام شده را بنویسید. (موازنه شود) (خرداد ۱۴۰۳)




۲. در فرآیند خوردگی آهن سفید، به پرسش‌ها پاسخ دهید. (شهریور ۱۴۰۲ ، ۱ نمره)

آ) کدام فلز آند است؟ چرا؟

ب) با فرض تشکیل یک سلول گالوانی در محل خوردگی، emf آن را محاسبه کنید.

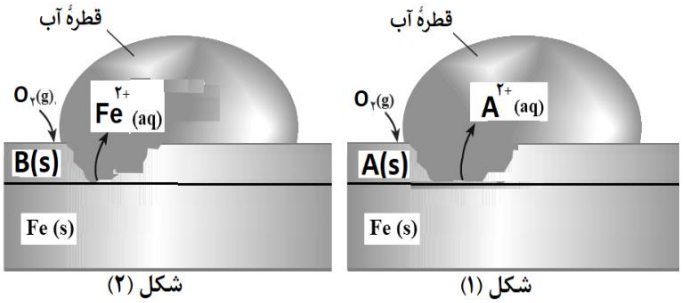
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq) \quad E^\circ = +0/40\ V$

$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s) \quad E^\circ = -0/76\ V$

$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s) \quad E^\circ = -0/44\ V$

۳. چرا از حلبی برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌کنند؟ (شهریور ۱۴۰۰ ، ۰/۵ نمره)

۴. شکل مقابل دو قطعه آهن را نشان می‌دهد که با لایه نازکی از فلز A و B پوشیده شده است. با توجه به آن پاسخ دهید. (دی ۱۴۰۲، ۱/۵ نمره)




شکل (۲) شکل (۱)

الف) کدام فلز (A) یا (B) قدرت کاهندگی بیشتری دارد؟ چرا؟

ب) نیم‌واکنش موازنه شدهٔ کاهش را بنویسید.

# کلیات سلول های الکترولیتی

## تشخیص سلول الکترولیتی

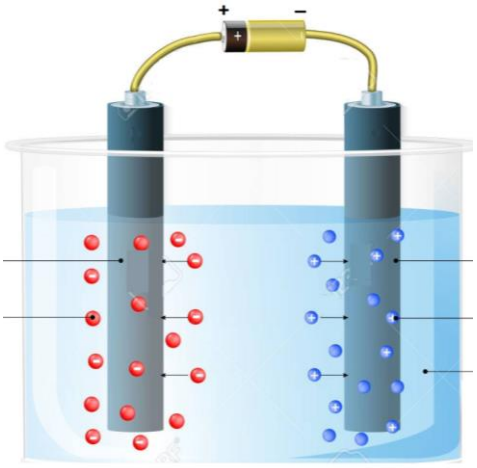
هر سلولی که دارای منبع برق(باتری) باشد، الکترولیتی است.

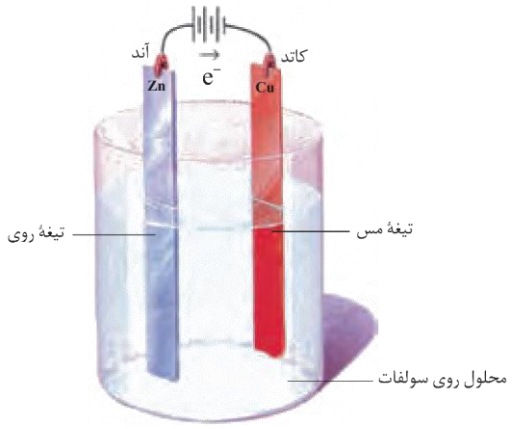
## تعیین کاتد و آند در سلول الکترولیتی

با کمک باتری تعیین می شود، الکترود متصل به قطب منفی باتری، کاتد است.

**تمرین در کلاس!**

۱. کاتد و آند را در سلول های زیر مشخص کنید.






یادآوری:

*در سلول های گالوانی تعیین آند و کاتد متفاوت بود، زیرا در گالوانی ها اجباری در کار نیست،پس:*
*نیم سلول بالاتر در سری که تمایلش به کاهش بیشتر است، کاهش می یابد و نقش کاتد را ایفا می کند.*
*نیم سلول پایین تر در سری که تمایلش به اکسایش بیشتر است، اکسایش می یابد و نقش آند را ایفا می کند.*

| |
|---|
| Au |
| Pt |
| Ag |
| Cu |
| SHE |
| Sn |
| Fe |
| Zn |
| $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ |
| Mn |
| Al |
| Mg |
| Li |

## نوع اول الکترولیتی ها: برقکافت

برقکافت فرایندی است که در آن با برق ترکیب ها را می کاویم!

کافیست منبع برق را به ماده متصل کنیم، کاتیون موجود به کاتد می رود و کاهش می یابد و آنیون به آند رفته و اکسایش می یابد.

### زیر ذره بین (آب)

آب تنها ماده ای است که واکنش آندی(اکسایش) و واکنش کاتدی(کاهش) متفاوتی دارد و باید هر دو آن ها را حفظ کنید.

۱. واکنش آندی آب:

$$۲H_۲O \rightarrow 4e^- + 4H^+ + O_2$$

۲. واکنش کاتدی آب:

$$۲H_۲O + ۲e^- \rightarrow 2OH^- + H_2$$

## برقکافت آب

سوخت سلول های سوختی یعنی گاز هیدروژن را با برقکافت آب تولید می کنند.

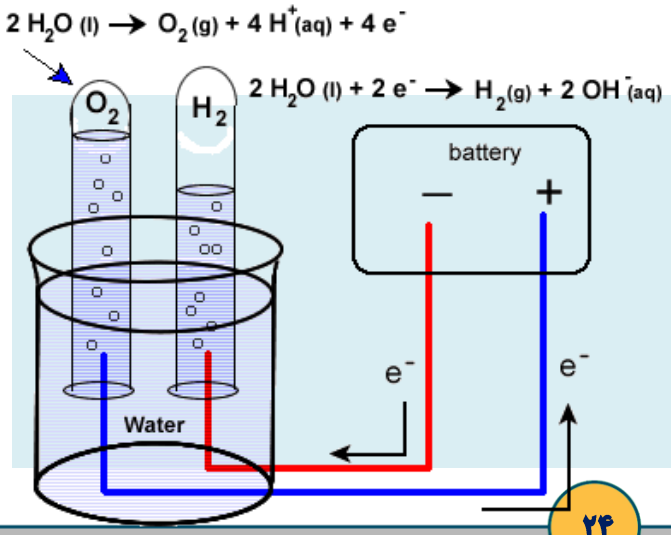
برقکافت آب فرایندی است که برق آب را می کاود(تجزیه می کند).

آب به تنهایی رسانایی کمی دارد پس برای انجام این واکنش باید مقدار کمی نمک به آن افزود.

در این فرایند هر دو واکنش کاتدی و آندی، را آب انجام می دهد.

بیایید با هم آب موجود در ظرف زیر را برقکافت کنیم:

در برقکافت آب، pH در آند ..... ، pH در کاتد ..... و pH در کل سلول ..... است.




### برقکافت آب

در شکل واکنش کامل شده برقکافت آب را می بینید:

حجم هیدروژن تولیدشده، دو برابر حجم اکسیژن تولید شده است و با توجه به حجم گاز جمع شده بالای هر الکترود باید تشخیص داد گاز کمتر مربوط به اکسیژن است، در نتیجه آند است و قطب مثبت سلول می باشد.

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۱. یکی از نیم‌واکنش های انجام شده در سلول الکترولیتی هنگام برقکافت آب به صورت زیر است. (شهریور ۱۴۰۱)

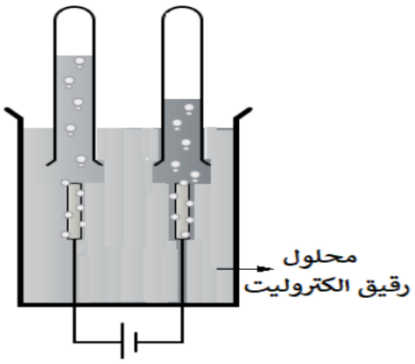
$$H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + O_2(g)$$

الف) با وارد کردن نماد الکترون ($e$) در این نیم‌واکنش مشخص کنید، نیم‌واکنش آندی یا کاتدی است؟

ب) این نیم‌واکنش در کدام قطب مثبت یا منفی سلول الکترولیتی انجام می‌شود؟

۲. با توجه به شکل مقابل که برقکافت آب را نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید. (شهریور ۹۹)

الف) تعیین کنید این فرایند در چه نوع سلولی (گالوانی یا الکترولیتی) انجام می‌شود؟ .




ب) با وارد کردن نماد الکترون ($e^-$) در هر نیم‌واکنش زیر مشخص کنید، کدام نیم‌واکنش آندی و کدام کاتدی است؟
(موازنه نیم‌واکنش‌ها الزامی نیست)

$$H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + O_2(g)$$

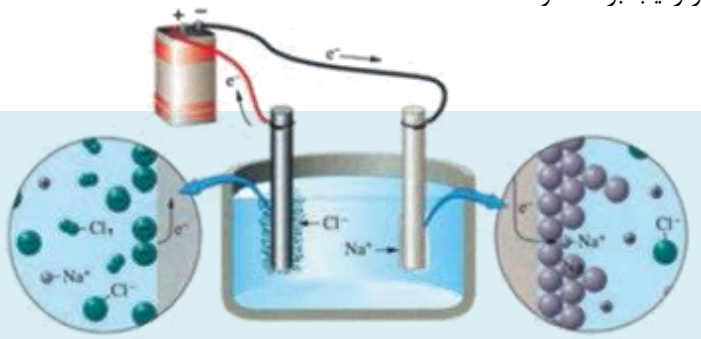
$$H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + OH^-(aq)$$

۳. برقکافت محلول رقیق نمک خوراکی نسبت به برقکافت آب خالص بهتر انجام می‌شود. (درست یا نادرست) (خرداد ۱۴۰۳، ۰/۵ نمره)

شکل درست عبارت در صورت اشتباه بودن:

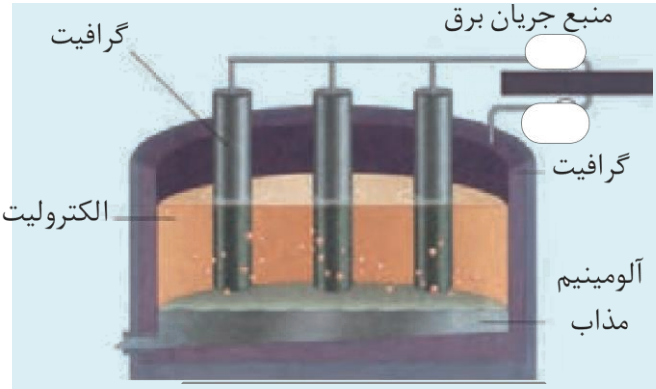
## سایر برقکافت های مهم

فلزهایی که در سری زیر آب هستند، در رقابت با آب بر سر کاهش، بازنده می شوند و در نتیجه باید برای تولیدشان به جای حالت محلول از حالت مذاب آن ها استفاده کنیم. تا بدون حضور رقیب برنده شوند.




### برقکافت فلز سدیم(Na)

واکنش: برقکافت سدیم کلرید ($NaCl(l)$)
حالت: مذاب
نام خاص: سلول دانز
فراورده جانبی: گاز زرد کلر



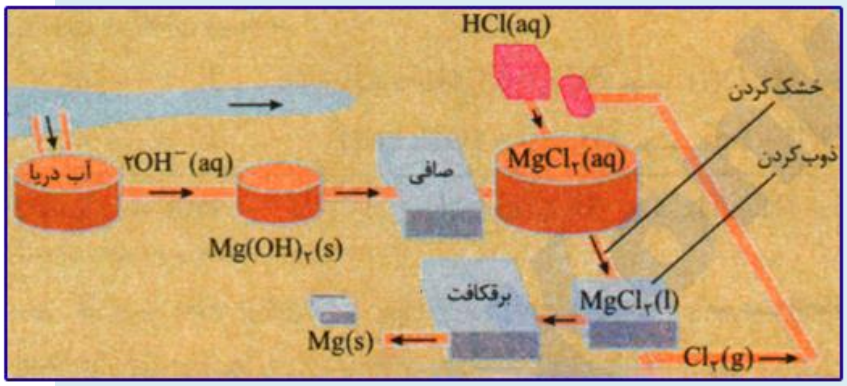

### برقکافت فلز آلومینیوم(Al)

واکنش: برقکافت آلومینیوم اکسید ($Al_2O_3(l)$)
حالت: مذاب
نام خاص: فرایند هال
فراورده جانبی: گاز کربن دی اکسید
ویژگی های خاص:

- جنس همه از گرافیت.
- کاتد همان کف و بدنه است.
- واکنش کلی:

$$2Al_2O_3(s)+3C(s) \longrightarrow 4Al(l)+3CO_2(g)$$

- کربن های آند در واکنش شرکت می کنند و به جای اکسیژن، $CO_2$ تولید می شود.
- فرایند هال به علت مصرف زیاد انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد و بازیافت آلومینیوم به انرژی کمتری نیاز دارد و عمر یکی از منابع تجدید ناپذیر طبیعت(آلومینیوم) را افزایش می دهد.

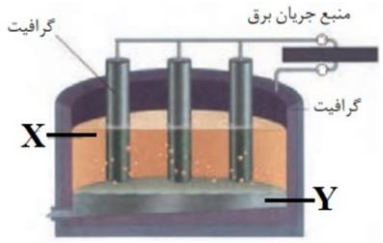



### برقکافت فلز منیزیم(Mg)

واکنش: برقکافت منیزیم کلرید ($MgCl_2(l)$)
حالت: مذاب
فراورده جانبی: گاز زرد کلر
اول آن را از آب جدا می کنیم و سپس آن را ذوب می کنیم.
در گذشته برای عکاسی از سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می شد.
این واکنش نور خیره کننده ای آزاد می کند.

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۱. با توجه به فرایند هال در استخراج فلز آلومینیم (Al) پاسخ دهید. (شهریور ۱۴۰۳، ۱/۲۵ نمره)




الف) واکنش را کامل کنید.

۲.....(a) (s) + ۳C(s)  ۴Al(l) + ۳.....(b) (g)

ب) میله های گرافیتی به کدام قطب منبع جریان برق متصل است؟ (مثبت یا منفی)

ج) آلومینیم مذاب تولید شده کدام می باشد؟ (X یا Y)

د) نوع سلول الکتروشیمیایی را تعیین کنید. (گالوانی یا الکترولیتی)

۲. در مرحله پایانی استخراج فلز منیزیم از آب دریا: (خرداد ۱۴۰۲، ۱ نمره)

آ) کدام سلول الکتروشیمیایی، گالوانی یا الکترولیتی به کار می رود؟

ب) در تهیه این فلز، کدام نمک مذاب یا محلول منیزیم کلرید استفاده می شود؟

پ) جهت حرکت یون های منیزیم در این سلول، به سمت کدام الکترود است؟ چرا؟

۳. در فرآیند برقکافت لیتیم برمید مذاب (LiBr) در آند ( لیتیم / برم ) تولید می‌شود. (خرداد ۱۴۰۳، ۰/۲۵ نمره)

۴. چرا با بازیافت آلومینیم، در مقایسه با تولید آن به روش هال، می‌توان هزینهٔ تولید آلومینیم را کاهش داد؟ (شهریور ۱۴۰۱ ، ۰/۵ نمره)

# آبـکـاری

فرایندی است که در آن آب یک فلز (حالت محلول در آب فلز) را روی یک جسم دیگر روکش می کشیم.

۱. فلز روکش باید آند باشد و جسم باید کاتد باشد.

**زیرا طبق نکته کاتد ..... روی کاتد یک لایه جدید اضافه می شود و ما نیز می خواهیم روی فلز هسته یک لایه روکش بکشیم.**

**مثلا برای روکش کردن نقره روی قاشق آهنی باید ..... را کاتد (قطب.....) و ..... را آند (قطب.....) می گذاریم.**

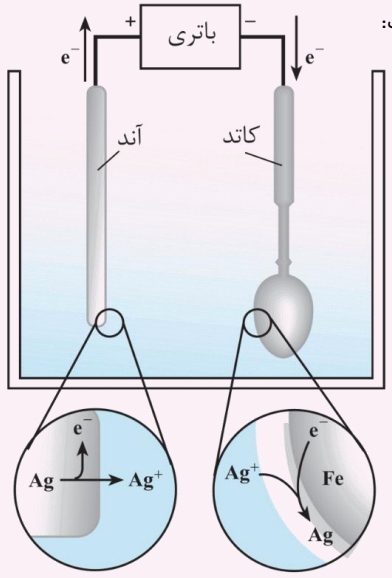
۲. فلز روکش باید توسط دو منبع تامین شود: الف) تیغهٔ آند از جنس فلز روکش ب) محلول حاوی یون های فلز روکش

**پس شکل این سلول به صورت زیر است:**

۳. واکنش کاتدی و واکنش آندی در آن ها هر دو مربوط به فلز روکش هستند و در واقع برعکس هم، پس غلظت گونه های آن تغییر نمی کند.

**مثلا واکنش کاتدی این سلول ..... و واکنش آندی آن ..... است.**

**مـثـال حـل شـده:** با توجه به توضیحات فوق، سلول مورد نظر ما مطابق مورد زیر است:




مورد ۱: کاتد و آند

کاتد: جسم: قاشق آهنی (Fe)

آند: فلز روکش (Ag)

مورد ۲: قطب مثبت و منفی

قطب مثبت سلول (متصل به قطب مثبت منبع): آند

قطب منفی سلول (متصل به قطب منفی منبع): کاتد

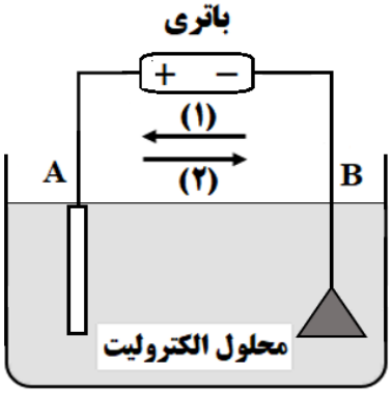
مورد ۳: واکنش کاتدی و آندی

برنده‌ی رقابت کاتدی: $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$

برنده رقابت آندی: $Ag \longrightarrow Ag^+ + e^-$

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۱. شکل زیر مربوط به فرآیند آبکاری است. (شهریور ۱۴۰۲)

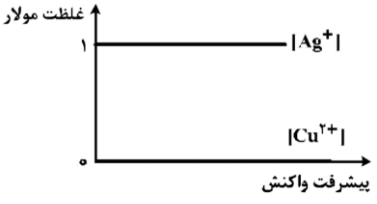


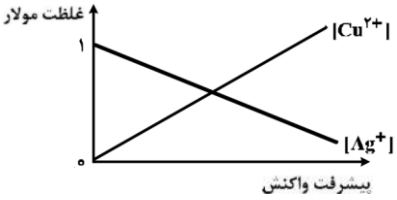

آ) نیم‌واکنش کاهش در کدام الکترود (A یا B) انجام می‌شود؟

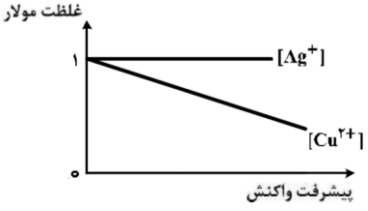
ب) کدام پیکان (۱ یا ۲) جهت جابه‌جایی الکترون‌ها را در مدار بیرونی نشان می‌دهد؟

پ) محلول الکترولیت شامل کاتیون‌های کدام فلز (A یا B) است؟ چرا؟

۲. کدام نمودار غلظت گونه های محلول را در آبکاری یک قاشق مسی با استفاده از الکترود آند نقره را به درستی نشان می دهد؟ (الکترولیت به کار رفته، محلول یک مولار از نمک فلز نقره است.) (سراسری ریاضی ۹۸)

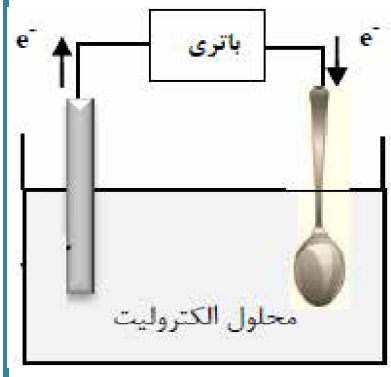
۱)



۲)



۳)



۴)

۳. شکل روبه‌رو آبکاری یک قاشق فولادی را با فلز مس نشان می‌دهد. (شهریور ۹۹ ، ۱ نمره)




الف) قاشق نقش کدام الکترود (کاتد یا آند) را دارد؟

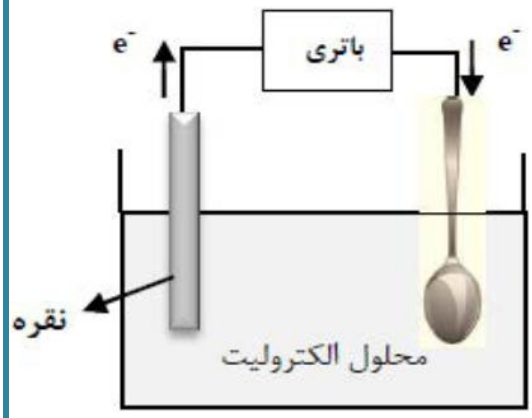
ب) تیغه مسی به کدام قطب باتری متصل است؟

ج) در این فرایند، از محلول کدام نمک (مس (II) سولفات یا نقره نیترات) به عنوان الکترولیت استفاده می‌کنیم؟ دلیل بنویسید.

## نمونه سوالات نهایی این مبحث

۴. شکل روبه‌رو آبکاری یک قاشق را با نقره نشان می‌دهد. ( شهریور ۱۳۹۸ ، ۱/۲۵ نمره )

الف) فرآیند آبکاری در چه سلولی (گالوانی یا الکترولیتی) انجام می‌شود؟ چرا؟




ب) قاشق به کدام قطب باطری متصل شده است؟

ج) نیم واکنش انجام شده در الکترود نقره را بنویسید.

د) محلول الکترولیت باید دارای چه یون (هایی) باشد؟