# بخش دوم

# آسایش و رفاه در سایه شیمی

**مقدمه**

- **انجام واکنش با سفر الکترون**

- انرژی الکتریکی، پرکاربردترین شکل انرژی در زندگی امروزی است.
- وابستگی فراوان به انرژی الکتریکی باعث می‌شود تا همه‌ی کشورهای جهان تلاش کنند راه‌هایی برای تولید انرژی الکتریکی ارزان و پاک بیابند. بیشتر انرژی الکتریکی، از انجام واکنشهای شیمیایی که در آنها داد و ستد الکترون اتفاق می‌افتد تولید می‌شود.
- آگاهی از دانش الکتروشیمی (دانشی که چگونگی انجام واکنشهای شامل داد و ستد الکترون را بررسی می‌کند) میتواند راهکار مناسبی برای رفعِ چالش کمبود انرژی باشد .
- پدیده های طبیعی همچون تندر و آذرخش نشان می‌دهند که بخشی از این انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط پیرامون جاری شود. پدیده هایی از این دست که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می‌گیرند، سبب شد تا تلاش برای شناسایی واکنش های شامل داد و ستد الکترون هدفمند دنبال شوند.
- تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان دستاوردی از دانش الکتروشیمی است که در سایه فناوری های پیشرفته، افزایش سطح رفاه و آسایش را در جهان به دنبال دارد.
- الکتروشیمی افزون بر تهیه مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی می‌تواند در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.

**الکتروشیمی**

- الکتروشیمی شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد.
- الکتروشیمی بخشی از دانش شیمی است که به مطالعه فرایندهای شیمیایی می‌پردازد که باعث حرکت الکترون‌ها می‌شود.
- در واکنش‌های الکتروشیمی انرژی شیمیایی به الکتریکی و برعکس صورت می‌گیرد.
- فرایند الکتروشیمی همیشه با دو نیمه واکنش اکسایش و کاهش همراه است.

**باتری**

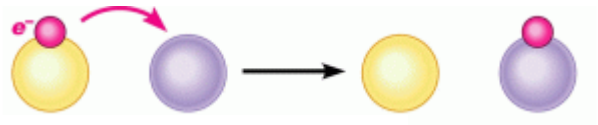
- باتری یکی از فراورده های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند.
- باتری، مولدی است که در آن واکنش های شیمیایی رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود.
- برای تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم کننده ضربان قلب، سمعک، تلفن همراه، اندام مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه قابل حمل و خودروی الکتریکی به باتری وابسته است.
- برای نمونه با یک تیغه مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روی و با میوه‌ای مانند لیمو می‌توان باتری ساخت که یک لامپ **LED** را روشن می‌کند.

- **موتورسیکلت برقی نمونه‌ای از وسایلی است که با انرژی ذخیره شده در باتری کار می‌کند.**
- **اغلب باتری‌ها موادی دارند که خطراتی برای موجودات زنده به‌دنبال خواهد داشت. برای دفع این باتری ها باید به‌گونه‌ای باشد که آب و خاک را آلوده نسازد. به همین خاطر نباید آنها را در طبیعت رها کرد و باید به مراکز بازگردانی (مراکز بازیافت) تحویل داد.**
- **نیاز روزافزون جامعهٔ بشری به انرژی الکتریکی، شیمی‌دان‌ها را بر آن داشت تا با بهره‌گیری از اصول الکتروشیمی به طراحی باتری‌هایی با کارایی بالا همت گمارند، باتری‌هایی که افزون بر تولید انرژی بیشتر، آلاینده‌های کمتری ایجاد کنند.**

## واکنش های اکسایش – کاهش

**اکسا یش:** از دست دادن یک یا چند الکترون توسط یک ماده

**کاهش:** گرفتن یک یا چند الکترون توسط یک ماده



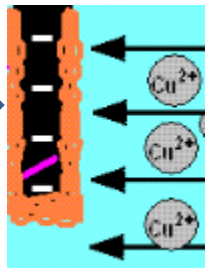
کاهش می‌یابد اکسایش می‌یابد

**واکنش اکسا یش –کاهش:** واکنشی که در آن یک ماده یک یا چند الکترون را از دست بدهد و ماده‌ی دیگری همان الکترون(ها) را بگیرد.

**نیمه واکنش:** هر واکنش اکسایش و کاهش به دو قسمت تقسیم می‌شود که هر قسمت را نیمه واکنش گویند و در هر نیمه واکنش الکترون‌های مبادله شونده، نوشته می‌شود.

- در یک واکنش اکسایش – کاهش باید تعداد الکترون‌های مبادله شده برابر باشد.

مثال: فلز نیکل با محلول دارای یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ آبی رنگ واکنش می‌دهد. با وارد کردن یک تیغهٔ نیکلی در چنین محلولی رسوب قهوه‌ای مایل به سرخی که همان فلز مس است، روی تیغهٔ نیکلی می‌نشیند. هم زمان با آن یون‌های $Ni^{2+}(aq)$ سبز رنگ نیز وارد محلول می‌شوند. از این‌رو درمی‌یابیم که یون‌های $Cu^{2+}(aq)$ کاهش و اتم‌های Ni اکسایش می‌یابند.



واکنش کلی به صورت $Ni(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + Cu(s)$ است که به دو نیم واکنش زیر تقسیم می‌شود:

نیمه واکنش اکسایش $Ni(s) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + 2e^-$

نیمه واکنش کاهش $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

و مثال دیگر سوختن نوار منیزیم است. $Mg(s) + O_2(g) \rightarrow MgO(s)$

که برای پیدا کردن رد مسیر الکترون، واکنش را به دو قسمت تقسیم می‌کنیم و در هر قسمت، اتفاقات داده برای یک ماده را بررسی می‌کنیم در اینجا دو ماده داریم: منیزیم و اکسیژن و واکنش را به دو نیم واکنش تبدیل می‌کنیم:

$$\begin{cases} Mg(s) \rightarrow Mg^{2+} \\ O_2(g) \rightarrow O^{2-} \end{cases}$$

تا منیزیم الکترون از دست ندهد (اکسایش نیابد)، اکسیژن نمی‌تواند کاهش یابد چرا که برای کاهش یافتن، به دو الکترون منیزیم نیازمند است. بنابراین می‌توان گفت که منیزیم، باعِث کاهش اکسیژن می‌شود و آن را می‌کاهد، به همین خامر به آن کاهنده می‌گوییم. از طرف دیگر اگر اکسیژن

**نباشد، منیزیم الکترونهایش را که نمی‌تواند در هوا آزاد کند! به حضور اکسیژن برای گرفتن الکترون هایش نیازمند است و این یعنی اکسیژن باعثِ اکسایش منیزیم می‌شود یا به عبارت دیگر، آن را می‌اُکساید! به همین خاطر به آن اکسنده می‌گوییم.**

**برای مشخص کردن تعداد الکترون‌های مبادله شده، ابتدا موازنه جرم صورت می‌گیرد.**

**سپس با توجه به بار روی یونها با نوشتن تعداد الکترون در یک طرف نیم واکنش موازنه بار صورت می‌گیرد.**

**برای نوشتن معادله کامل واکنش باید الکترون‌ها برابر شوند و درنهایت معادله واکنش از جمع دو نیم واکنش حاصل می‌شود.**

$$\begin{cases} Mg(s) \rightarrow Mg^{2+} \\ O_2(g) \rightarrow 2O^{2-} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} Mg(s) \rightarrow Mg^{2+} + 2e^- \\ O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 2\times\left(Mg(s) \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-\right) \\ O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-} \end{cases}$$

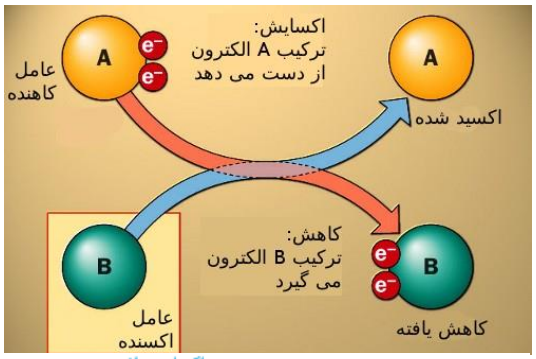
$$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow \left(2Mg^{2+} + 2O^{2-}\right)(s)$$

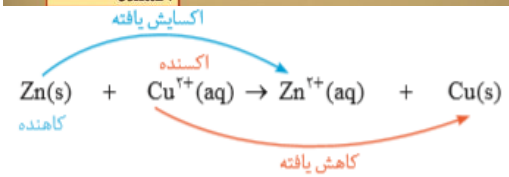
$$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO$$

## گونه‌های اکسنده و کاهنده

**اکسنده:** ماده‌ای است که خودش کاهش می‌یابد اما باعثِ اکسایش ماده‌ی دیگر می‌شود.

**کاهنده:** ماده‌ای است که خودش اکسایش می‌یابد اما باعثِ کاهش ماده‌ی دیگر می‌شود.

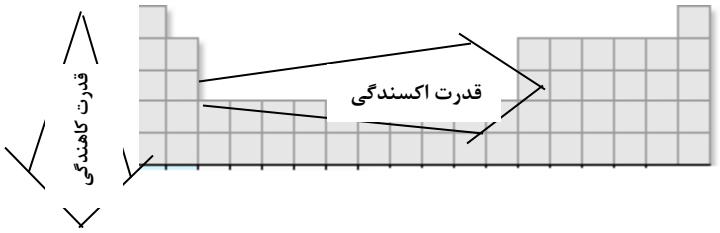


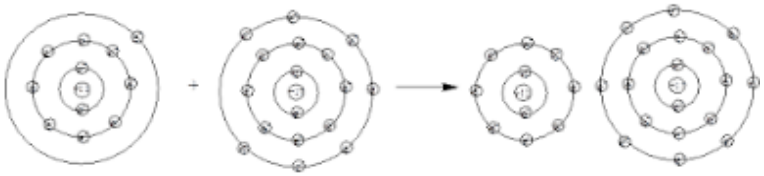

- **نتیجه این که در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکتریکی یک گونه (اتم، مولکول یا یون) مثبت‌تر می‌شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه‌ای که بار الکتریکی آن منفی‌تر می‌شود، کاهش می‌یابد.**
- **در یک واکنش برای تشخیص سریع اکسنده و کاهنده به بار اتم‌های یک گونه توجه شود. بار کمتر گونهٔ مورد نظر نسبت به حالت دیگر آن نقش کاهنده دارد. و نقش گونه‌ی دیگر به راحتی قابل تشخیص خواهد بود.**
  **مثلا اتم‌های Zn نسبت به سمت دیگر واکنش بار کمتر و کاهنده است پس $Cu^{+2}$ اکسنده است.**
- **در گذشته برای عکاسی از سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می‌شد در این واکنش Mg با نور خیرکننده‌ای در $O_2$ می‌سوزد.**
- **اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل شوند.**
- **نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون کاهش یافته و به آنیون تبدیل می‌شوند.**
- **فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند.**
-

## مقایسه قدرت اکسندگی و کاهندگی در عناصر جدول دوره‌ای

- **در جدول دوره‌ای از چپ به راست با افزایش عدد اتمی قدرت اکسندگی افزایش می‌یابد و بلعکس قدرت کاهندگی کاهش پیدا می‌کند و از بالا به پایین قدرت اکسندگی کاهش و کاهندگی افزایش می‌یابد.**




- **قدرت اکسندگی با خاصیت نافلزی (فلوئور قوی‌ترین اکسنده) و قدرت کاهندگی با قدرت فلزی ارتباط دارد.**



**( اکسنده) نافلز** **( کاهنده)فلز**

## موازنه معادلهٔ یونی واکنش‌ها با استفاده از نوشتن نیم واکنش

**۱) در این معادله یونی زیر واکنش را به دو نیم واکنش تقسیم می‌کنیم:**

$$MnO_4^-(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + Cl_2(g) + H_2O\ (l)$$

**نیم واکنش اول، نیم واکنشی است که یک نوع اتم تغییر بار داده است.**

$$Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g)$$

**نیم واکنش دوم: باقی مانده واکنش را شامل می‌شود.**

$$MnO_4^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + H_2O\ (l)$$

**۲) برای شروع موازنه ابتدا موازنه جرم انجام داده می‌شود:**

$$\begin{cases} 2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) \\ MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O\ (l) \end{cases}$$

**۳) در این مرحله موازنه بار با نوشتن تعداد الکترون در دو طرف معادله کامل می‌شود.**

$$\begin{cases} 2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^- \\ MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O\ (l) \end{cases}$$

**۴) برای مساوی کردن الکترون‌ها با نوشتن ضرایبی که در نیم واکنش‌ها ضرب شده، تعداد آنها برابر می‌شود.**

$$\begin{cases} ۵ \times \left( ۲\, Cl^- (aq) \quad \rightarrow \quad Cl_۲ (g) + ۲ e^- \right) \\ ۲ \times \left( MnO_۴^- (aq) + ۸\ H^+ (aq) + ۵\, e^- \rightarrow Mn^{۲+} (aq) + ۴\, H_۲O (l) \right) \end{cases}$$

**۵) در انتها نیم واکنش‌ها جمع بسته می‌شود.**

$$۲ MnO_۴^- (aq) + ۱۶ H^+ (aq) + ۱۰ Cl^- (aq) \rightarrow ۲ Mn^{۲+} (aq) + ۵ Cl_۲ (g) + ۸ H_۲O (l)$$

**مثال دیگر:**

$$Zn + NO_۳^- + H^+ \rightarrow Zn^{۲+} + NO + H_۲O$$

۱) $\begin{cases} Zn \rightarrow Zn^{۲+} \\ NO_۳^- + H^+ \rightarrow NO + H_۲O \end{cases}$

۲) $\begin{cases} Zn \rightarrow Zn^{۲+} \\ NO_۳^- + ۴ H^+ \rightarrow NO + ۲ H_۲O \end{cases}$

۳) $\begin{cases} Zn \rightarrow Zn^{۲+} + ۲e^- \\ NO_۳^- + ۴ H^+ + ۳e^- \rightarrow NO + ۲ H_۲O \end{cases}$

۴) $\begin{cases} ۳ \times \left( Zn \rightarrow Zn^{۲+} + ۲e^- \right) \\ ۲ \times \left( NO_۳^- + ۴ H^+ + ۳e^- \rightarrow NO + ۲ H_۲O \right) \end{cases}$

---

۵) $۳ Zn + ۲ NO_۳^- + ۸ H^+ \rightarrow ۳ Zn^{۲+} + ۲ NO + ۴ H_۲O$

## رقابت برای داد و ستد الکترون

**تمایل مواد و عناصر برای داد و ستد الکترون ( اکسایش و کاهش) نسبت به یکدیگر متفاوت است، برای پیش‌بینی امکان انجام واکنش میان دو گونه همواره لازم است که تمایل نسبی این دو گونه به اکسایش و کاهش تعیین شود.**

**در شیمی ۲ آموختید که فلزات اصلی جدول دوره‌ای تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون نسبت به فلزات واسطه دارند و در میان نافلزات تمایل به گرفتن الکترون توسط هالوژن‌ها و اکسیژن بیش از دیگر نافلزها**

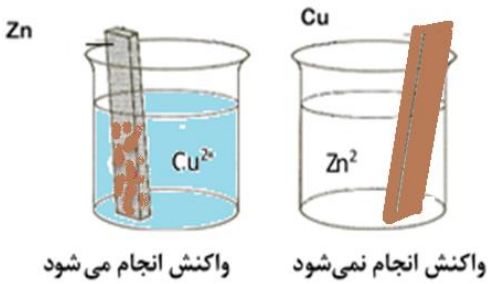
**است. قدرت اکسندگی و کاهندگی عناصر به چندین عامل**

**( انرژی شبکه جامد، نیروی جاذبهٔ میان یون‌ها با مولکول‌های آب، تمایل به مبادلهٔ الکترون و .....)**

**بستگی دارد به همین دلیل برای مقایسه داد و ستد الکترون بهترین راهکار انجام آزمایش و بررسی نتایج حاصل از آنهاست.**

**برای نمونه به روش‌هایی که در کتاب عنوان نموده اشاره می‌کنیم.**

**الف)** برای نمونه مطابق با آزمایش، واکنش $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ خودبه‌خودی است ولی واکنش $Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \rightarrow$ انجام نمی‌شود




**پس می‌توان نتیجه گرفت که فلز روی کاهنده‌تر از مس است. با این توصیف**

**در یک واکنش اکسایش- کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد، می‌تواند**

**با برخی کاتیون های فلزی واکنش دهد و آنها را به اتم های فلزی بکاهد.**

**به عبارتی واکنش اکسایش – کاهشی خودبه‌خودی است که اتم‌های فلز کاهنده قوی‌تر سمت چپ واکنش (به عنوان واکنش‌دهنده در واکنش) قرار داشته باشد.**

**ب)** در واکنش های اکسایش – کاهش مخلوط واکنش گرم می‌شود زیرا سامانهٔ واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد. پس هر چه محلول داغ‌تر شود تمایل مواد و عناصر برای داد و ستد الکترون بیشتر است و در یک واکنش اکسایش ـــ کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد، محلول را داغ‌تر می‌کند.

**مطابق داده‌های جدول زیر که از قرار دادن تیغه‌های فلزی درون محلول نقره نیترات در دمای $^{\circ}C$ ۲۰ به دست‌آمده است می‌توان قدرت کاهندگی فلزات را با هم مقایسه کرد.**

| نام فلز | نشانهٔ شیمیایی فلز | دمای مخلوط واکنش پس از مدتی $^{\circ}C$ |
|---|---|---|
| منگنز | Mn | 32 |
| روی | Zn | 30 |
| نیکل | Ni | 26 |
| نقره | Ag | 20 |
| طلا | Au | 20 |

**بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که قدرت کاهندگی فلزات به صورت Au > Ag > Ni > Zn > Mn است. و قدرت اکسندگی کاتیون‌های آنها برعکس می‌شود. $Au^{+} < Ag^{+} < Ni^{2+} < Zn^{2+} < Mn^{2+}$**

- **واکنش‌های اکسایش و کاهش را به می‌توان گونه‌ای انجام داد تا به جای تولید گرما، از الکترون های داد و ستد شده برای ایجاد جریان الکتریکی استفاده شود.**

**۱) کدام واکنش از نوع اکسایش-کاهش است؟**

۱) $CaMg(CO_3)_2(s) \rightarrow MgO(s) + CaO(s) + 2CO_2(g)$ ۲) $ZnO(s) + 2OH^-(aq) + H_2O(l) \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}(aq)$

۳) $Cl_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow Cl^-(aq) + ClO^-(aq) + H_2O(l)$ ۴) $Cu^{2+}(aq) + 4NH_3(g) + OH^-(aq) \rightarrow Cu(NH_3)_4(OH)_2(s)$

**۲) کدام مطلب در ارتباط با واکنش های اکسایش- کاهش درست است؟**

**۱) در نیم واکنش کاهش، الکترون آزاد می‌شود.** **۲) عدداکسایش عامل کاهنده کاهش می‌یابد.**

**۳) هر عامل کاهنده، الکترون می‌گیرد.** **۴)هر عامل کاهنده، خود اکسید می‌شود.**

**۳) واکنش تبدیل کدام دو گونه به یکدیگر از نوع اکسایش ـ کاهش است و شمار بیشتری از الکترون‌ها در آن جابه‌جا می‌شوند؟**

**۱) یون کرومات به کروم(III) اکسید** **۲) سدیم اکسید به سدیم هیدروکسید**

**۳) یون پراکسید به یون اکسید** **۴) گوگرد تری اکسید به سولفوریک اسید**

**۴) اکسنده، ماده ای است که با ..... الکترون ..... گونه‌های دیگر، آنها را ..... و کاهنده ماده ای است که با .....الکترون ..... گونه های دیگر، آنها را .....**

**۱. دادن – به – اکسید می‌کند – گرفتن – از – کاهش می‌دهد.**

**۲. گرفتن – از – اکسید می‌کند – دادن – به – کاهش می‌دهد**

**۳. گرفتن – از – کاهش می‌دهد – دادن – به – اکسید می‌کند.**

**۴. دادن- به – کاهش می‌دهد – گرفتن – از – اکسید می‌کند**

**۵) با توجه به واکنش داده شده کدام مورد صحیح است.**

$Zn_{(s)} + 2\,HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2\,(aq)} + H_{2(g)}$

**۱) اتم‌های روی الکترون بدست آورده و اکسایش یافته‌اند.**

**۲) یونهای هیدروژن الکترون از دست داده و اکسایش یافته‌اند.**

**۳) اتم‌های روی الکترون از دست داده و کاهش یافته‌اند.**

**۴) یون‌های هیدروژن الکترون بدست آورده و کاهش یافته‌اند.**

**۶) کدام عبارت در ارتباط با مفاهیم اکسایش – کاهش نادرست است؟**

**۱- هر نیم واکنش باید از نظر جرم ( تعداد اتم‌ها ) موازنه باشد.**

**۲-نیم واکنشی که آزاد شدن الکترون را نشان می‌دهد، نیم واکنش اکسایش است.**

**۳-هر نیم واکنش باید از نظر بار الکتریکی موازنه باشد.**

**۴- گونه اکسنده در سمت چپ نیم واکنش اکسایش وگونه کاهنده در سمت چپ نیم واکنش کاهش قرار دارد.**

**۷) باتوجه به واکنش های زیر کدام مقایسه در مورد قدرت کاهندگی فلزات A، B وC درست است؟**

آ) بی اثر $A_{(S)} + B^{2+}_{(aq)} \rightarrow$ ب) $A_{(S)} + 2C^{+}_{(aq)} \rightarrow A^{2+}_{(aq)} + 2C_{(S)}$

**۱- A > B> C** **۲- A > C > B** **۳- C >A >B** **۴- B > A > C**

**۸) الکترونهای حاصل از اکسایش ۳/۲۲ گرم سدیم خالص چند گرم گازکلر رابه طور کامل کاهش می‌دهد؟**

**(Na=۲۳ ، Cl ۳۵/۵ g.mol $^{-1}$ ) ۴/۱-۹۷ ۹/۲-۹۴ ۲/۳-۴۵ ۱/۴-۲۴**

**۹) پس ار موازنه نیم واکنش‌های زیر کدام مقایسه در مورد ضریب الکترونها درست است؟**

آ) $Al^{3+}_{(aq)} + x_1\,e \rightarrow Al_{(s)}$ ب) $Sn^{2+}_{(aq)} \rightarrow Sn^{4+}_{(aq)} + x_2 e$

پ ) $Fe^{3+}_{(aq)} + x_3\,e \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$ ت ) $2Br^{-}_{(aq)} \rightarrow Br_{2(g)} + x_4 e$

**۱- $x_1 > x_2 > x_3 = x_4$** **۲- $x_4 < x_2 < x_1 < x_3$**

۳- $x_3 < x_4 = x_2 < x_1$ ۴- $x_1 > x_2 > x_3 > x_4$

۱۰) چه تعداد از مطالب زیر در مورد واکنش تیغه‌ای از جنس روی با محلول نقره نیترات درست است.

۱) در این واکنش فراورده‌ها پایدارتر از واکنش دهنده‌ها هستند.

۲) اتم‌های روی با از دست دادن یک الکترون به یون‌های روی تبدیل می‌شوند.

۳) بار الکتریکی روی در این واکنش مثبت‌تر شده و در نتیجه Zn اکسنده است.

۴) با گذشت زمان ۰/۰۴ مول از فلز روی اکسید می‌شود و ۲/۶ گرم جرم تیغه تغییر می‌کند. (۵۰٪ از جرم نقره‌ی تولید شده روی تیغه روی رسوب می‌کند) $Zn=65 , Ag=108\ g.mol^{-1}$

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

۱۱) با توجه به واکنش‌های انجام شده زیر کدام مطلب نادرست است؟ Fe =۵۶ Cu =۶۴

$1) Cu^{2+}(aq) + V(s) \rightarrow V^{2+}(aq) + Cu(s) \quad \Delta\theta = 10^oC$

$2) Cu^{2+}(aq) + Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s) \quad \Delta\theta = 4^oC$

$3) Cu^{2+}(aq) + Ni(s) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + Cu(s) \quad \Delta\theta = 3^oC$

۱) اتم وانادیم کاهنده‌تر از اتم آهن است.

۲) کاتیون $Ni^{2+}(aq)$ الکترون گیری بیشتری نسبت به کاتیون $Fe^{2+}$ دارد.

۳) در سلول گالوانی (وانادیم- مس)، الکترود وانادیم نقش آند را دارد.

۴) با قرار دادن تیغه مسی در محلول یون‌های آهن، جرم تیغه کاهش می‌یابد.

۱۲) تیغه‌ای از فلز مس را در ۰/۳ لیتر محلول ۰/۵ مولار نقره نیترات قرار می‌دهیم در لحظه‌ای که غلظت یون نقره به ۲۰ درصد غلظت اولیه آن می‌رسد، چند گرم به جرم تیغه مس افزوده می‌شود (بازده واکنش ۸۰ درصد است و ۷۵ درصد نقره تولید شده بر روی تیغه مس می‌نشیند). **(Cu=64, Ag=108g.mol)**

۱) ۳/۹۳۶ ۲) ۶۵/۶ ۳) ۳۹/۳۶ ۴) ۶/۵۶

۱۳) باتوجه به واکنش زیر، کدام گزینه درست است؟

$$MnO_4^-(aq) + H_2C_2O_4(aq) + H^+(aq) \rightarrow MnO_2(s) + H_2O(aq) + CO_2(g)$$

۱. انجام این واکنش، سبب کاهش pH محلول می‌شود.

۲. هر اتم منگنز در این واکنش سه درجه کاهش می‌یابد.

۳. در این واکنش اتم‌های اکسیژن، نقش اکسنده دارند.

۴. با مصرف ۰/۱ مول $H_2C_2O_4$ ۰/۱ مول الکترون جابه‌جا می‌گردد.

۱۴) فلز آهن با محلول مس(II) سولفات واکنش می‌دهد، اما با محلول روی سولفات واکنش نمی‌دهد، بنابراین .....

۱. قدرت اکسندگی $Cu^{2+}$ نسبت به $Zn^{2+}$ کمتر است.

۲. قدرت کاهندگی $Fe^{2+}$ نسبت به کمتر $Zn^{2+}$ است.

۳. قدرت کاهندگی فلز روی نسبت به فلز مس بیشتر است.

۴. قدرت اکسندگی $Fe^{2+}$ نسبت به $Cu^{2+}$ و $Zn^{2+}$ کمتر است.

۱۵) در بین عبارت‌های زیر، چند عبارت درست است؟

الف) گرفتن الکترون به معنای کاهش و از دست دادن الکترون به معنای اکسایش است.

ب) ماده‌ای که با گرفتن الکترون سبب اکسایش گونهٔ دیگر می‌شود را کاهنده می‌نامند.

ج) در واکنش فلز منیزیم با اکسیژن، فلز منیزیم را می‌توان یک گونهٔ کاهنده نامید.

د) در واکنش نقره نیترات با فلز مس، یون نیترات را می‌توان یک گونهٔ اکسنده نامید.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶) واکنش $Cu(s)+Ni^{2+}(aq)\rightarrow Cu^{2+}(aq)+Ni(s)$ انجام پذیر و واکنش $Zn(s)+Ni^{2+}(aq)\rightarrow Zn^{2+}(aq)+Ni(s)$ انجام ناپذیر است، بنابراین .....

**قدرت اکسندگی فلز مس از نیکل بیشتر است.**

**قدرت کاهندگی مس از نیکل بیشتر است.**

**قدرت اکسندگی Ni از Zn بیشتر است.**

**قدرت کاهندگی Zn از Ni بیشتر است.**

۱۷) کدام مطلب در مورد واکنش های اکسایش – کاهش صحیح است؟

۱. در این واکنش‌ها که با مبادلهٔ الکترون همراه هستند، ممکن است عدد اکسایش هیچ کدام از اتم‌ها تغییر نکند.

۲. در واکنش‌های اکسایش – کاهش، دو نیم واکنش همواره در کنار هم رخ می‌دهند.

۳. تعداد الکترون‌های تولید شده در نیم واکنش اکسایش ممکن است با تعداد الکترون‌های مصرفی در نیم واکنش کاهش متفاوت باشد.

۴. در واکنش مس با محلول نقره نیترات رنگ محلول از آبی به بی‌رنگ تبدیل می‌شود.

۱۸) مجموع ضرایب در نیم واکنش زیر، پس از موازنه کدام است؟ $CrO_4^{2-}(aq)+H_2O(l)+e^-\rightarrow CrO_2(s)+OH^-(aq)$

۱) ۹ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۰

۱۹) چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

الف- شعاع گونهٔ اکسنده طی انجام واکنش اکسایش – کاهش، افزایش می‌یابد.

ب- همهٔ فلزها در واکنش با گاز اکسیژن، اکسایش می‌یابند.

پ- با اتصال فلزها در شرایط مناسب به یکدیگر می توان از انرژی ذخیره شده در آن‌ها استفاده کرد.

ت- گونه‌ای خنثی که در یک واکنش به کاتیون تبدیل می‌شود، اکسایش یافته و کاهنده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

۲۰) کدام گزینه جای خالی عبارت های زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟ Zn = ۶۵ Cu= ۶۳/۵

الف- واکنش آهن با محلول مس (II ) سولفات، واکنشی ..... است.

ب- قدرت کاهندگی فلز مس ..... از روی است.

پ- واکنش تیغهٔ روی با محلول مس (II ) سولفات با ..... جرم تیغه همراه است.

۱) گرماده، بیشتر، افزایش ۲) گرماگیر، بیشتر، افزایش ۳) گرماده، کمتر، کاهش ۴) گرماگیر، کمتر، کاهش

۲۱) چند مورد از عبارت های زیر درست هستند؟

۱. با دو تیغهٔ مس و روی و یک لیمو می توان یک باتری لیمویی ساخت که در آن انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود.

۲. باتری، مولدی است که در آن بخشی از انرژی الکتریکی مواد به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.

۳. یکی از راه‌های بهره‌گیری از انرژی ذخیره شده در فلزها، اتصال آنها در شرایط مناسب به یکدیگر است.

۴. چراغ خورشیدی یک ابزار روشنایی است که از لامپ LED ، سلول خورشیدی و باتری غیرقابل شارژ تشکیل شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲) تیغه‌ای آلومینیمی به جرم ۵ گرم را درون ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار مس(II)سولفات قرار می‌دهیم. پس از مبادلهٔ $18/06\times10^{21}$ الکترون، نسبت جرم جامد باقی‌مانده به جرم جامد مصرفی تقریباً کدام است؟ Al= ۲۷ و Cu=۶۴

۱) ۳/۵ ۲) ۵/۹ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۱

**۲۳) باتوجه به واکنش های داده شده کدام گزینه درست است؟**

$I) A + C^{2+} \rightarrow C + A^{2+}$ **انجام‌پذیر**

$II) B + C^{2+} \rightarrow C + B^{2+}$ **انجام‌ناپذیر**

$III) C + 2H^{+} \rightarrow C^{2+} + H_2$ **انجام‌پذیر**

**۱. ترتیب قدرت کاهندگی این فلزها می‌تواند A>B>C به صورت باشد.**
**۲. با توجه به واکنش‌ها، فلز B هم می‌تواند با یون هیدرونیم واکنش دهد و هم نمی‌تواند.**
**۳. ترتیب قدرت اکسندگی کاتیون‌های این سه فلز می‌تواند به صورت: $B^{2+}>A^{2+}>C^{2+}$ باشد.**
**۴. نمک نیترات B را می‌توان در ظرفی از جنس C نگه‌داری کرد.**

**۲۴) اگر الکترون‌های مبادله شده در انجام واکنش تجزیه نقره برمید که باعث تولید ۵۴۰ میلی گرم نقره شده است، با الکترون‌های مبادله شده در واکنش تیغهٔ نیکل با محلول مس(II)نیترات برابر باشد، تیغه چند میلی گرم تغییر جرم داشته است؟ (فرض کنید که تمام مس تولید شده روی تیغه رسوب می‌کند.) Cu = ۶۴ – Ag =۱۰۸ – Ni = ۵۹**

**۱) ۱۶۰ ۲) ۱۴۷/۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۵**

**۲۵) با توجه به واکنش موازنه نشده‌ی زیر تمام گزینه ها درست هستند به جز:**

$$MnO_4^-(aq) + H^+(aq) + NO_2^-(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + NO_3^-(aq) + H_2O(l)$$

**۱. این واکنش از نوع اکسایش و کاهش بوده و تعداد $e^-$ های مبادله شده در آن برابر ۱۰ می‌باشد.**
**۲. در این واکنش یون پرمنگنات نقش اکسنده و یون نیتریت نقش کاهنده را دارد.**
**۳. پس از موازنه مجموع ضرایب فراورده‌ها ۳ واحد کم‌تر از مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها است.**
**۴. تغییر عدد اکسایش گونه‌ی کاهنده در این واکنش برابر عدد اکسایش کربن گروه عاملی کربوکسیل، درمعروفترین کربوکسیلیک اسیدها است.**

**۲۶) با در نظر گرفتن واکنش‌های مقابل کدام توصیف در مورد واکنش مورد نظر به درستی بیان شده است؟**

$I) 2N_2O(g) \rightarrow 2N_2(g) + O_2(g)$
$II) 2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$
$III) 2KNO_3(s)^{+} \rightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$

**۱. (III) – اتم اکسیژن در آن، نقش اکسندگی دارد.**
**۲. (III)– اتم اکسیژن در آن هم اکسید و هم کاهیده شده است.**
**۳. (II)– اتم اکسیژن در آن هم نقش اکسنده و هم نقش کاهنده را دارد.**
**۴. (I)– عدد اکسایش اتم اکسیژن در آن از ۱– به صفر رسیده و اکسایش یافته است**

**۲۷) با توجه به واکنش‌های روبه‌رو: کدام مقایسه درباره‌ی قدرت اکسندگی کاتیون‌ها درست است؟**

$$Zn(s)+Fe^{2+}(aq)\rightarrow Zn^{2+}(aq)+Fe(s)$$
$$Cu^{2+}(aq)+Sn(s)\rightarrow Cu(s)+Sn^{2+}(aq)$$
$$Fe(s)+Sn^{2+}(aq)\rightarrow Fe^{2+}(aq)+Sn(s)$$

۱) $Zn^{2+}>Fe^{2+}>Cu^{2+}>Sn^{2+}$ ۲) $Fe^{2+}>Zn^{2+}>Sn^{2+}>Cu^{2+}$

۳) $Sn^{2+}>Cu^{2+}>Zn^{2+}>Fe^{2+}$ ۴) $Cu^{2+}>Sn^{2+}>Fe^{2+}>Zn^{2+}$

**۲۸) چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟**

**۱. تهیهٔ مواد جدید، بهبود خواص مواد و تأمین انرژی، هر سه در حوزهٔ دانش الکتروشیمی قرار می گیرند.**

**۲. در پدیده‌هایی مانند تندر و آذرخش، بخشی از انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها جاری شود.**

**۳. واکنش‌های شامل تولید و انتقال الکترون، مبنای تولید انرژی الکتریکی هستند.**

**۴. دانش الکتروشیمی توانست به وسیلهٔ تولید انرژی الکتریکی، در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.**

**۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴**

**۲۹) کدام گزینه نادرست است؟**

**۱. کاهنده، گونه ای است که الکترون از دست می‌دهد و عدد اکسایش گونهٔ دیگر را کاهش می‌دهد.**

**۲. عدد اکسایش کروم در یون دی کرومات، دو برابر عدد اکسایش نیتروژن در منیزیم نیتریت است.**

**۳. واکنش ترمیت برخلاف واکنش تجزیهٔ کلسیم کربنات، جزو واکنش‌های اکسایش – کاهش است.**

**۴. یون‌های پرکلرات، سولفات و سولفید گونه‌های همواره اکسنده هستند.**

**۳۰) کدام عبارت درست است؟**

**۱. در واکنش Al با HCl تعداد ۳ الکترون مبادله می‌شود.**

**۲. مجموع ضرایب واکنش دهنده‌ها در واکنش $Cr(s)+Fe^{3+}(aq)\rightarrow Cr^{3+}(aq)+Fe^{2+}(aq)$، برابر با ۵ است.**

**۳. در واکنش نقره نیترات با فلز مس، تغییر غلظت یون‌های مس، نصف تغییر غلظت یون‌های نقره است. (حجم محلول ثابت است).**

**۴. در واکنش $CO_2(g)+H_2(g)\rightarrow CO(g)+H_2O(g)$، تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌ها دچار تغییر می‌شود.**

**۳۱) هرگاه تیغه‌ای از جنس فلز Ni درون محلول مس (II) سولفات قرار گیرد دمای مخلوط افزایش یابد.**
**چه تعداد از عبارت‌های زیر، در مورد آن درست است؟**

**آ) فلز Ni اکسایش و $Cu^{2+}(aq)$ کاهش می‌یابد.**

**ب) واکنشی گرماگیر میان اتم‌های Ni(s) و یون‌های مس(II) رخ می‌دهد.**

**پ) فلز Ni کاهنده و فلز مس اکسنده است.**

**ت) به تدریج رنگ آبی محلول، کم رنگ شده است.**

**۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴**

**۳۲) پس از موازنه هر یک از واکنش‌های زیر چه تعداد از مطالب داده شده صحیح است؟**

I) $Sn^{2+}(aq)+Fe^{3+}(aq)\rightarrow Sn^{4+}(aq)+Fe^{2+}(aq)$

II) $Cr(s)+Fe^{3+}(aq)\rightarrow Cr^{3+}(aq)+Fe^{2+}(aq)$

**آ- ضریب استوکیومتری گونه کاهنده در واکنش های (I) و (II) برابر است.**

**ب- ضریب استوکیومتری گونه اکسنده در واکنش (I) ، دو برابر ضریب گونه کاهنده در واکنش (II) است.**

**پ- مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش دهنده ها در واکنش (II)، بیش‌تر از مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌های واکنش (I) است.**
**ت- مجموع ضرایب استوکیومتری گونه های اکسنده در دو واکنش (I) و (II) برابر ۵ است.**

**۳۳) در کدام واکنش پس از موازنه، مجموع ضرایب فرآورده ها کمتر است؟**

۱) $MnO_4^- + e^- + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + H_2O$ ۲) $Fe^{3+} + Sn^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Sn^{4+}$

۳) $Fe^{3+} + Cr \rightarrow Cr^{3+} + Fe^{2+}$ ۴) $Al + H^+ \rightarrow Al^{3+} + H_2$

**۳۴) به ترتیب از راست به چپ کدام یون فقط در نقش کاهنده و کدام یون در هر دو نقش کاهنده و اکسنده در واکنش های اکسایش و کاهش شرکت می کند؟**

۱) $I^-$ ، $O_2^{2-}$ ۲) $Fe^{2+}$ ، $O^{2-}$ ۳) $Mg^{2+}$ ، $Fe^{3+}$ ۴) $O_2^{2-}$ ، $Sn^{2+}$

**۳۵) اگر فلز M بتواند نقره را از محلول نقره نیترات آزاد کند، اما بر محلول نمک‌های آهن بی‌اثر باشد، کدام ترتیب درباره‌ی قدرت الکترون دهی (کاهندگی) فلزهایM ، Ag و Fe درست است؟**

۱) Fe>M>Ag ۲) M>Fe>Ag ۳) M>Ag>Fe ۴) Fe>Ag>M

- **واکنش های شیمیایی و سفر هدایت شده الکترون ها**
- **برای ایجاد جریان الکتریکی باید الکترون ها را از یک مسیر معین عبور داد یا از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا نمود.**
- **اگر به جای داد و ستد مستقیم الکترون بین گونه های اکسایش و کاهش یافته در یک واکنش، بتوان الکترون‌ها را از طریق یک مدار بیرونی هدایت و جابه‌جا کرد آنگاه می‌توان بخشی از انرژی آزاد شده در واکنش اکسایش ـــ کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود.**
- **شیمی‌دان‌ها با قرار دادن تیغه روی درون محلولی از روی سولفات (نیم سلول روی) و تیغه مس درون محلولی از مس سولفات II (نیم سلول مس) قرار دادند و نیم سلول ها همانند شکل زیر توانستند الکترون‌ها را به مدار خارجی هدایت نمایند. برای آنکه مدار الکتریکی کامل شود، مسیر حرکت یون‌ها در داخل محلول‌ها نیز ایجاد شد.**
  **الکترون ها در مدار بیرونی جابه جا شده و جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. جریانی که سبب روشن شدن لامپ خواهد شد.**
- **از آنجا که واکنش اکسایش یا کاهش در سطح الکترود (مرز میان دو رسانای الکترونی و یونی) روی می‌دهد، از این رو به این نوع واکنش‌ها، واکنش‌های الکترودی می‌گویند.**

## یادآوری

**رسانای الکترونی: فلزها با حرکت الکترون های خود رساناهای خوبی برای جریان برق هستند.**
**به این نوع رسانایی، رسانایی الکترونی می‌گویند.**
**رسانای یونی: در محلول‌های الکترولیت این یون ها هستند که با حرکت خود رسانای جریان برق هستند.**
**الکترولیت: ذراتی که به خوبی در آب حل می‌شوند و به راحتی به یون تبدیل می‌شوند، یعنی درجه یونش بالایی دارند.**

**اجزای تشکیل دهندهٔ سلول گالوانی( ولتایی)**

**۱) دو نیم سلول**

- **یک تیغه از جنس فلز(مانند روی) درون یک بشر دارای محلول آبی یون‌های آن ( یا الکترولیت**

**از جنس خودش ) قرار دارد. به این مجموعه یک نیم سلول(الکترود) می‌گویند.**

$$M(s) \rightleftharpoons M^{n+} + ne^-$$

- **هر سلول گالوانی دارای دو نیم سلول است.**

**I. در نیم سلول سمت چپ تعدادی از اتم‌های فلز الکترون‌های خود را روی سطح تیغهٔ فلز(رسانای الکترونی که به آن الکترودگفته می‌شود)می گذارند و به صورت یون‌های مثبت وارد محلول می‌شوند. در نتیجه بین تیغهٔ فلز (الکترود) و محلول (الکترولیت)، اختلاف پتانسیلی به وجود می‌آید. که به آن پتانسیل الکترودی می‌گویند.**

**آند**

- **الکترودی است که در سطح تیغهٔ آن اکسایش صورت می‌گیرد و با آزاد کردن الکترون، تراکم بار منفی را افزایش می‌دهد.**
- **آند در سلول گالوانی قطب منفی را تشکیل می‌دهد.**
- **تیغه در آند خورده و جرم کمتری پیدا می‌کند.**
- **به طور قرارداد آند، نیم سلول سمت چپ است.**
- **واکنش کلی آن به صورت است.**

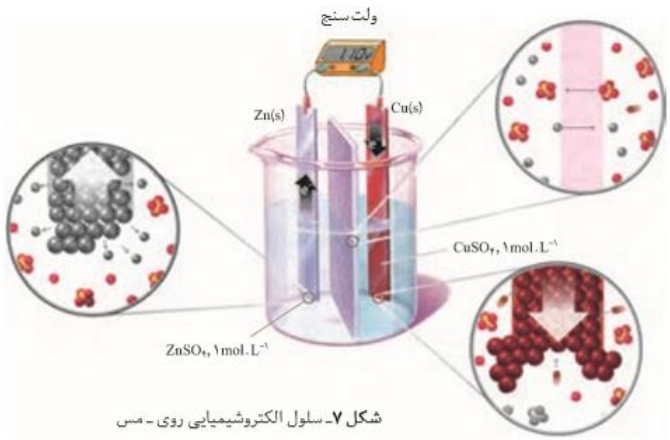
$$M(s) \rightleftharpoons M^{n+} + ne^-$$

**II. در نیم سلول سمت راست الکترون‌های انتقال یافته توسط سیم مسی از آند، کاتیون‌های اطراف خود را کاهش می‌دهد و مثل حالت قبل بین تیغهٔ فلز (الکترود) و محلول (الکترولیت)، اختلاف پتانسیلی به وجود می‌آید.**

**کاتد**

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

- **الکترودی است که در سطح تیغهٔ آن کاهش صورت می‌گیرد و الکترون‌ها ارسال شده توسط سیم مسی از آند را جذب می‌کند.**
- **کاتد در سلول گالوانی قطب مثبت را تشکیل می‌دهد.**
- **بر جرم تیغهٔ فلزی در کاتد افزوده می‌شود.**
- **به طور قرارداد کاتد، نیم سلول سمت راست است.**
- **واکنش کلی آن به صورت $M^{n+} + ne^- \rightleftharpoons M(s)$ است.**



شکل ۷ـ سلول الکتروشیمیایی روی ـ مس

**۲) سیم مسی و عامل بارگذاری الکترون‌ها (لامپ و ولت سنج و ...)**

**سیم مسی جهت جابه‌جایی الکترون از یک نیم سلول به نیم سلول دیگر استفاده می‌شود. و عامل بارگذاری الکترون‌ها جهت مشاهده جریان استفاده می‌گردد.**

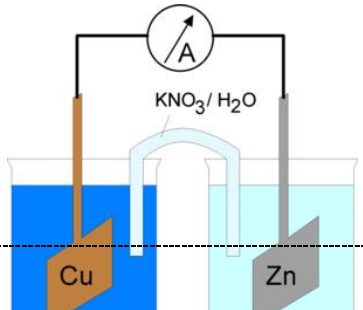
**۳) دیواره متخلخل**

**برای بهم نخوردن توازن بار ناشی از عمل اکسایش و کاهش که منجر به افزایش غلظت کاتیون در محلول پیرامون الکترود آند، و افزایش غلظت آنیون‌ها در محلول پیرامون الکترود کاتد می‌شود به کار می‌رود.**

- **محلول های موجود در هر دو ظرف باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. این مهم هنگامی امکان پذیر است که کاتیون ها از نیم سلول آند به کاتد و آنیون ها از نیم سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت کنند.**

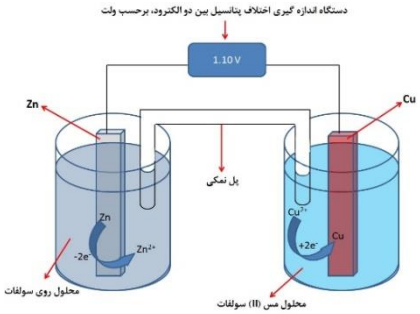
**پل نمکی**

**در برخی از سلول‌های گالوانی به جای دیواره متخلخل می‌توان از پل نمکی که**



**یک لولهٔ U شکل حاوی سیرشده‌ی یک الکترولیت قوی مثل $KNO_3$ یا KCl است، استفاده نمود. و برای آن که محلول داخل پل نمکی به طور مستقیم با الکترولیت در تماس نباشد، سر لوله پنبه می‌گذارند.**

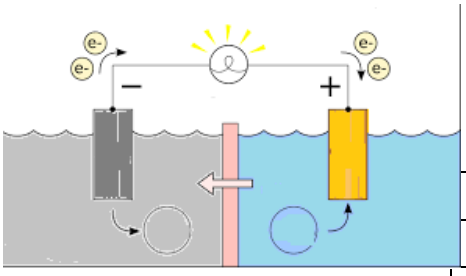
**جهت جریان**




- **جهت حرکت الکترون‌ها: همیشه جهت جریان الکترون‌ها از آند به کاتد است.**
- **جهت حرکت یون‌ها: همیشه کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند جریان می‌یابند.**

**بسته بودن مدار جریان**

- **حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است و حرکت آنیون‌ها در مدار داخل محلول ازکاتد به آند می‌باشد. بدین ترتیب مدار جریان کامل می‌شود.**
- **اگر بین دو محلول جابه‌جایی یونی برقرار نباشد، مبادلهٔ الکترون صورت نمی‌گیرد.**




**خلاصه نکات مربوط به آند و کاتد در جدول زیر آورده شده است:**

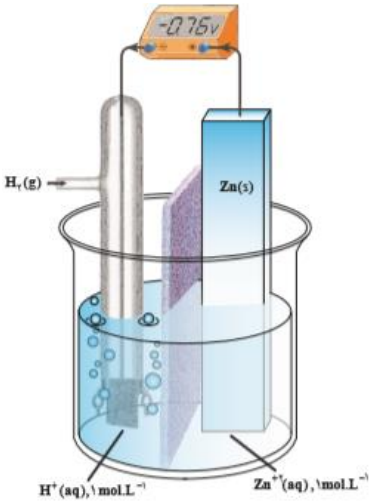
| آند | کاتد |
|---|---|
| اکسایش | کاهش |
| از دست دادن الکترون | گرفتن الکترون |
| قطب منفی | قطب مثبت |
| کاهش جرم تیغه فلزی | افزایش جرم تیغه در کاتد |
| جذب آنیون از محلول مقابل | جذب کاتیون از محلول مقابل |
| جرم کاتیون محلول افزایش می‌یابد | جرم کاتیون محلول کاهش می‌یابد |
| الکترون‌ها از طریق سیم خارج می‌شوند | الکترون‌ها از طریق سیم وارد می‌شوند |

**برای تشخیص کاتد و آند به روش‌های زیر توجه می‌شود:**

**۱- براساس معادلهٔ واکنش: گونه‌ای که اکسایش می‌یابد نقش آند و دیگری نقش کاتد دارند.**

**۲- براساس نامی که برای سلول گالوانی به‌کار می‌رود سلول نیکل – مس در نوشتن فلز اولی نقش آند ( نیکل) و دیگری کاتد(مس)است.**

**۳- از روی شکل سلول**




أ. **در صورت مثبت بودن پتاسیل سلول، آند سمت چپ و کاتد سمت راست**

ب. **در صورت نمایش جهت جریان الکترون، الکترون‌ها از آند به کاتد جریان می‌یابند. یعنی از قطب منفی به مثبت است.**

ج. **در صورت نمایش جهات حرکت یون‌ها، آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد می‌روند.**

**نیروی الکتروموتوری**

- **ولتاژی که ولت سنج در سلول گالوانی نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است کمیتی**
- **که به نیروی الکتروموتوری معروف است و با emf نمایش داده می‌شود و از فرمول زیر قابل محاسبه است:**

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{c} - E^{\circ}_{a}$$

- **نیروی الکتروموتوری یک سلول همیشه مثبت است و اگر در سلولی منفی نشان داده شود به معنی جابه‌جا شدن آند و کاتد است.**

**تذکر: اگر پتانسیل سلول منفی نوشته شده باشد، به معنی منفی بودن پتانسیل سلول نیست بلکه نشان دهندهٔ این است که قطب های ناهمنام سلول و ولت‌سنج به هم متصل شده‌اند.**

**در سلول روبه‌رو هیدروژن نقش کاتد و تیغهٔ روی نقش آند دارد.**

## پتانسیل های الکترودی استاندارد

- **هنگامی که دو نیم سلول به شکل مناسبی به یکدیگر متصل می شوند، یک سلول الکتروشیمیایی به وجود می‌آید. در این سلول الکتروشیمیایی، الکترون‌ها از الکترودی با پتانسیل منفی‌تر به سمت الکترودی با پتانسیل مثبت‌تر جریان می‌یابند. آنچه به وسیلهٔ ولت سنج اندازه گیری می‌شود فقط اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول یاد شده است.**
- **از آنجا که اندازه گیری پتانسیل یک الکترود به طور جداگانه ممکن نیست و نسبت دادن یک این مقدار مطلق به پتانسیل آن الکترود نیز نتیجه‌ای در بر ندارد، شیمی‌دآن‌ها برای حل مشکل، یک نیم سلول استاندارد انتخاب کردند و مقدار پتانسیل آن را برابر با صفر درنظر گرفتند. این نیم سلول استاندارد، الکترود استاندارد هیدروژن (SHE) است.**

**جدول ۱ـ پتانسیل کاهشی استاندارد برای برخی نیم‌سلول‌ها**

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

اکسنده قوی‌تر ↑ — کاهنده قوی‌تر ↓

### الکترود استاندارد هیدروژن

- **الکترود استاندارد هیدروژن شامل یک الکترود پلاتینی است که در یک محلول اسیدی با $[H^+] = 1 mol\,L^{-1}$ or $pH = 0$ و گاز هیدروژن با فشار atm ۱ از روی آن عبور داده می‌شود. و در هر دمایی برابر صفر درنظر گرفته می‌شود.**

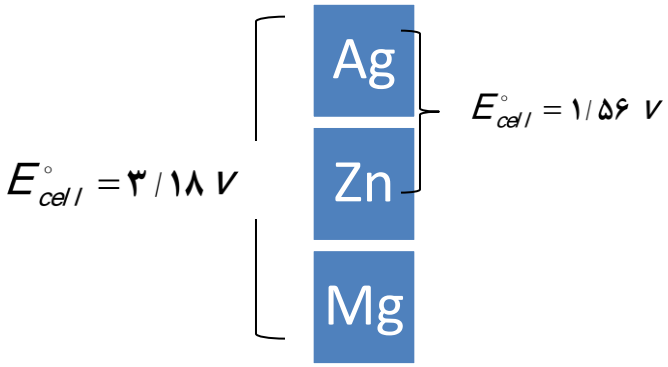
$$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) \qquad E^{\circ} = 0/000\ V$$

- **به کارگیری واژهٔ استاندارد برای پتانسیل‌های الکترودی یادآور شرایط استاندارد، یعنی غلظت یک مولار برای یون‌های محلول و فشار یک اتمسفر برای گازهاست و اغلب اندازه‌گیری‌ها در دمای $25\ ^{\circ}C$ انجام می‌گیرد. برای هماهنگی بیشتر و مطابق یک قرارداد، پتانسیل‌های الکترودی استاندارد همواره به صورت پتانسیل‌های کاهشی استاندارد گزارش می‌شود. در هر نیم واکنش، الکترون‌ها در سمت چپ قرار می‌گیرد. به دیگر سخن گونه کاهنده در سمت راست و گونه اکسنده در سمت چپ نوشته می‌شود.**
- **در این جدول علامت $E^{\circ}$ فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری از $H_2$ دارند، منفی و علامت $E^{\circ}$ فلزهایی که قدرت کاهندگی کمتری از $H_2$ دارند، مثبت است.**
- **هرچه $E^{\circ}$ منفی‌تر باشد فلز کاهنده قوی‌تر است. و کاتیون آن اکسنده ضعیف‌تر خواهد بود.**

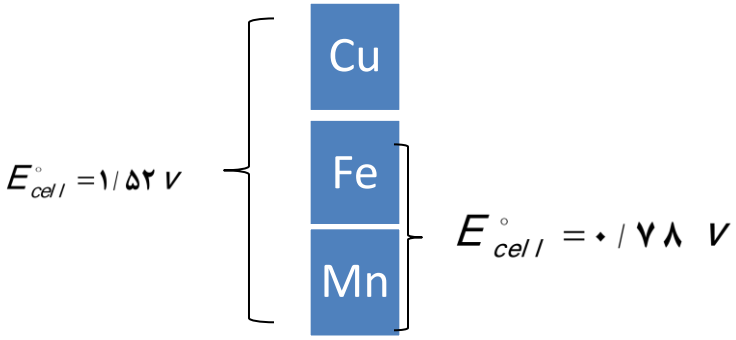
- هرچه $E^{\circ}$ مثبت‌تر باشد کاتیون فلز یا نافلز اکسنده قوی‌تر است.
- سری الکتروشیمیایی کمک می‌کند تا بتوان واکنش‌پذیری فلزها را با هم مقایسه کرد؛ به دیگر سخن انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش های میان آنها را پیش بینی کرد. برای این کار کافی است $E^{\circ}_{cell}$ را برای سلولی محاسبه کرد که واکنش اکسایش - کاهش یاد شده در آن رخ می‌دهد. اگر مقدار $E^{\circ}_{cell}$ > ۰ باشد، واکنش از چپ به راست خودبه‌خودی و انجام پذیر است.
- اگر مقدار $E^{\circ}_{cell}$ منفی باشد، واکنش انجام ناپذیر است. به عبارت دیگر، واکنش در جهت برگشت یعنی از راست به چپ خودبه‌خودی است. این روش به واکنش های دیگر نیز قابل تعمیم است.
- فلزاتی که $E^{\circ}$ منفی دارند نسبت به گاز هیدروژن کاهنده قوی‌تری هستند، بنابراین این فلزات در اسیدها حل می‌شوند وگاز هیدروژن آزاد می‌کنند.

برای نگه‌داری اسیدهای ضعیف می‌توان از ظروفی که جنس آنها فلزاتی که دارای $E^{\circ}$ مثبت‌اند نظیر نقره، پلاتین و طلا استفاده نمود.

- قوی‌ترین نافلز جدول دوره‌ای قوی‌ترین اکسنده جدول سری پتانسیل استاندارد کاهشی خواهد بود.
- براساس این جدول قدرت کاهندگی فلزات بالای جدول از کاتیون‌های پایین جدول بیشتر است. $Ag > Mg^{2+}$
- هرچه اختلاف $E^{\circ}$ دو فلز بیشتر باشد ولتاژ سلول گالوانی حاصل از آن دو فلز بیشتر خواهد بود.
- اگر دو سلول گالوانی در کاتد مشترک باشند ولی آند متفاوتی داشته باشد، قدرت کاهندگی آندی بیشتر است که ولتاژ سلول آن عدد مثبت‌تری است. در مثال زیر فلز نقره کاتد مشترک و فلز منیزیم کاهنده قوی‌تری است.




- اگر دو سلول گالوانی در آند مشترک باشند ولی کاتد متفاوتی داشته باشد، قدرت اکسندگی کاتیون‌های آندی بیشتر است که ولتاژ سلول آن عدد مثبت‌تری است. در مثال زیر **Mn** آند مشترک است و کاتیون $Cu^{+۲}$ اکسنده قوی‌تر است.




**جدول پتانسیل‌های الکترودی استاندارد**

**Standard Reduction Potentials at 25°C (298 K) for Many Common Half-Reactions**

| Half-Reaction | $\mathscr{E}^\circ$ (V) | Half-Reaction | $\mathscr{E}^\circ$ (V) |
|---|---|---|---|
| $F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$ | 2.87 | $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ | 0.40 |
| $Ag^{2+} + e^- \rightarrow Ag^+$ | 1.99 | $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ | 0.34 |
| $Co^{3-} + e^- \rightarrow Co^{2-}$ | 1.82 | $Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$ | 0.27 |
| $H_2O_2 + 2H^- + 2e^- \rightarrow 2H_2O$ | 1.78 | $AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$ | 0.22 |
| $Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$ | 1.70 | $SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$ | 0.20 |
| $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$ | 1.69 | $Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$ | 0.16 |
| $MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$ | 1.68 | $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ | 0.00 |
| $2e^- + 2H^+ + IO_4^- \rightarrow IO_3^- + H_2O$ | 1.60 | $Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$ | −0.036 |
| $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ | 1.51 | $Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$ | −0.13 |
| $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$ | 1.50 | $Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$ | −0.14 |
| $PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$ | 1.46 | $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$ | −0.23 |
| $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ | 1.36 | $PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$ | −0.35 |
| $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ | 1.33 | $Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$ | −0.40 |
| $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ | 1.23 | $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ | −0.44 |
| $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$ | 1.21 | $Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$ | −0.50 |
| $IO_3^- + 6H^+ + 5e^- \rightarrow \frac{1}{2}I_2 + 3H_2O$ | 1.20 | $Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$ | −0.73 |
| $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ | 1.09 | $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$ | −0.76 |
| $VO_2^+ + 2H^+ + e^- \rightarrow VO^{2+} + H_2O$ | 1.00 | $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ | −0.83 |
| $AuCl_4^- + 3e^- \rightarrow Au + 4Cl^-$ | 0.99 | $Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$ | −1.18 |
| $NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$ | 0.96 | $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$ | −1.66 |
| $ClO_2 + e^- \rightarrow ClO_2^-$ | 0.954 | $H_2 + 2e^- \rightarrow 2H^-$ | −2.23 |
| $2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$ | 0.91 | $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$ | −2.37 |
| $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ | 0.80 | $La^{3+} + 3e^- \rightarrow La$ | −2.37 |
| $Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$ | 0.80 | $Na^+ + e^- \rightarrow Na$ | −2.71 |
| $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$ | 0.77 | $Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$ | −2.76 |
| $O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$ | 0.68 | $Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$ | −2.90 |
| $MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$ | 0.56 | $K^+ + e^- \rightarrow K$ | −2.92 |
| $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ | 0.54 | $Li^+ + e^- \rightarrow Li$ | −3.05 |
| $Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$ | 0.52 | | |

**در این منابع قوی‌ترین کاهنده فلز لیتیم و قوی‌ترین اکسنده مولکوهای فلوئور است.**

**ضعیف‌ترین اکسنده کاتیون لیتیم و ضعیف‌ترین کاهنده آنیون فلوئورید است.**

**مطابق داده‌های پتانسیل کاهشی استاندارد واکنش خودبه‌خودی و انجام‌پذیر است که فلز کاهنده‌تر با کاتیون اکسنده‌تر واکنش دهد یعنی در جدول اصلی، فلز سمت راست پایینی با کاتیون سمت چپ بالایی واکنش می‌دهد.**

**فلزات: مس، جیوه، نقره، پالادیم و طلا در هیدروکلریک اسید حل نمی‌شوند.**

**برای نگه‌داری هر محلول می‌توان از ظرفی استفاده کرد که جنس آن از فلزی با قدرت کاهندگی ضعیف‌تر از فلزِ کاتیون نمک محلول باشد.**

**نتیجه: هنگامی یک واکنش اکسایش – کاهش خودبه‌خودی است که**

$$E^\circ_{Reaction} > 0$$

$$E^\circ_{Reaction} = E^\circ_{\text{کاهش یافته}} - E^\circ_{\text{اکسایش یافته}}$$

**M(s) + $B^{n+}$(aq) → .....(aq) + .....(s)**

**کاهنده قوی  اکسنده قوی**

**کاتیون سمت چپ فلز سمت راست**

**جدول پتانسیل جدول پتانسیل**

**$Mg(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow$ .....(aq) + .....(s)**

**اکسنده ضعیف** $M^{m+}(aq) + me^- \rightarrow M(s)$ **کاهنده قوی**

**اکسنده قوی** $B^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow B(s)$ **کاهنده ضعیف**

**۳۶) کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد سلول گالوانی (Zn-Cu ) نادرست است؟**

**۱. اتم‌های فلز مس در قطب مثبت این سلول کاهش می‌یابند.**

**۲. الکترون‌های آزاد شده در سطح الکترود روی از طریق سیم رابط به سوی الکترود مس روانه می‌شوند.**

**۳. نیم واکنش اکسایش در نیم سلول روی انجام می‌شود.**

**۴. کاتیون‌های $Zn^{2+}$ از نیم سلول آند به کاتد مهاجرت می‌کنند.**

**۳۷) نقش دیواره متخلخل در سلول گالوانی چیست؟**

**۱) بین دو نیم سلول هدایت الکترونی برقرار می‌کند.**

**۲) جلوی خنثی شدن محلول‌ها را می‌گیرد.**

**۳) جلوی عبور یون‌ها را می‌گیرد.**

**۴) باعث عدم اختلال محلول‌ها و در عین حال ارتباط الکتریکی آن‌ها می‌شود.**

**۳۸) چه تعداد از عبارت های زیر نادرست است.**

**آ) اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم سلول به طور جداگانه ممکن نیست، بنابراین این کمیت به طور نسبی اندازه‌گیری می‌شود.**

**ب) به پیشنهاد آیوپاک، جدول سری الکتروشیمیایی به شکل کاهشی نوشته شده است.**

**پ) علامت $E^\circ$ منفی نشان دهنده آن است که قدرت کاهندگی فلز از هیدروژن کم‌تر است.**

**ت) نیروی الکتروموتوری معروف به emf نشان دهنده اختلاف پتانسیل میان دو نیم سلول است.**

**۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴**

**۳۹) هرگاه دوالکترود فلزی که در تشکیل سلول گالوانی شرکت کنند الکترودی که $E^\circ$.....دارد..... و..... را تشکیل می‌دهد.**

**۱)کوچک‌تری –کاهنده –آند ۲ )کوچک‌تری – اکسنده –کاتد**

**۳) بزرگ‌تری –اکسنده –آند ۴)بزرگ‌تری – کاهنده – کاتد**

**۴۰) وظیفهٔ کدام قسمت از یک سلول الکتروشیمیایی نادرست ذکر شده است؟**

**۱. الکترود آند: فراهم کردن سطح مناسب برای انجام واکنش اکسایش**

**۲. دیوارهٔ متخلخل: عبور یون‌های شرکت کننده در واکنش، با هدف خنثی شدن بار الکتریکی هر یون الکترود**

**۳. کاتد: فراهم کردن سطح مناسب برای گرفتن الکترون توسط اکسنده**

**۴. دیوارهٔ متخلخل: جلوگیری از مخلوط شدن مستقیم و سریع دو الکترولیت آندی و کاتدی**

**۴۱) پتانسیل الکتریکی سلول‌های گالوانی "روی – مس " و " مس –طلا" به ترتیب ۱/۱ و ۱/۳۴ ولت می باشد، پتانسیل الکتریکی سلول گالوانی " روی – طلا " چند ولت است؟**

**۱) ۰/۲۴**

۲) ۱/۵۸
۳) ۲/۴۴
۴) ۱/۲۲

۴۲) اگر $E^0$ نیم واکنش: $Pt(s) \rightleftharpoons Pt^{2+}(aq) + 2e$ برابر با ۱/۲۰ + باشد، $E^0$ نیم واکنش $2Pt^{2+}(aq) + 4e \rightleftharpoons 2Pt(s)$ برابرچندولت خواهد بود؟

۱) +۱/۲ ۲) +۰/۶ ۳) + ۲/۴ ۴) +۱/۴۴

۴۳) اگر صفحه نمایشگر ولت سنج در سلول گالوانی $Cu - Ag$ عدد ۰/۳۵ را نشان دهد بازده درصدی این سلول چقدر است؟

$E^\circ(Ag^+/Ag) = +0/8$ $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34$

۱) ۴۶ ۲) ۸۹ ۳) ۹۱ ۴) ۷۶

۴۴) چند مورد از موارد زیردرست است؟

الف)در همه سلول‌های گالوانی، جریان الکتریکی درمدار بیرونی برقرار می‌شود.

ب)درمیان فلزات عنصر لیتیم کمترین چگالی و بیشترین $E^O$ رادارد.

ج)باتری‌های دکمه‌ای از جمله باتری‌های سربی هستند که در شکل و اندازه‌های گوناگون به کار می‌رود.

د)در هرتن از نمک دریاچه قم حدود ۲۰۰ گرم پتاسیم وجود دارد.

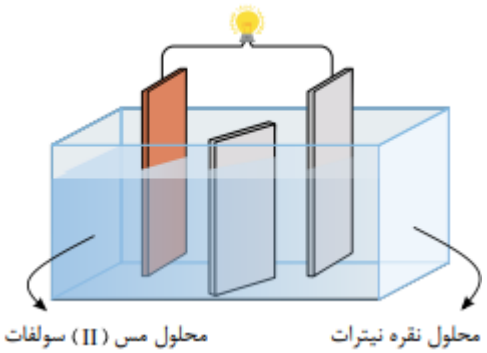
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۵) هرگاه مقدار **emf** سلول گالوانی آلومینیوم - مس برابر ۲ولت باشد و مقدار **emf** سلول گالوانی روی – مس برابر با ۱/۱ ولت باشد.مقدار **emf** سلول گالوانی الومینیوم – روی دراین شرایط چند ولت است؟

۱) ۰/۹ ۲) ۱/۷ ۳) ۲/۶ ۴) ۳/۱

۴۶) با توجه به شکل زیر که به سلول گالوانی «مس - نقره» مربوط است، کدام مطلب نادرست است؟

$E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = +0/34v$ , $E^\circ_{Ag^+/Ag} = +0/8v$




۱. جریان الکترون در مدار بیرونی از سوی آند به سوی کاتد است و آنیون‌ها با عبور از دیوارهٔ متخلخل، به سوی الکترود مس حرکت می کنند.
۲. با انجام واکنش، جرم الکترود مس کاهش و جرم الکترود نقره افزایش پیدا می کند.
۳. **emf** آن برابر ۰/۴۶ ولت است.
۴. الکترود مس دارای علامت مثبت و الکترود نقره دارای علامت منفی است.

۴۷) باتوجه به پتانسیل کاهشی استاندارد الکترودهای روی، قلع، آهن و منیزیم که در زیر داده شده است، کدام واکنش در شرایط استاندارد خودبه‌خودی است و **emf** آن برابر چند ولت است؟

$E^\circ_{Sn^{2+}/Sn} = -0/15v$ , $E^\circ_{Fe^{2+}/Fe} = -0/44v$ , $E^\circ_{Mg^{2+}/Mg} = -2/38v$ , $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0/76v$

۱) $Zn(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Fe(s)$
۲) $Mg^{2+}(aq) + Sn(s) \rightarrow Mg(s) + Sn^{2+}(aq)$
۳) $Fe(s) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Sn(s)$
۴) $Fe(s) + Mg^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Mg(s)$

۱) ۱ و ۱/۹۷+ ۲) ۲ و ۰/۵۶+ ۳) ۳ و ۰/۲۹+ ۴) ۴ و ۰/۳۵+

۴۸) با توجه به داده‌های زیر، می‌توان دریافت که ..... اکسنده‌ی قویتر، ..... کاهنده‌ی قویتر است و ..... می‌تواند ..... را از محلول نمک‌های آن آزاد سازد.

$$E^\circ_{Ce^{4+}/Ce^{3+}} = +1/61v \ , \ E^\circ_{Al^{3+}/Al} = -1/66v \ , \ E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = +0/34v \ , \ E^\circ_{Sn^{2+}/Sn} = -0/15v$$

۱) $Cu^{2+}(aq)$ , $Sn(s)$ , $Al(s)$ , $Ce^{4+}(aq)$

۲) $Sn^{2+}(aq)$ , $Cu(s)$ , $Al(s)$ , $Ce^{4+}(aq)$

۳) $Cu^{2+}(aq)$ , $Sn(s)$ , $Ce^{3+}(aq)$ , $Al^{3+}(aq)$

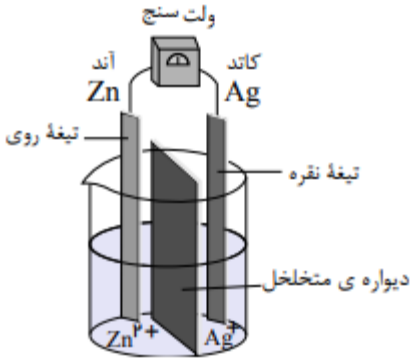
۴) $Sn^{2+}(aq)$ , $Cu(s)$ , $Ce^{3+}(aq)$ , $Al^{3+}(aq)$

۴۹) اگر در سلول استاندارد روی ـ جیوه، به جای الکترود استاندارد جیوه، الکترود استاندارد آهن قرار داده شود، کدام تغییر روی خواهد داد؟

$$E^\circ_{Fe^{2+}/Fe} = -0/44v \ , \ E^\circ_{Hg^{2+}/Hg} = +0/85v \ , \ E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0/76v$$

۱. $E^\circ$ سلول به اندازه ۱/۲۹ ولت، کاهش می‌یابد.
۲. الکترود روی از آند به کاتد مبدل می شود.
۳. مقدار کاتیون روی در محلول کاهش می‌یابد.
۴. جهت جریان الکترون در مدار بیرونی عوض می‌شود.

۵۰) باتوجه به شکل روبه‌رو و $E^\circ$ الکترودها، کدام عبارت درست است؟




Ag =۱۰۸ Zn =۶۵ $E^\circ(Ag^+/Ag) = +0/8$ $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76$

۱. اگر میله روی، به طور مستقیم وارد محلول نقره نیترات شود، به تدریج، غلظت یون‌های نقره افزایش می‌یابد.
۲. در طی کارکرد سلول کاتیون‌ها از درون محلول از آند به سمت کاتد جریان می‌یابند.
۳. با اضافه کردن $ZnSO_4$ به محلول کاتدی، واکنش الکتروشیمیایی در آن بدون نیاز به دیواره‌ی متخلخل انجام می‌شود.
۴. اگر محلول اولیه آندی و کاتدی حجم و غلظت یکسانی از سولفات فلز مربوطه داشته باشند، مقدار تغییر جرم تیغه کاتدی دو برابر تیغه آندی خواهد بود.

۵۱) کدام مطلب در مورد سلول الکتروشیمیایی ( SHE-Pt) درست است؟ $E^\circ(Pt^{2+}/Pt) = +1/2v$ Pt =۱۹۵

۱. اگر الکترود هیدروژن به پایه‌ی مثبت ولت سنج متصل شود عدد ۱/۲ v بر روی آن نمایش داده می‌شود.
۲. $E^\circ$ برای SHE فقط در دمای اتاق (۲۵ °C) برابر صفر در نظر گرفته می شود.
۳. جنس الکترود در هر دو نیم سلول یکسان است.
۴. با مصرف ۶/۷۲ لیتر گاز هیدروژن (در شرایط STP) در آند، ۵۵/۸ گرم بر جرم کاتد افزوده می شود.

۵۲) کدام عبارت درست است؟

۱. در سلول گالوانی آهن - مس، تغییر جرم تیغه‌ی آندی بیشتر از تیغه کاتدی خواهد بود. Fe =۵۶ Cu =۶۴
۲. در سلول گالوانی آهن - مس، با فرض ثابت و برابر بودن حجم محلول در دو ظرف تغییر غلظت یکسان خواهد بود.
۳. در سلول گالوانی روی - نقره، تغییر جرم تیغه کاتدی کمتر از سه برابر تغییر جرم تیغه آندی خواهد بود. Zn =۶۵ Ag =۱۰۸
۴. در سلول گالوانی روی - آهن، در سطح تیغه آهن واکنش اکسایش صورت می گیرد و یون تشکیل می شود.

۵۳) کدام توصیف نادرست است؟

۱. اگر نیم سلول روی در سلول گالوانی با SHE بسته شود که در آن SHE آند باشد، ولت سنج عدد منفی را نمایش می‌دهد.
۲. در نیم سلول آهن، فلز آهن الکترون خود را بر روی تیغه جا می‌گذارد و به یون مثبت محلول تبدیل می‌شود.

۳. در سلول الکتروشیمیایی، در محلول با حرکت الکترون از کاتد به آند و در مدار بیرونی از آند به کاتد، مدار الکتریکی کامل می‌شود.

۴. واکنش‌های انجام شده در مرز رسانای الکتریکی و یونی در نیم سلول‌ها را واکنش الکترودی می‌نامند.

**۵۴)** چند عبارت درباره‌ی سلول گالوانی **Al-Cu** درست است؟

$$Al = ۲۷ \ , \ Cu = ۶۴ \qquad E^{\circ}_{Al^{۳+}/Al} = -۱/۶۶v \ , \ E^{\circ}_{Cu^{۲+}/Cu} = +۰/۳۴v$$

۱. اگر هر دو نیم سلول استاندارد باشند، **emf** سلول حاصل برابر ۲ ولت خواهد بود.

۲. با ادامه‌ی کارکرد سلول، پتانسیل یا **emf** سلول آرام آرام کاهش می‌یابد.

۳. به ازای حذف ۰/۱ مول از تیغه‌ی آندی ۹/۶ گرم به جرم تیغه‌ی کاتدی افزوده می‌شود.

۴. اگر محلول ظرف آند را با آب مقطر رقیق نماییم، **emf** سلول کاهش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

**۵۵)** با توجه به جدول زیر کدام عبارت نادرست است؟

| نیم‌واکنش کاهش | $E^{\circ}(V)$ |
|---|---|
| $A^{۲+} + ۲e^- \rightleftharpoons A$ | $-۰/۴$ |
| $B^{۲+} + ۲e^- \rightleftharpoons B$ | $-۰/۲۳$ |
| $C^{۳+} + ۳e^- \rightleftharpoons C$ | $-۱/۷$ |
| $D^{+} + e^- \rightleftharpoons D$ | $۰/۸$ |

۱. $D^+$ قوی‌ترین عامل اکسنده و **C** قوی‌ترین عامل کاهنده است.

۲. **C** می‌تواند به وسیله یون $A^{2+}$ اکسید شود و $D^+$ می‌تواند به وسیله‌ی **B** کاهیده شود.

۳. اگر ولتاژ پیل حاصل از **x** با **A** که در آن **A** نقش کاتد را دارد، برابر ۱/۹۷ ولت باشد، $E^{\circ}$ عنصر **x** برابر ولت ۲/۳۷ است.

۴. معادله موازنه شده سلول **A-C** به صورت $۳A + ۲C^{۳+} \rightarrow ۳A^{۲+} + ۲C$ بوده و سلول **C-D** بیش‌ترین ولتاژ را خواهد داشت.

**۵۶)** اگر سلول‌های الکتروشیمیایی که در آن‌ها واکنش‌های موازنه نشده‌ی **I** و **II** انجام می‌گیرد به ترتیب برابر ۰/۷۲ و ۰/۵۹ ولت باشد، $E^{\circ}$ سلولی که در آن واکنش **III** انجام می‌شود برابر ..... ولت است و .....

$$E^{\circ}_{Al^{۳+}/Al} = -۱/۶۶v \ , \ E^{\circ}_{Ni^{۲+}/Ni} = -۰/۲۵v$$

$$\text{I}) \ Al^{۳+}(aq) + M(s) \rightarrow M^{۲+}(aq) + Al(s)$$
$$\text{II}) \ N^{۲+}(aq) + Ni(s) \rightarrow Ni^{۲+}(aq) + N(s)$$
$$\text{III}) \ N^{۲+}(aq) + M(s) \rightarrow M^{۲+}(aq) + N(s)$$

۱) ۲/۷۲ ، $N^{۲+}$ از $M^{۲+}$ اکسنده‌تر است. ۲) ۱/۲۸ ، **M** از **N** کاهنده‌تر است.

۳) ۲/۷۲ ، $M^{۲+}$ از $N^{۲+}$ اکسنده‌تر است. ۴) ۱/۲۸ ، **N** از **M** کاهنده‌تر است.

**۵۷)** اگر $E^{\circ}$ واکنش $M^{۲+}(aq) + Sn(s) \rightarrow M(s) + Sn^{۲+}(aq)$ مثبت و واکنش $۲Ag^{+}(aq) + M(s) \rightarrow ۲Ag(s) + M^{۲+}(aq)$ منفی باشد، کدام گزینه درست است؟ $E^{\circ}_{Ag^{+}/Ag} = +۰/۸v \ , \ E^{\circ}_{Sn^{۲+}/Sn} = -۰/۱۵v$

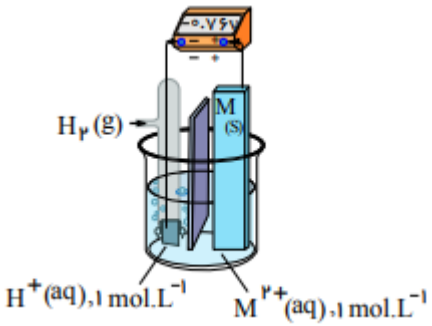
۱. نمک‌های حاوی $M^{2+}$ را می‌توان در ظرفی از جنس قلع نگهداری کرد.

۲. قدرت کاهندگی **M** از بقیه کم‌تر است.

۳. $E^{\circ}$ سلول حاصل از **M** و **Sn** بیش‌تر از $E^{\circ}$ سلول حاصل از **M** و **Ag** است.

۴. در سلول گالوانی حاصل از **Sn** و **M** جهت حرکت کاتیون از کاتد به آند است.

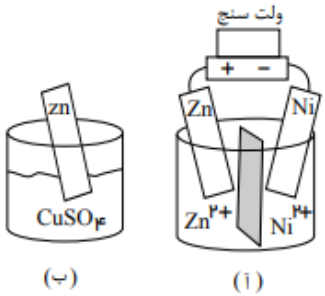
۵۸) باتوجه به تصویر مقابل، کدام مورد توصیفی نادرست است؟




۱. در این سلول در طی یک واکنش خودبه‌خودی الکترون‌ها از نیم سلول $M^{2+}/M$ به سمت الکترود SHE جریان می‌یابند.
۲. کاتد این سلول قطب منفی و آند آن قطب مثبت سلول را تشکیل می‌دهند.
۳. نیم سلول $M^{2+}/M$ قطب منفی سلول را تشکیل می‌دهد.
۴. با گذشت زمان، مقدار اختلاف پتانسیل سلول کاهش می‌یابد.

۵۹) باتوجه به شکل‌های روبه رو کدام یک از عبارت های زیر نادرست‌اند؟

$Zn = ۶۵$ ، $Cu = ۶۴$ $Ni = ۵۸$ $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -۰/۷۶v$ $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} = -۰/۲۵v$ ، $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = +۰/۳۴v$




آ) در هر دو شکل (آ) و (ب) مبادلهٔ الکترون انجام می‌شود که از انرژی این الکترون‌ها می‌توان به طور مستقیم به عنوان منبعی برای تولید الکتریسیته استفاده کرد.
ب) در شکل (آ) ولت سنج عدد ۰/۵۱ v را نشان می‌دهد.
پ) در شکل (آ) اگر به جای تیغهٔ روی و محلول روی از تیغهٔ مسی و محلول مس(II) استفاده نمائیم، پتانسیل الکترودی استاندارد واقعی سلول، می‌تواند به اندازهٔ ۰/۰۸ ولت افزایش یابد.
ت) در شکل (آ) با گذشت زمان از جرم تیغهٔ روی کاسته می‌شود، در حالی که در شکل (ب) جرم تیغهٔ روی افزایش می یابد.

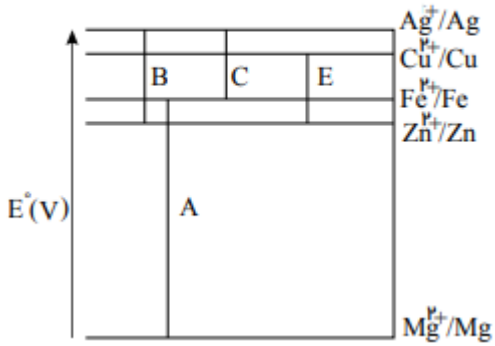
۱) آ – ب ۲) آ – پ ۳) ب – پ – ت ۴) آ – ب – ت

۶۰) اگر یک $E^\circ$ سلول الکتروشیمیایی که در آن، واکنش: $A^{2+}(aq) + B(s) \rightarrow A(s) + B^{2+}(aq)$ انجام می‌گیرد با سلول الکتروشیمیایی دیگری که در آن واکنش: $B^{2+}(aq) + C(s) \rightarrow B(s) + C^{2+}(aq)$ انجام می‌گیرد، برابر باشد، $E^\circ_{B^{2+}(aq)/B(s)}$، برابر چند ولت است؟

$E^\circ_{C^{2+}/C} = -۲/۳۷v$ $E^\circ_{A^{2+}/A} = -۰/۴۱v$

۱) +۰/۹۸ ۲) −۱/۳۹ ۳) +۱/۹۶ ۴) −۲/۸۷

۶۱) در نمودار زیر هر خط عمودی یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز را نشان می‌دهد. با توجه به آن کدام مطلب نادرست است؟

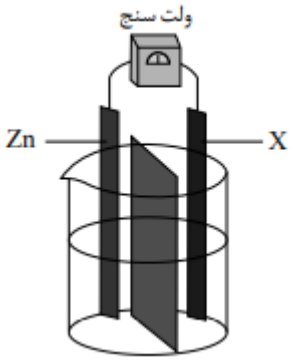



در میان چهار سلول گالوانی مشخص شده، سلول (A ) بیشترین ولتاژ را ایجاد می‌کند.
در سلول گالوانی (C ) اگر تیغهٔ آندی را با تیغهٔ مسی تعویض کنیم، ولتاژ سلول کاهش می‌یابد.
در سلول گالوانی (E ) اگر تیغهٔ کاتدی را با تیغهٔ نقره‌ای تعویض کنیم، ولتاژ سلول افزایش می‌یابد.
(کاتد)$E^\circ$ سلول A از (آند)$E^\circ$ سلول B منفی‌تر است.

۶۲) اگر یک $E^\circ$ سلول الکتروشیمیایی که در آن، واکنش: $A^{2+}(aq) + Zn(s) \rightarrow A(s) + Zn^{2+}(aq)$ انجام می‌گیرد برابر ۰/۳۵ ولت باشد، واکنش: $2Ag^+(aq) + A(s) \rightarrow 2Ag(s) + A^{2+}(aq)$ برابر چند ولت است؟ $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -۰/۷۶v$ $E^\circ_{Ag^+/Ag} = +۰/۸v$

۱) ۰/۳۹ ۲) ۱/۲۹ ۳) ۱/۲۱ ۴) ۲/۰۱

۶۳) **با توجه به شکل روبه‌رو که طرح ساده‌ای از یک سلول گالوانی را نشان می‌دهد، اگر الکترود استاندارد فلز ..... باشد، .....**




$$E^{\circ}_{M^{2+}/M} = -1/18v \qquad E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0/76v \qquad E^{\circ}_{M`^{2+}/M`} = +1/2v$$

۱. **`M، کاتیون از دیواره‌ی متخلخل در محلول الکترود روی وارد می‌شوند.**
۲. **M، با انجام واکنش در سلول، از جرم تیغه روی کاسته می شود.**
۳. **`M، الکترود روی آند و سلول برابر ۰/۴۴ ولت است.**
۴. **M، الکترود روی کاتد و سلول برابر ۰/۴۲ ولت است.**

۶۴) **در فناوری ساخت باتری های جدید، نقش فلز ..... پررنگ است. زیرا این فلز در میان فلزها ..... چگالی و ..... $E^{o}$ را دارد.**

۱. **آلومینیم – کم‌ترین – کم‌ترین**
۲. **آلومینیم – بیش‌ترین – بیش‌ترین**
۳. **لیتیم – کم‌ترین – کم‌ترین**
۴. **لیتیم – بیش‌ترین – بیش‌ترین**

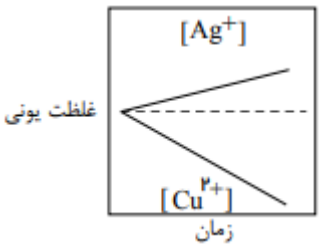
۶۵) **تمام گزینه‌های زیر درست است به جز: ۶۵= Zn و ۶۴ = Cu**

۱. **اگر تیغه‌ای از جنس فلز روی را درون محلول مس(II)سولفات قرار دهیم، با گذشت زمان از جرم تیغهٔ روی کاسته می شود.**
۲. **اگر تیغه‌ای از جنس فلز نیکل را در محلول مس(II)سولفات قرار دهیم، نیکل کاهنده است و یون مس(II) کاهش می‌یابد.**
۳. **در سلول‌های گالوانی، یون‌های مثبت موجود در الکترولیت آندی با عبور از دیوارهٔ متخلخل به سمت بخش کاتدی سلول می روند.**
۴. **در سلول‌های گالوانی، واکنش اکسایش – کاهش، یک واکنش خودبه‌خودی است و با افزایش سطح انرژی همراه است.**

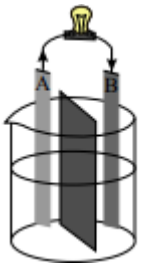
۶۶) **کدام گزینه در مورد سلول گالوانی مس – نقره نادرست است؟**

$$E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = +0/34v \ , \ E^{\circ}_{Ag^{+}/Ag} = +0/8v$$

۱. **الکترود نقره کاتد است و واکنش $Ag^{+}(aq)+e^{-} \rightarrow Ag(s)$ در آن در جهت طبیعی خود انجام می شود.**
۲. **جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی خلاف جهت حرکت آنیون‌ها و از قطب منفی به مثبت است.**
۳. **در این سلول انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود و با قطع مدار بیرونی، واکنش‌های الکتروشیمیایی در آن، متوقف می شوند.**
۴. **نمودار تغییر غلظت یون‌ها در این سلول با فرض اینکه غلظت اولیهٔ یون‌ها با هم برابر است، به صورت روبه‌رو است؛**



۶۷) **باتوجه به شکل مقابل، اگر الکترود B، از جنس فلز قلع باشد، از میان فلزات (مس، نیکل، آهن و روی) چه تعدادی می توانند به جای الکترود A قرار گیرند و با کدام فلزات پتانسیل سلول به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار خواهد بود؟**




$$E^{\circ}_{Fe^{2+}/Fe} = -0/04v \ , \ E^{\circ}_{Ni^{2+}/Ni} = -0/25v \ , \ E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0/76v,$$
$$E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = +0/34v \ , \ E^{\circ}_{Sn^{2+}/Sn} = -0/14v$$

۱. ۳- روی – آهن
۲. ۳- آهن – مس
۳. ۲- روی – نیکل
۴. ۲- نیکل – روی

۶۸) **فرض می‌کنیم در سلول گالوانی الکترود Zn-SHE نیم سلول کاتدی شامل ۲ لیتر هیدروکلریک اسید یک مولار باشد. پس از گذشت مدتی از شروع کارکرد این سلول، pH محلول به ۰/۳ افزایش می‌یابد، در این مدت زمان تغییر مقدار جرم الکترود آندی چقدر می‌شود و چند الکترون جابه‌جا می‌گردد. ۶۵= Zn**

۱) ۳۲/۵ و $6/02\times10^{23}$ ۲) ۳۲/۵ و $3/01\times10^{22}$ ۳) ۶۵ و $3/01\times10^{22}$ ۴) ۱۳۰ و $6/02\times10^{22}$

۶۹) **در سلول گالوانی (M-Cu)، اگر به ازای کاهش ۲/۲۵ گرم از جرم آند، ۸ گرم به جرم تیغهٔ کاتد افزوده شود، جرم مولی فلز M کدام است؟**

$$E^{\circ}_{M^{2+}/M} \simeq -2v \qquad E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = +0/34v \ , \ Cu = 64 gmol^{-1}$$

۱) ۱۸ ۲) ۲۷ ۳) ۱۲ ۴) ۳۰

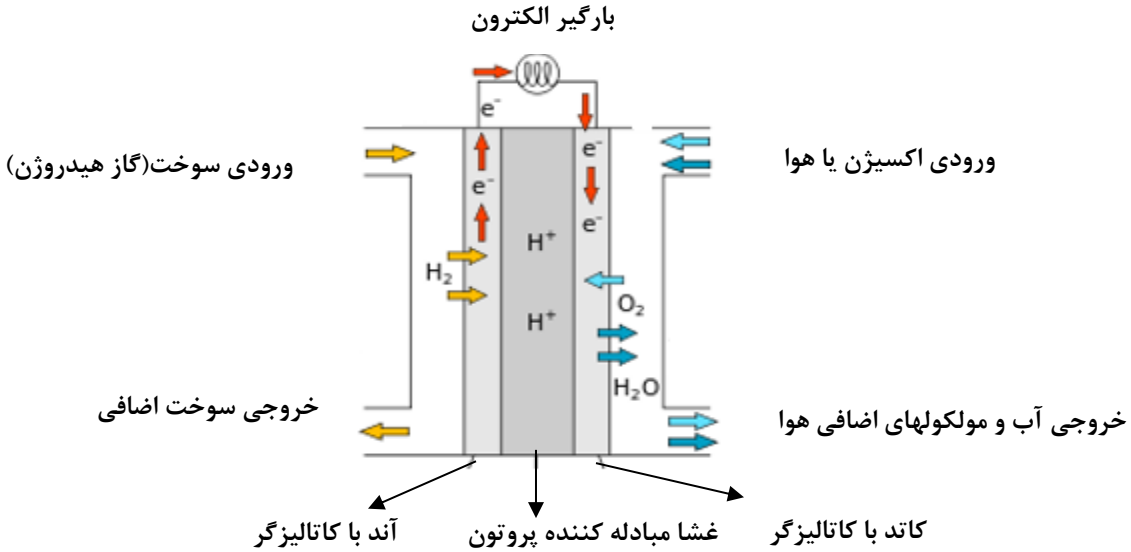
۷۰) **کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟**

۱. **فلز لیتیم با داشتن کم‌ترین چگالی و در میان فلزها، نقش مهمی در تولید باتری‌های جدید دارد.**
۲. **باتری دگمه‌ای از جمله باتری های لیتیمی است که در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به کار می رود.**
۳. **برای محاسبهٔ یک باتری لیتیمی همانند سایر باتری‌ها، از رابطهٔ « $emf = E^{\circ}_{a} - E^{\circ}_{c}$ » استفاده می‌شود.**
۴. **به تیغه‌ای از لیتیم که درون محلولی شامل یون‌های لیتیم قرار گرفته باشد، نیم سلول لیتیم گفته می‌شود.**

## پیل‌های سوختی

- **سلول سوختی ساختاری همانند سلول گالوانی دارد.**
- **رایج ترین سلول سوختی، گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده است البته می‌تواند به جای هیدروژن متانول یا متان و ترکیبات هم‌خانواده آن نیز باشد.**
- **بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.**
- **هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد است. در واقع آند و کاتد کاتالیزگرهایی هستند که انجام نیم واکنش اکسایش و کاهش را آسانتر می‌کند.**
- **گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد شده، اکسایش می‌یابد و هم زمان با آن گاز اکسیژن در واکنش با سوخت کاهش می‌یابد.**
- **سلول‌های سوختی افزون بر کارایی بیشتر می‌توانند ردپای کربن دی اکسید را کاهش دهند به طوری که دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می‌روند.**

- **شکل کلی سلول سوختی به صورت زیر است:**




- **نیم واکنش‌های انجام یافته به صورت زیر است:**

$$\begin{cases} ۲H_۲ \rightarrow ۴H^+ + ۴e^- \\ O_۲ + ۴e^- + ۴H^+ \rightarrow ۲H_۲O \end{cases}$$

- **بزرگ‌ترین چالش در کاربرد سلول های سوختی تولید گاز هیدروژن در مقیاس صنعتی است. برقکافت آب راهی برای تأمین گاز هیدروژن است.**

- **سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند.**

- **سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز بازدهی نزدیک به درصد ۲۰ دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر افزایش می‌دهد.**
- **می‌توان از سلول سوختی برای تهیهٔ الکتریسیته و آب مورد نیاز فضانوردان استفاده کرد.**

**همان‌طور که دردرس قبل آموختید، از عملکرد سلول سوختی پیداست که گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد شده، اکسایش می‌یابد و همزمان با آن گاز اکسیژن در واکنش با سوخت کاهش می‌یابد. روندی که در معادله واکنش دیده نمی‌شود زیرا همه گونه‌های شرکت کننده در واکنش، مولکول‌های خنثی هستند و شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند. پس تعیین گونه‌های اکسنده و کاهنده به راحتی ممکن نیست. شیمی‌دان‌ها با معرفی عدد اکسایش راه حل مناسبی برای حل این مشکل ارائه کردند.**
**عدد اکسایش بارالکتریکی است که به یک اتم در یک مولکول با فرض یونی بودن پیوند، نسبت می‌دهند.**
**تفاوت خاصیت نافلزی بین دو اتم درگیر در پیوند، نوع آن پیوند را تعیین می‌کند.**

**پیوند یونی:**

**زمانی که تفاوت بین دو اتم در یک پیوند بیشتر از ۱/۷ واحد باشد، پیوند یونی خواهد بود و بار روی یون‌ها نشان دهنده تعداد الکترون‌های مبادله شده است.**

**پیوند کووالانسی:**

**زمانی که تفاوت بین دو اتم در یک پیوند کمتر از ۱/۷ واحد باشد، پیوند کووالانسی خواهد بود.**

**که در این پیوند الکترون‌ها توسط هر دو اتم به اشتراک گذاشته می‌شود. زمانی که دو اتم یکسان الکترون‌های ظرفیتی خود را به اشتراک می‌گذارند، هیچ تفاوتی میان دو اتم وجود ندارد و الکترون‌های پیوندی به شکل کاملاً مساوی به اشتراک گذاشته می شوند. به بیان دیگر، توزیعی متقارن بین اتم‌های پیوند شده وجود دارد.**

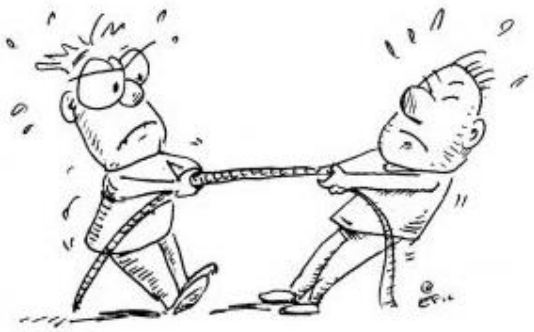
پیوند ناقطبی پیوند قطبی پیوند یونی

**پیوند کووالانسی قطبی:**

**زمانی که در یک پیوند کووالانسی، دو اتم متفاوت به هم متصل می‌شوند، اتمی خصلت نافلزی بیشتری دارد، الکترون‌های پیوندی را بیشتر به سمت خودش جذب می‌کند که در این صورت این اتم دارای بار جزئـی منفی و اتم با مقدار کمتر دارای بار جزئـی مثبت خواهد شد و به این پیوند، پیوند کووالانسی قطبی گفته می‌شود.**

**به عنوان مثال مولکول HCL را در نظر بگیرید که در آن خصلت نافلزی اتم کلر از هیدروژن بیشتر بوده و پیوند قطبی خواهد بود.**

| مقایسه خاصیت نافلزی | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H 2.20 | | | | | | |
| Li 0.98 | Be 1.57 | B 2.04 | C 2.55 | N 3.04 | O 3.44 | F 3.98 |
| Na 0.90 | Mg 1.31 | Al 1.61 | Si 1.90 | P 2.19 | S 2.58 | Cl 3.16 |
| K 0.82 | Ca 1.00 | Ga 1.81 | Ge 2.01 | As 2.18 | Se 2.55 | Br 2.96 |
| | | | | | | I 2.69 |



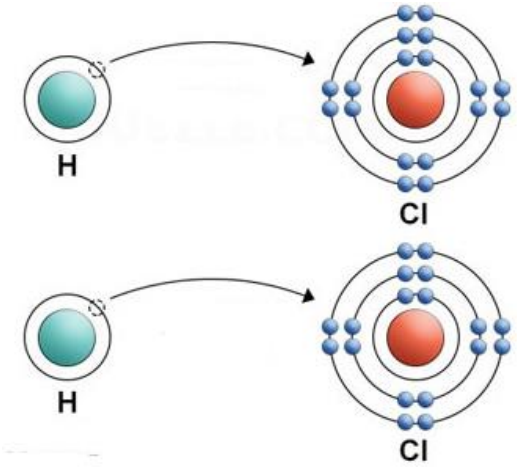
**به خاطر بسپارید: مقایسه خاصیت نافلزی**

$$F > O > Cl > N > Br > I > S > C > H > metal$$

## عدد اکسایش

**عدد اکسایش یک اتم را به سادگی می‌توان توسط الکترون‌های واکنش زیر نشان داد.** $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

**در این واکنش، دو زیر واکنش رخ می‌دهد. هیدروژن، که دارای یک الکترون تنها، در مدارش هست، آن را از دست می‌دهد و کلر که دارای ۱۷ الکترون در حالت پایدار است، الکترون هیدروژن را می‌گیرد.**




**به این صورت که اگر ماده‌ای الکترون از دست بدهد، عدداکسایش آن افزایش می‌یابد. برعکس، هنگامی که یک ماده الکترون می‌گیرد، عدد اکسایش آن کاهش می‌یابد.**

**به عنوان مثال، در واکنش فوق که بین هیدروژن و کلر اتفاق می‌افتد، از دست دادن الکترون توسط اتم هیدروژن، به عدد اکسایش اتم هیدروژن می‌افزاید و آن را تبدیل به بار مثبت می‌کند، در حالی که به دست آوردن الکترون توسط اتم‌های کلر، عدد اکسایش آن را کاهش می‌دهد و آن را تبدیل به یون منفی می‌کند.**

**افزایش عدد اکسایش** $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

**کاهش عدد اکسایش** $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

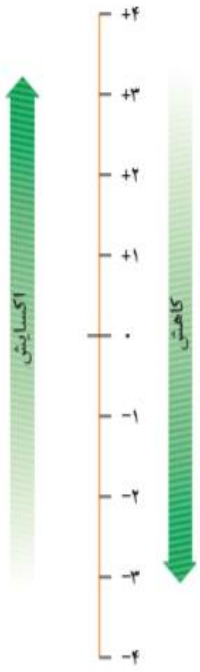
## قواعد تعیین عدد اکسایش

**قانون ۱: عدد اکسایش عناصر ترکیب نشده، که بار الکتریکی ندارند، همواره صفر است. این موضوع به استثناء این که این عنصر به عنوان یک اتم یا مولکول چند اتمی باشد، درست است. این موضوع به این معنی است که $O_2$ (اکسیژن)، Mg (منیزیم)، Al (آلومینیوم) He (هلیم) S (سولفور) دارای عدد اکسایش صفر هستند، چرا که عدد اکسایش اتم‌های سازنده در شکل‌گیری مولکول‌های ساده تغییری نمی‌کند. پیوند بین اتم‌های عناصر یک سان همیشه کووالانسی است، که در آن‌ها الکترون‌ها به اشتراک گذاشته شده است. بر عکس یون‌ها، از اتمی به اتم دیگر منتقل می‌شود.**

**قانون ۲: عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر با بار آن یون‌ها است. به عنوان مثال $Na^+$ (یون سدیم که یک الکترون از دست داده است) و $Al^{3+}$ (یون آلومینیوم که سه الکترون از دست داده است) و $Cl^-$ (یون کلر که یک الکترون به دست‌آورده است )، به این ترتیب دارای اعداد اکسایش۱+ و ۳+ و۱- هستند. با این حال، فلزهای زیادی می‌توانند با نافلزها تشکیل یون دهند، به ویژه کربن، گوگرد و آهن و می‌توانند اعداد اکسایش متفاوتی داشته باشند.**

**بنابراین، هر چند بار الکتریکی برابر عدد اکسایش است، ممکن است در بعضی شرایط تغییر کند.**

- **اعداد اکسایش اغلب نافلزها در محدوده زیر تغییر می‌کند**




**تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت ≤ عدد اکسایش نافلز ≤ (۸ – الکترون‌های لایهٔ ظرفیت)**

**مثال برای اتم کربن اعداد اکسایش از ۴- تا ۴+ تغییر می‌کند**

**قانون ۳: عدد اکسایش اکسیژن تقریباً همیشه برابر ۲- است. تنها زمانی عدد اکسایش اکسیژن تغییر می‌کند که در ترکیباتی به نام پروکسیدها $O_2^{2-}$ یا سوپراکسیدها $O_2^-$ باشد، که در آن صورت عدد اکسایش برابر ۱- و میانگین برابر $-\frac{1}{2}$ و همچنین در ترکیبات فلوئوردار $OF_2$ یا( $O_2F_2$ و $HOF$ ) که در آن صورت عدد اکسایش برابر ۲+ و ۱+ و ۰ خواهد بود.**

**قانون ۴: به طور مشابه، عدد اکسایش هیدروژن تقریباً همیشه برابر ۱+ است. تنها زمانی این مقدار تغییر می‌کند که هیدروژن به صورت هیدریدهای یک فلز به کار رفته باشد، هیدریدهای فلزی، که فقط در این صورت عدد اکسایش آن برابر ۱- می‌شود. مانند $NaH$**

**قانون ۵: عدد اکسایش در فلزات گروه اول جدول دوره‌ای شامل لیتیم، سدیم، پتاسیم و ..... برابر۱ است. تنها زمانی این قانون تغییر می‌کند که فلزات در قالب عنصر آزاد باشند که در این صورت عدد اکسایش آنها برابر صفر است.**

**قانون ۶: فلزات قلیایی خاکی مانند منیزیم و کلسیم دارای عدد اکسایش ۲+ هستند. مانند قانون قبلی، این قانون نیز در صورتی که فلزات در قالب عنصر آزاد باشند، تغییر می‌کند و در این حالت عدد اکسایش آنها برابر صفر است.**

**قانون ۷: مجموع اعداد اکسایش همه‌ی اجزای یک ترکیب خنثی برابر صفر است. این قانون در به دست آوردن عدد اکسایش یک عنصر خاص در یک ترکیب مفید است. به عنوان مثال، اگر ترکیب پایدار $H_2SO_4$ (سولفوریک اسید) را در نظر بگیرید، ما می‌دانیم که عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن در این ترکیب به صورت زیر است:**

$$۲(۱) + ۴(-۲) = -۶$$

**بنابراین، برای این که $H_2SO_4$ در حالت تعادل باشد، باید عدد اکسایش گوگرد برابر ۶+ باشد، که تنها یکی از اعداد اکسایش آن است.**

$$-۲ \leq S \leq ۶$$

**قانون ۸: درست مانند قانون قبلی، عدد اکسایش خالص یک یون چند اتمی نیز برابر با بار روی آن است. این قانون نیز در حقیقت همان قانون قبلی است، با این تفاوت که این قانون به ترکیبات دارای بار الکتریکی می‌پردازد در صورتی که قانون قبلی به ترکیبات پایدار الکتریکی و خنثی. به عنوان مثال، اگر ما یون باردار $SO_4^{2-}$ را در نظر بگیریم، که بار آن برابر ۲- است، معادله‌ای به صورت زیر خواهیم داشت:**

$$۱(+۶) + ۴(-۲) = -۲$$

**استفاده از این نوع معادلات جبری، بهترین راه برای به دست آوردن عدد اکسایش عناصر ناشناخته است.**

**تذکر: عدد اکسایش اتم‌های موجود در آنیون‌های $O_2^-$ ، $S_2O_3^{2-}$ و $N_3^-$ و یا مولکول $O_3$ به صورت میانگین محاسبه می‌شود که به نظر می‌آید برای تعیین عدد اکسایش از روش ساختار لوویس استفاده گردد.**

**تذکر۱: عدد اکسایش فلزات واسطه خارجی معمولاً در بازه از صفر تا مجموع الکترون‌های $ns$ و $(n-۱)d$ تغییر می‌کند. یعنی داریم:**

$$\text{عدد اکسایش فلز واسطه} \leq ۰ \leq (n-۱)d + ns$$

**فلزات واسطه اعداد اکسایش متنوعی دارند و تنوع اعداد اکسایش برای عناصر میانی سری عناصر واسطه بیشترین است. عناصر ابتدایی سری به علت کمی تعداد الکترون‌های ظرفیت تنوع اعداد اکسایش پایینی دارند در حالیکه عناصر انتهای سری به علت کاهش تمایل برای از دست دادن الکترون تنوع عدد اکسایش کمی دارند.**

**تذکر۲: اگر عدد اکسایش خواسته شده مربوط به نمک‌های چندتایی باشد بهتر است در ابتدا کاتیون و آنیون آن از هم جدا گردد.**

$$NH_4NO_3 \mapsto \begin{cases} NH_4^+ \to N + (+1)\times 4 = +1 \Rightarrow N = -3 \\ NO_3^- \to N + (-2)\times 3 = -1 \Rightarrow N = +5 \end{cases}$$

$$MnSO_3 \mapsto \begin{cases} Mn^{2+} \\ SO_3^{2-} \to S + (-2)\times 3 = -2 \Rightarrow S = +4 \end{cases}$$

**این‌ها قواعد مهم در تعیین عدد اکسایش بود.** $Zn(s)+CuSO_4(aq) \to ZnSO_4(aq)+Cu(s)$

**در این واکنش، نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش به شرح زیر است:**

$$Zn(s)+CuSO_4(aq) \to ZnSO_4(aq)+Cu(s)$$

**با حذف یون ناظر معادلهٔ یونی به دست می‌آید:**

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

$$\begin{cases} Zn(s) \to Zn^{2+}(aq)+2e^- \\ Cu^{2+}(aq)+2e^- \to Cu(s) \end{cases}$$

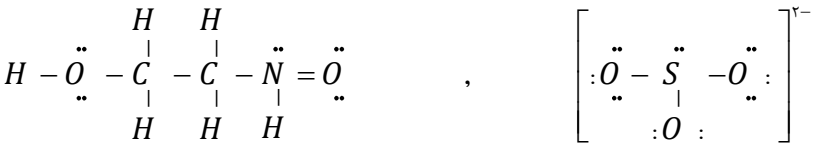
**از آن جایی که عدد اکسایش روی از ۰ به ۲+ تغییر کرده است، این یک معادله‌ی اکسایش است. دو الکترون آزاد شده از اتم روی توسط یون مس در معادله‌ی کاهشی زیر گرفته شده‌اند:**

**از آن جایی که عدد اکسایش مس از ۲+ به ۰ تغییر کرده، این یک واکنش کاهشی است.**

## محاسبهٔ عدد اکسایش با استفاده از ساختار لوویس

**اما در برخی از واکنش‌ها روندی که در معادله واکنش فوق مشاهده کردید دیده نمی‌شود زیرا همه گونه های شرکت کننده در واکنش، مولکول‌های خنثی هستند و شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند.** $CH_4(g)+2O_2(g) \to 2CO_2(g)+2H_2O(g)$

**الف) ساختار الکترون نقطه‌ای مولکول یا یون مورد نظر را رسم کنید.**

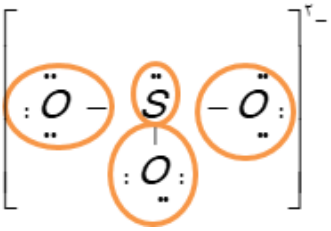


**ب) برای هر جفت الکترون پیوندی موجود میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت دهید.**

**پ) برای هر جفت الکترون پیوندی موجود میان دو اتم متفاوت، دو الکترون به اتمی که خاصیت نافلزی بیشتری دارد، نسبت داده می‌شود.**

**ت) همهٔ الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت دهید.**

**ث) همهٔ الکترون‌های نسبت داده شده به هر اتم را بشمارید.**

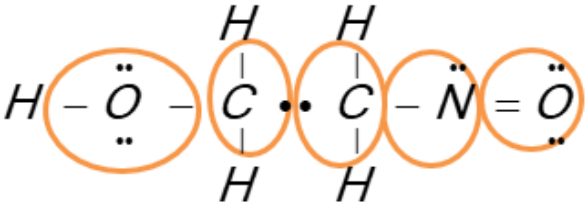


**ج ) تعداد الکترون‌های نسبت داده شده را از تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم یاد شده کم کنید.**

**باقی مانده عدد اکسایش اتم مورد نظر است.**

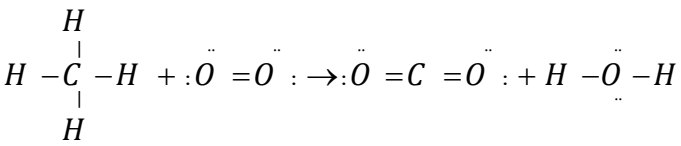
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **عدد اکسایش اتم** | **=** | **تعداد الکترون‌های ظرفیت** | **–** | **تعداد الکترون‌های اطراف اتم** | | |
| **عدد اکسایش O** | **=** | ۶ | – | ۸ | → | -۲ |
| **عدد اکسایش S** | **=** | ۶ | – | 2 | → | +۴ |

$$H = +۱\ ,\ O = -۲\ ,\ C = -۱\ ,\ N = +۱$$



**تذکر: مجموع اعداد اکسایش تک‌تک اتم‌ها برابر با بار گونهٔ مورد بررسی است.**

**واکنش قبلی رو دوباره نوشته و اکنون اعداد اکسایش اتم‌ها را به دست می‌آوریم:** $C H_۴(g) + ۲O_۲(g) \rightarrow ۲C O_۲(g) + ۲H_۲O\ (g)$



**کربن متان برابر ۴- و در کربن‌دی‌اکسید برابر ۴+ است. و اکسیژن در مولکول $O_2$ برابر صفر و در سایر ترکیبات برابر ۲- است.**

## انتقال الکترون و عدد اکسایش

**اکسایش:** با از دست دادن الکترون عدد اکسایش بیشتر می‌شود پس اکسایش صورت می‌گیرد.

**کاهش:** با به دست آوردن الکترون عدد اکسایش کاهش می‌یابد پس کاهش صورت می‌گیرد.

**کاهنده:** هرگاه عدد اکسایش گونه‌ای افزایش یابد نقش کاهنده دارد.

**اکسنده:** هرگاه عدد اکسایش گونه‌ای کاهش یابد نقش اکسنده دارد.

**بالاترین عدد اکسایش یک گونه فقط نقش اکسنده و پایین‌ترین عدد اکسایش فقط نقش کاهنده دارد.**

**بالاترین عدد اکسایش ۴+ ≤ C ≤ ۴- پایین‌ترین عدد اکسایش**

**به عنوان نمونه نقش کربن در ترکیبات مختلف آن به صورت زیر است:**

**$CH_4$ : عدد اکسایش کربن برابر ۴- و فقط نقش کاهنده دارد چون فقط عدد اکسایش آن می‌تواند افزایش یا اکسایش یابد.**

**$CO_2$ : عدد اکسایش کربن برابر ۴+ و فقط نقش اکسنده دارد چون فقط عدد اکسایش آن می‌تواند کاهش یابد.**

**HCOOH و CO (۲+) و $H_2CO$ (۰) هم نقش اکسنده و هم نقش کاهنده دارند چون اعداد اکسایش آنها بین دو عدد ۴+ و ۴- قرار دارد.**

## موازنه واکنش با استفاده از موازنه نیم واکنش‌ها

- **با حذف یون ناظر( یونی که عدد اکسایش آن تغییر نکرده است) معادلهٔ یونی واکنش را می‌نویسیم.**

$$Zn(s)+AgNO_3(aq)\rightarrow Zn(NO_3)_2(aq)+Ag(s)$$

$$Zn(s)+Ag^+(aq)\rightarrow Zn^{2+}(aq)+Ag(s)$$

- **موازنه بار در هر نیم واکنش با استفاده از الکترون انجام می‌شود. حضور الکترون ها در یک معادله بدین معنی است که آن معادله یک نیم واکنش می‌باشد.**

**هنگامی که دو نیم واکنش مربوط به یک معادله اکسایش-کاهش با هم جمع شود، معادله موازنه شده نهایی به دست می‌آید.**

$$Zn(s)\rightarrow Zn^{2+}(aq)+2e^-$$

$$Ag^+(aq)+e^-\rightarrow Ag(s)$$

- **توجه کنید که در این فرایند جمع کردن، الکترون ها که تعداد آنها در دو طرف یکسان است، حذف می‌شوند و در معادله موازنه شده نهایی وجود ندارند.**

$$Zn(s)\rightarrow Zn^{2+}(aq)+2e^-$$

$$2Ag^+(aq)+2e^-\rightarrow 2Ag(s)$$

**دلیل حذف شدن آنها این است که تعداد کل الکترون‌های از دست رفته در نیم واکنش اول با تعداد کل الکترون های گرفته شده در نیم واکنش دوم برابر می‌باشد.**

$$Zn^{2+}(aq)+Ag(s)\rightarrow Zn(s)+Ag^+(aq)$$

**که روش آن به طور کامل ارائه شد.**

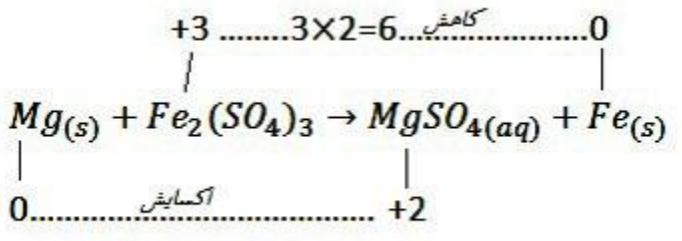
## موازنه واکنش با استفاده از عدد اکسایش

**در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش می‌توان از تغییر عدد اکسایش برای موازنه واکنش استفاده کرد،**

**به واکنش زیر توجه کنید:**

$$Mg(s)+Fe_2(SO_4)_3(aq)\rightarrow MgSO_4(aq)+Fe(s)$$

**برای موازنه این واکنش ابتدا تغییر عدد اکسایش هر یک از عناصر را به‌دست می‌آوریم و اگر عنصری در سمت چپ واکنش زیروندی به غیر از یک داشت، تغییر عدد اکسایش را در آن زیروند ضرب می‌کنیم. توجه داشته باشید میزان تغییر عدد اکسایش بدون علامت در زیروند ضرب می‌شود.**



**Mg اکسایش یافته و کاهنده است Fe.کاهش یافته و اکسنده است.**

**حال در سمت چپ واکنش تغییر عدداکسایش مادهی کاهنده را به عنوان ضریب مادهی اکسنده و تغییر عدد اکسایش مادهی اکسنده را به عنوان ضریب مادهی کاهنده قرار داده و شروع به موازنه عناصر میکنیم.**

$$6Mg_{(s)} + 2Fe_2(SO_4)_{3(aq)} \longrightarrow MgSO_{4(aq)} + Fe_{(s)}$$

$$6Mg_{(s)} + 2Fe_2(SO_4)_{3(aq)} \longrightarrow 6\,MgSO_{4(aq)} + 4Fe_{(s)}$$

**ضرایب را ساده میکنیم:**

$$3Mg_{(s)} + Fe_2(SO_4)_{3(aq)} \longrightarrow 3\,MgSO_{4(aq)} + 2Fe_{(s)}$$

**یک مثال دیگر: به موازنهی زیر توجه نمایید:**

**در صورت داشتن زیروندف تغییرات عدد اکسایش در زیروند ضرب میشود.**

$$\overset{+2}{Fe^{2+}_{(aq)}} + H_2\overset{-1}{O}_{2(aq)} + H^{+}_{(aq)} \rightarrow \overset{+3}{Fe^{3+}_{(aq)}} + H_2\overset{-2}{O}_{(l)}$$

-1.....1 × 2 = 2.....-2 (کاهش)

+2.....+3 (اکسایش)

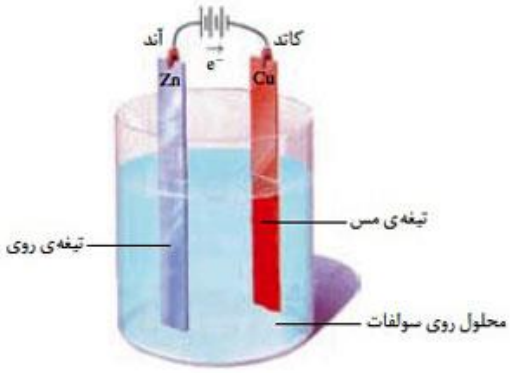
**Fe اکسایش یافته و کاهنده است O .کاهش یافته و اکسنده است.**

$$2Fe^{2+}_{(aq)} + 1H_2O_{2(aq)} + H^{+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + H_2O_{(L)}$$

$$2Fe^{2+}_{(aq)} + 1H_2O_{2(aq)} + 2H^{+}_{(aq)} \longrightarrow 2Fe^{3+}_{(aq)} + 2H_2O_{(L)}$$

**برقکافت آب، راهی برای تولید گاز هیدروژن**

- **علاوه بر سلول‌های گالوانی گروه دیگری از سلول های الکتروشیمیایی وجود دارند که به آن‌ها سلول الکترولیتی می‌گویند.**
- **در سلول های الکترولیتی انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود و با اعمال یک ولتاژ بیرونی، هر دو نیم واکنش الکترودی با صرف انرژی به سمت ایجاد تغییر شیمیایی دلخواه در جهتی خلاف جهت طبیعی، رانده می‌شوند. در نتیجه مواد به گونه‌هایی باردار شکسته می‌شوند که می‌توانند در میدان الکتریکی ایجاد شده در محلول، به سمت قطب ناهمنام خود جریان یابند.**
- **یک سلول الکترولیت شامل دو الکترود است که در یک محلول الکترولیت فرورفته است. محلول الکترولیت می‌تواند یک ترکیب یونی مذاب یا محلول یک ماده‌ی یونی در آب باشد.**




**آند**

- **در سلول الکترولیتی، الکترودی که به قطب مثبت باتری وصل می‌شود آند نامیده می‌شود.**
- **آند در محلول الکترولیت الکترون‌های حاصل از اکسایش گونه‌های موجود در الکترولیت را از آن خارج می‌کند.**

**کاتد**

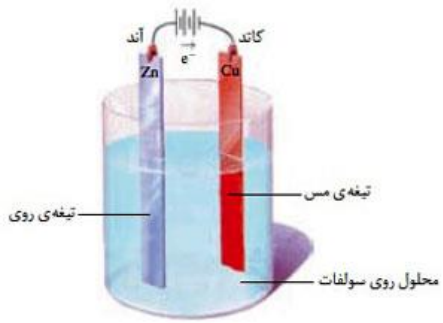
- **الکترودی که به قطب منفی باتری وصل می‌شود کاتد نامیده می‌شود.**
- **کاتد در محلول الکترولیت الکترون‌های مورد نیاز برای کاهش گونه‌های موجود در الکترولیت را از منبع به الکترولیت انتقال می‌دهد.**

**جهت جریان**

- **جریان الکترون‌ها همیشه از آند به کاتد است بنابراین در سلول الکترولیتی از قطب مثبت به منفی است.**
- **داخل محلول، یون های مثبت به سمت کاتد که قطب منفی است می‌روند که به آن‌ها کاتیون گفته می‌شود و یون های منفی به سمت آند که قطب مثبت است حرکت می‌کنند و آنیون نامیده می‌شوند.**
- **کاتیون ها در سطح کاتد کاهش یافته و آنیون ها در سطح آند اکسایش می‌یابند. وقوع نیم واکنش کاهش و نیم واکنش اکسایش در الکترودها به غلظت محلول و موقعیت یون ها در جدول ($E^\circ$) بستگی دارد.**
- **در مخلوطی از یون‌ها و مولکول‌های سطح الکترود آنیونی زودتر اکسایش می‌یابد که $E^\circ$ منفی‌تر دارد و در کاتد کاتیونی زودتر کاهش می‌یابد که $E^\circ$ مثبت‌تر دارد.**
- **سلول‌های الکترولیتی در تجزیه‌ی محلول‌ها و مواد مذاب، پالایش و آبکاری فلزها مورد استفاده قرار می‌گیرند.**

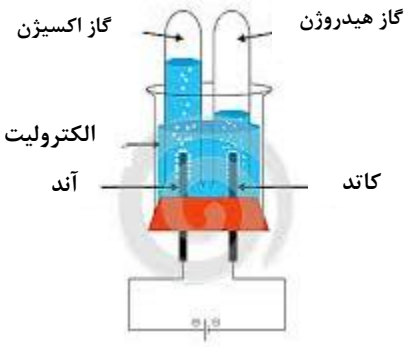
**مقایسه‌ی سلول های گالوانی و الکترولیتی**

**برای سادگی مقایسه در جدول زیر آورده شده است:**

| سلول گالوانی | سلول الکترولیتی |
|---|---|
| |  |
| • در این سلول‌ها هدف تولید برق است $E°>0$ | • در این سلول‌ها هدف انجام یک واکنش غیرخودبه‌خودی با صرف جریان برق است. $E°<0$ |
| • انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. | • انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. |
| • یک واکنش خودبه‌خودی انجام می‌شود و از نوع اکسایش- کاهش است. | • یک واکنش غیرخودبه‌خودی از نوع اکسایش- کاهش انجام می‌شود. |
| • سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش دهنده‌ها پایین‌تر است. | • سطح انرژی فراوردها از سطح انرژی واکنش دهنده‌ها بالاتر است. |
| • فراورده‌ها از پایداری بیش‌تری برخوردارند. | • واکنش دهنده‌ها از پایداری بیش‌تری برخوردارند. |
| • آند و کاتد با توجه به $E°$ هر الکترود مشخص می‌شود. | • آند و کاتد با توجه به نوع قطب‌ها در اثر جریان الکترون‌ها از سمت باتری مشخص می‌شود. |
| • فلز با $E°$ منفی‌تر نقش آند پس اکسایش صورت می‌گیرد و قطب منفی است. (آند ← قطب منفی ) | • تجمع کاتیون‌ها در قطب منفی برای عمل کاهش که در کاتد صورت می‌گیرد. (کاتد ← قطب منفی ) |
| • فلز با $E°$ مثبت‌تر نقش کاتد پس کاهش صورت می‌گیرد و قطب مثبت است. (کاتد ← قطب مثبت ) | • تجمع آنیون‌ها در قطب مثبت برای عمل اکسایش که در آند صورت می‌گیرد. (آند ← قطب مثبت ) |
| • جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است. | • جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است. |
| • جهت جریان الکترون‌ها از قطب منفی به قطب مثبت است. | • جهت جریان الکترون‌ها از قطب مثبت به قطب منفی است. |
| • دارای دو نوع الکترولیت با یک دیواره متخلخل است. | • یک نوع الکترولیت که معمولاً از جنس الکترود آند است. |
| • بین تیغه آند و کاتد، ولت متر، آمپرسنج یا لامپ قرار داده شده است. | • بین تیغه آند و کاتد، یک منبع جریان قرار داده شده است. |
| • از دیواره متخلخل آنیون‌ها همیشه به آند و کاتیون‌ها به کاتد می‌روند. | • جهت حرکت یون‌ها در الکترولیت به سمت الکترودها نیز همانند سلول گالوانی است، آنیون‌ها به آند و کاتیون‌ها به کاتد می‌روند. |
| • جهت حرکت الکترون با کاتیون همسو ولی حرکت آن با آنیون ناهمسو است. | • جهت حرکت الکترون با کاتیون همسو ولی حرکت آن با آنیون ناهمسو است. |

**برقکافت آب**

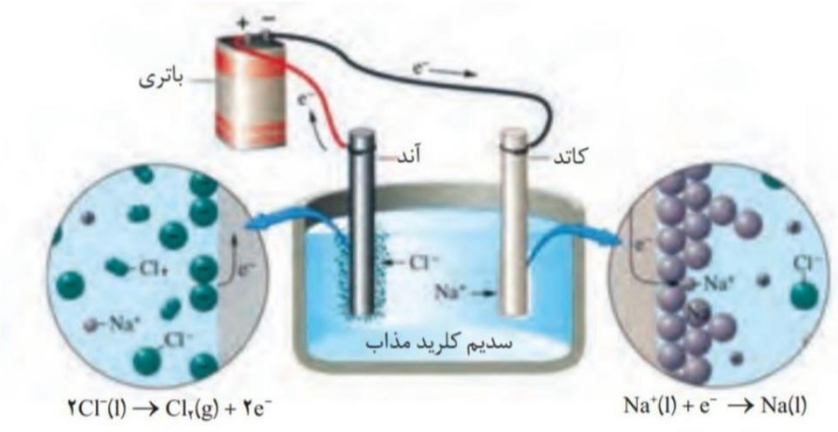
- **آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.**
- **از الکترودهای بی‌اثری که در واکنش شرکت نمی‌کنند و اغلب گرافیتی هستند، استفاده می‌شود.**
- **کاتد به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است و الکترولیت محتوی یون‌هایی است که آزادانه جابه جا می‌شوند.**
- **در آند نیم واکنش $2H_2O\ (l) \rightarrow O_2(g) + 4e^- + 4H^+(aq)$ انجام می‌شود.**
- **در کاتد نیم واکنش $4H_2O\ (l) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g) + 4OH^-(aq)$ انجام می‌شود.**




- **حجم گاز آزاد شده در کاتد دو برابر گاز آزاد شده در آند است. ارتفاع آب در لوله‌ی الکترود آند (سمت چپ) بیشتر از ارتفاع آب در لوله‌ی الکترود کاتد (سمت راست) است.**
- **کاغذ pH در محلول پیرامون کاتد به رنگ آبی (pH > ۷) در آند به رنگ قرمز (pH < ۷) در می‌آید.**
- **برای برقکافت آب باید از نمکی استفاده کرد که پتانسیل الکترودی استاندارد کاتیون آن، منفی‌تر از ۰/۸۳- باشد و پتانسیل الکترودی استاندارد آنیون آن مثبت‌تر از ۱/۲۳ + باشد؛ در غیر این صورت در برقکافت آب کاتیون یا آنیون مزاحمت ایجاد می‌کند.**

**برقکافت سدیم کلرید مذاب و تهیهٔ فلز سدیم**

- **فلز سدیم یک کاهنده قوی است که در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود،**
- **عنصری که در ترکیب های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد.**
- **این واقعیت نشان می‌دهد که یون های سدیم بسیار پایدارتر از اتم های آن هستند.**
- **برای تهیهٔ فلز سدیم انرژی زیادی لازم است.**
- **برای تهیهٔ فلز سدیم از برقکافت نمک مذاب سدیم کلرید استفاده می‌شود.**
- **کمک ذوب سدیم کلرید خالص کلسیم کلرید است تا دمای ذوب سدیم کلرید را از دمای ۸۰۱ درجه سانتیگراد تا ۵۸۷ درجه سانتیگراد پایین می‌آورد.**
- **برای تهیهٔ سدیم در صنعت، سلول دانز که یک سلول الکترولیتی است؛ به کار می‌رود. در این سلول، برقکافت سدیم کلرید مذاب انجام می‌شود.**



۱. در سلول دانز کاتیون‌های سدیم روانه کاتد شده و چون دما بالا است سدیم مذاب تولید می‌شود. $۲Na^{+}(l)+۲e^{-}\rightarrow ۲Na(l)$

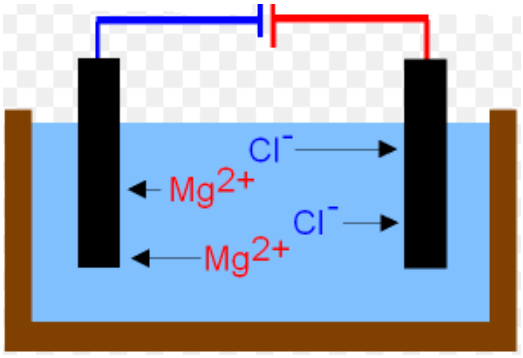
آنیون‌های کلرید به آند می‌روند و گاز کلر آزاد می‌شود. $۲Cl^{-}\rightarrow Cl_{۲}(g)+۲e^{-}$ ,

واکنش کلی $۲NaCl(l)\rightarrow ۲Na(l)+Cl_{۲}(g)$

۲. برای تهیهٔ فلزات فعال گروه اول و دوم جدول دوره‌ای و فلزاتی که کاهندهٔ قوی هستند از برقکافت نمک‌های مذاب آنها استفاده می‌شود.

**تهیهٔ منیزیم از آب دریا**

۱) کاتیون‌های منیزیم در آب دریا محلول هستند پس با اضافه کردن یون هیدروکسید، کاتیون‌های منیزیم را به صورت رسوب در می‌آورند. $Mg^{۲+}(aq)+۲OH^{-}(aq)\rightarrow Mg(OH)_{۲}(s)$




۲) رسوبات را بوسیلهٔ صافی جدا می‌کنند.

۳) برای جدا کردن ناخالصی‌ها به آن هیدروکلریک اسید اضافه می‌کنند تا به منیزیم کلرید تبدیل شود.

۴) منیزیم کلرید بوسیله تبخیر محلول، بازیافت می‌شود.

۵) فلز منیزیم بوسیله برقکافت نمک مذاب منیزیم کلرید به‌دست می‌آید.

**تذکر :** علت خشک کردن منیزیم کلرید این است که؛ درصورت برقکافت محلول آن به جای منیزیم، گاز هیدروژن تولید می‌شود.

۷۱) کدام مورد، دربارهٔ پیل سوختی هیدروژن – اکسیژن با غشای مبادله کنندهٔ پروتون، درست است؟

۱) بخار آب تولید شده از بخش آندی خارج می‌شود.

۲) جهت حرکت پروتون‌ها در غشا ، از آند به کاتد است.

۳) به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، دو مول پروتون در غشا، مبادله می‌شود.

۴) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی با جهت حرکت پروتون‌ها در غشا، عکس یکدیگر است.

۷۲) چند مورد از موارد زیر می‌تواند مربوط به سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن در محیط اسیدی باشد؟

آ) تولید آب مایع و جریان الکتریکی

ب) کاهش گاز اکسیژن در کاتد

پ) آند و کاتد در نقش کاتالیزگر

ت) نیم واکنش اکسایش: $H_{۲}(g)\rightarrow ۲H^{+}(aq)+۲e^{-}$

ث) تولید هیدروژن مورد نیاز به روش برقکافت آب به دلیل عدم آلایندگی محیط

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۷۳) کدام مورد(ها) پیرامون برقکافت آب صحیح است؟

آ – نیم واکنش اکسایش در آن $۲H_{۲}O(g)\rightarrow O_{۲}(g)+۴H^{+}(aq)+۴e^{-}$ می‌باشد.

ب – در قطب مثبت گاز اکسیژن و در قطب منفی گاز هیدروژن تولید می‌شود.

پ – حجم گاز تولید شده در کاتد نصف گاز تولید شده در آند است.

ت – برقکافت آب فرایندی است که در آن آب به یون‌های سازنده اش تجزیه می‌شود.

۱) آ و ب ۲) ب و پ ۳) فقط ب ۴) ب و ت

**۷۴) کدام عبارت دربارهٔ فرایند برقکافت آب نادرست است؟**

**۱. سطح آب در بخش کاتدی بالاتر از بخش آندی است.**
**۲. در آند نیم واکنش $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ انجام می‌شود.**
**۳. در کاتد نیم واکنش $4H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g) + 4OH^-(aq)$ انجام می‌شود.**
**۴. با قطع منبع نیرو می‌توان ادعا نمود محیط همچنان خنثی است.**

**۷۵) کدام گزینه دربارهٔ سلول‌های الکترولیتی و گالوانی درست است؟**

**۱. در هر دو کاتد قطب منفی است.**
**۲. در هر دو سلول، در سطح قطب مثبت عمل اکسایش صورت می‌گیرد.**
**۳. در سلول‌های الکترولیتی و گالوانی به ترتیب واکنش‌ها خودبه‌خودی و غیر خودبه‌خودی است.**
**۴. کاتیون در سلول‌های الکترولیتی و گالوانی به ترتیب به سمت قطب منفی و قطب مثبت حرکت می‌کند.**

**۷۶) عدد اکسایش اتم مرکزی در کدام دو ترکیب برابر است؟**

**۱) $SO_2Cl_2$ , $POCl_3$ ۲) $BaMnO_4$ , $KMnO_4$ ۳) $H_2PO_4^-$ , $ClO_4^-$ ۴) $H_2S_2O_7$ , $CrO_3$**

**۷۷) در بین عبارت‌های زیر چند عبارت درست است؟**

- **در سلول گالوانی هر دو نیم واکنش به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شوند.**
- **در سلول الکترولیتی، برخلاف سلول گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها از آند به کاتد است.**
- **در الکترود مثبت سلول الکترولیتی، نیم واکنش اکسایش صورت می‌گیرد.**
- **در قطب منفی سلول گالوانی، نیم واکنش کاهش صورت می‌گیرد.**

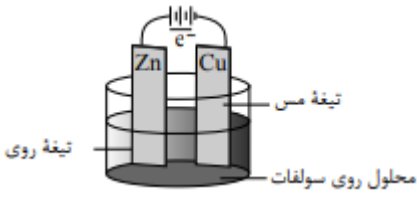
**۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴**

**۷۸) کدام دو عبارت درست است؟**

**الف) در سلول گالوانی برخلاف سلول الکترولیتی هر دو نیم واکنش الکترودی به طور خودبخودی پیشرفت می‌کنند.**
**ب) در سلول الکترولیتی نیم واکنش‌ها با اعمال ولتاژ بیرونی به سمت ایجاد تغییر شیمیایی دلخواه رانده می‌شوند.**
**ج) در سلول گالوانی بر خلاف سلول الکترولیتی جهت حرکت الکترون‌ها از آند به سمت کاتد است.**
**د) در سلول الکترولیتی، آند محل کاهش و کاتد محل اکسایش می‌باشد.**

**۱) الف و ب ۲) ب و ج ۳) الف و د ۴) ج و د**

**۷۹) کدام توصیف درباره سلول مقابل درست است؟**




**۱. در این سلول فلز روی کاتد و فلز مس آند است.**
**۲. جهت حرکت الکترون‌ها در محلول از روی به مس است.**
**۳. در پایگاه کاتدی نیم واکنش $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$ انجام می‌شود.**
**۴. در پایگاه آندی نیم واکنش $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ انجام می‌شود.**

**۸۰) عدد اکسایش نیتروژن در نمک آمونیوم سولفات با عدد اکسایش کربن در کدام ترکیب برابر است؟**

**۱) متان ۲) اتان ۳) اتن ۴) اتین**

**۸۱) اگر در سلول سوختی به جای هیدروژن از سوخت ارزان‌تر و کم خطری مانند متان استفاده شود، برای عبور همان تعداد الکترون ناشی از مصرف یک مول هیدروژن از مدار، چند گرم متان باید مصرف شود؟ ($g.mol^{-1}$: H = ۱ و C = ۱۲)**

**۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۳۲**

۸۲) **الکتریسته حاصل از عبور ۴۴۸ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP و واکنش آن با گاز هیدروژن کافی در یک سلول سوختی (با فرض بازدهی ۱۰۰٪)، چند گرم نقره را در یک سلول آبکاری نقره، به جسم مورد نظر می تواند انتقال دهد؟**

۱) ۲۱۶۰ ۲) ۴۳۲۰ ۳) ۶۴۸۰ ۴) ۸۶۴۰

۸۳) **دریک آزمایش تجزیهٔ آب به عنصرهای سازندهٔ آن،از ۱kg آب نمک باغلظت۱٪ به عنوان الکترولیت استفاده شده است. اگر آزمایش تا زمانی ادامه یابد که غلظت آب نمک به ۲٪ برسد، حجم گازهای تولید شده در شرایط STP ، به تقریب چند لیتر است؟**
**($H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$ ؛ معادله موازنه شود، $g.mol^{-1}$: H =۱ و O =۱۶)**

۱) ۳۱۱ ۲) ۶۲۲ ۳) ۹۳۳ ۴) ۱۸۶۶

۸۴) **در سلول دانز فراورده‌ها شامل کدام مواد زیر می‌باشد؟**

۱) فلز سدیم - گاز $Cl_2$ ۲) فلز سدیم - گاز $H_2$ ۳) سدیم هیدروکسید - گاز $H_2$ ۴) گازهای $O_2$ و $H_2$

۸۵) **در یک سلول الکترولیتی دارای مقدار کافی از $AgNO_3(aq)$ که نیم واکنش آندی آن اکسایش آب و نیم واکنش کاتدی، کاهش یون های $Ag^+(aq)$ است، اگر حجم الکترولیت برابر ۳L بوده و ۰/۳ مول الکترون از آن عبور کند، pH محلول باقی مانده و وزن نقرهٔ تولید شده به تقریب، برابر چند گرم است؟ ( pH محلول اولیه را خنثی در نظر بگیرید. $Ag = ۱۰۸g.mol^{-1}$)**

$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ (معادله موازنه شود.)

$H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + H^+(aq) + e^-$ (معادله موازنه شود.)

۱) ۱ ، ۳۲/۴ ۲) ۰/۵ ، ۱۰/۸ ۳) ۱ ، ۱۰/۸ ۴) ۰/۵ ، ۳۲/۴

۸۶) **سلول نور – الکتروشیمیایی برای تهیهٔ هیدروژن کاربرد دارد. چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ این سلول درست است؟**

$SiO_2(s) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow Si(s) + 2H_2O(l)$ ، $E^\circ = ۰/۸۴-V$

$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ ، $E^\circ = ۰/۸۳-V$

- محلول پیرامون کاتد، رنگ کاغذ PH را قرمز می‌کند.
- $SiO_2(s)$ آند سلول را تشکیل می‌دهد و اکسایش می‌یابد.
- با انجام واکنش در سلول، PH محلول پیرامون آند، کاهش می‌یابد.
- واکنش کاتدی این سلول مانند واکنش کاتدی سلول برقکافت آب است.
- معادلهٔ واکنش سلول، به صورت: $SiO_2(s) + 2H_2(g) \rightarrow Si(s) + 2H_2O(l)$ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۷) **باتوجه به موارد زیر، پتانسیل استاندارد کاهشی فلز M می‌تواند کدام عدد باشد؟**

$E^\circ(Hg^{+2}(aq)/Hg(s)) = +۰/۸۵V$
$E^\circ(Sn^{+2}(aq)/Sn(s)) = -۰/۱۴V$
$E^\circ(Mg^{+2}(aq)/Mg(s)) = -۲/۳۸V$
$E^\circ(Mn^{+2}(aq)/Mn(s)) = -۱/۱۸V$

$A(s) + Hg^{+2}(aq) \rightarrow Hg(s) + M^{+2}(aq)$
$M^{+2}(aq) + Sn(s) \rightarrow$ انجام نمی‌شود
$M(s) + Mg^{+2}(aq) \rightarrow$ انجام نمی شود
$I^{+2}(aq) + Mn(s) \rightarrow M(s) + Mn^{+2}(aq)$

۱) +۰/۱۱ ۲) -۰/۱۱ ۳) -۰/۴۰ ۴) +۱/۲

۸۸) **کدام گزینه درمورد سلول‌های سوختی نادرست است؟**

۱)نوعی سلول گالوانی است که آلودگی محیط زیست را کاهش می‌دهد.

۲)سلول های سوختی منبع انرژی سبز به شمار می‌روند و نسبت به سوخت‌های فسیلی کارآیی بیشتری دارند.

۳)در سلول سوختی اتلاف انرژی به شکل گرما کمتر است و بازده درصد بالاتر دارد.

**۴)همه انواع سلول های سوختی افزون بر کارایی بیشتر سبب کاهش رد پای کربن دی اکسید می شود.**

**۸۹) عدد اکسایش اکسیژن در $OF_2$ با عدد اکسایش کدام اتم عنصر یکسان است.**

**۱) گوگرد در $H_2S$ ۲)منیزیم در $Mg_3P_2$ ۳)مس در $CuNO_3$ ۴)کلردر $HClO_2$**

**۹۰) کدام واکنش از نوع اکسایش وکاهش نمی‌باشد؟**

1) $2HOF\,(aq) \rightarrow 2HF\,(aq) + O_2(g)$

2) $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$

3) $2CuI(s) \rightarrow Cu(s) + CuI_2(s)$

4) $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$

**۹۱) ضمن برقکافت محلول نقره نیترات، ۲۰۰ میلی لیتر گاز اکسیژن با چگالی $1/28\,gL^{-1}$ حاصل شده است. جرم فرآورده حاصل در الکترود دیگر چقدر است؟**

**در آند : $2H_2O\,(l) \rightarrow O_2\,(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$**

**درکاتد : $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ ( $Ag = 108$ , $N = 14$ , $O = 16$ , $H = 1$ ; $g.mol^{-1}$ )**

**۱)۰/۸۶۴ ۲)۰/۲۱۶ ۳) ۶/۹۱۲ ۴) ۳/۴۵۶**

**۹۲) چند مورد از عبارت های زیر نادرست هستند؟**

**- افزودن مقدار زیادی الکترولیت به آب خالص برای برقکافت آن لازم است.**

**- در سلول‌های الکترولیتی واکنش‌ها در جهت طبیعی انجام می‌شوند.**

**- در سلول‌های الکترولیتی کاتد به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است.**

**- سلول دانز یک سلول الکترولیتی است که الکترولیت آن، محلول سدیم کلرید است.**

**۱) ۱ ۲)۲ ۳)۳ ۴)۴**

**۹۳) در برقکافت آب، در اطراف آند کدام عنصر آزاد می‌شود و کاغذ pH در اطراف کاتد به چه رنگی درمی‌آید؟**

**۱) اکسیژن – آبی ۲) اکسیژن – قرمز ۳) هیدروژن – آبی ت) هیدروژن – قرمز**

**۹۴) کدام گزینه درست می‌باشد؟**

**۱) فلز سدیم از برقکافت سدیم کلرید مذاب در سلول الکترولیتی بدست می‌آید.**

**۲)افزودن مقداری کلسیم کلرید به سدیم کلرید، نقطه ذوب آن را افزایش می‌دهد.**

**۳) فلز سدیم یک کاهنده قوی است که در طبیعت به حالت آزاد یافت می‌شود.**

**۴)یون‌های سدیم بسیار ناپایدارتر از اتم‌های آن است.**

**۹۵) اگر از دو الکترود آهنی در یک سلول الکترولیتی برای برقکافت آب شهری استفاده شود، کدام عبارت درست است؟**

**$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \leftrightarrow Fe(s)$ , $E^\circ = -0/44\ v$**

**$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \leftrightarrow 2H_2O(l)$ , $E^\circ = +1/23\ v$**

**$2H_2O(l) + 2e^- \leftrightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ , $E^\circ = -0/83\ v$**

**۱- در آند، گاز هیدروژن آزاد می شود.**

**۲- جرم گاز آزاد شده پیرامون هر دو قطب، یکسان است.**

**۳- واکنش کلی این سلول برعکس واکنش کلی سلول برقکافت محلول غلیظ سدیم کلرید، است.**

**۴- با عبور جریان برق مقداری آهن (II) هیدروکسید به وجود می‌آید.**

**۹۶) با توجه به شکل مقابل که برقکافت سدیم کلرید مذاب را نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟**

**۱- نوعی سلول گالوانی است که با مصرف انرژی الکتریکی باعث انجام یک واکنش شیمیایی می‌شود.**

**۲- نیم واکنش انجام شده در الکترود متصل به قطب منفی باتری به صورت $Na^+(l) + e^- \rightarrow Na(s)$ است.**

**۳- به ازای عبور $3/612 \times 10^{22}$ الکترون از مدار، ۱/۳۸ گرم فلز سدیم تولید می‌شود.**

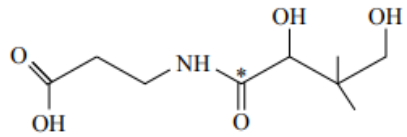
**۴- با انجام واکنش، شعاع گونه‌ای که کاهش می‌یابد، کاهش و شعاع گونه‌ای که اکسایش می‌یابد، افزایش می یابد.**

**۹۷) جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن کدام دو ترکیب برابر صفر است؟**

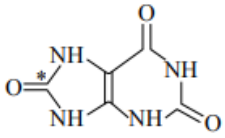
**۱) آسپرین – استیک اسید ۲) گلیسرین – اتیلن گلیکول ۳) اتانول – گلوکز ۴) متیل استات – سدیم بنزوات**

**۹۸) عدد اکسایش اتم ستاره‌دار در کدام یک از گزینه‌های زیر بیش‌تر است؟**

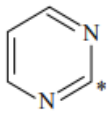
۱)



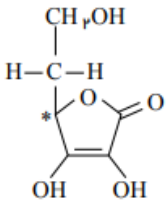
۲)



۳)



۴)



**۹۹) کدام مورد از کاربردهای سلول‌های الکترولیتی نیست؟**

**۱) تولید جریان برق ۲) پالایش فلزها ۳) آبکاری فلزها ۴)استخراج آلومینیوم**

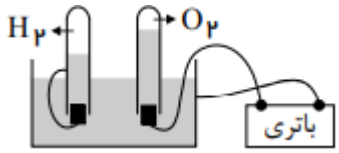
**۱۰۰) از برقکافت ۲۵۰ میلی‌لیترمحلول قلع (II) کلرید با غلظت ۰/۱ مولار (طبق واکنش زیر)، ۲/۳۷۴ گرم فلز قلع جمع آوری شده است. چند گرم یون کلرید در این محلول باقی مانده است؟**

$$SnCl_2(aq) \xrightarrow{\text{برق}} Sn(s) + Cl_2(g)$$

$$Sn = ۱۱۸/۷ \quad Cl = ۳۵/۵ \quad g.mol^{-۱}$$

**۱) ۰/۴۷۴ ۲) ۰/۳۵۵ ۳) ۰/۹۵ ۴) ۰/۷۱**

**۱۰۱) چند مورد از مطالب زیر در مورد برقکافت آب خالص درست است؟**




***نسبت جرم گاز آزاد شده در کاتد به جرم گاز آزاد شده در آند برابر ۸ است.**

***افزودن چند قطره شناساگر متیل سرخ در اطراف آند سبب مشاهده‌ی رنگ سرخ در محلول می‌شود.**

***به ازای مصرف شدن هر مول الکترون در کاتد، ۲۲/۴ لیتر گاز در شرایط استاندارد تولید می‌شود.**

***معادله کلی برقکافت آب خالص، عکس معادله کلی سلول سوختی هیدروژن است.**

***با واژگون کردن دو لوله پر از آب روی کاتد و آند سلول الکترولیتی و جمع آوری گازهای تولید شده، سطح آب در دو لوله به مقدار برابری پایین می آید.**

**۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴**

**۱۰۲) کدام عبارت درست است؟**

**۱. در واکنش سوختن اتن تغییر عدد اکسایش کربن بیشتر از سوختن اتین است.**

**۲. در ساختار پروپانون دو اتم کربن عدد اکسایش ۳- و یک اتم کربن عدد اکسایش ۳+ دارد.**

**۳. در ساختار متیل آمین عدد اکسایش کربن برابر ۳- و عدد اکسایش نیتروژن برابر ۲- است.**

**۴. در متانول، مجموع اعداد اکسایش کربن و اکسیژن برابر صفر است.**

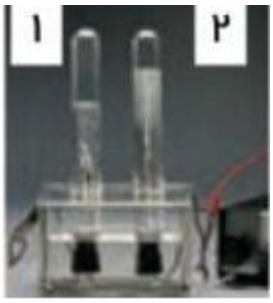
**۱۰۳) جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول بنزوییک اسید با عدد اکسایش کدام عنصر در ترکیب داده شده، برابر است؟**

**۱) گوگرد در پتاسیم سولفید**

**۲) کربن در فرمالدهید**

**۳) نیتروژن در نیتریک اسید**

**۴) کلر در پتاسیم کلرات**




**۱۰۴) شکل مقابل برقکافت آب را در یک سلول الکترولیتی نشان می‌دهد. نیم واکنش کاتدی در کدام لوله انجام شده و علت آن چیست؟**

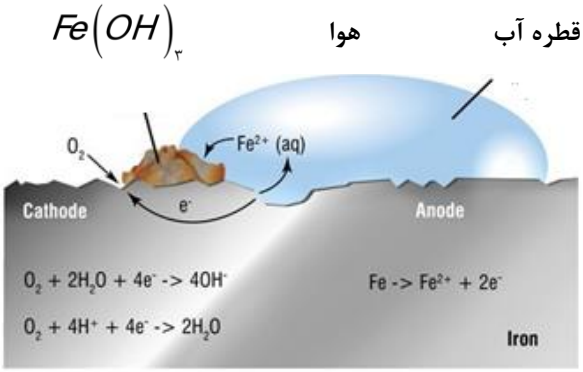
**۱) در لولهٔ ۱ ؛ زیرا محلول حاصل می تواند کاغذ را سرخ رنگ کند.**
**۲) در لولهٔ ۱ ؛ زیرا حجم گاز آزاد شده در کاتد دو برابر آند است.**
**۳) در لولهٔ ۲ ؛ زیرا محلول حاصل می تواند کاغذ را آبی رنگ کند.**
**۴) در لولهٔ ۲ ؛ زیرا حجم گاز آزاد شده در کاتد نصف آند است.**

**۱۰۵) کدام مطلب در مورد سلول های الکترولیتی درست می باشد؟**

**۱) با مصرف جریان برق مستقیم توسط الکترودها، واکنش شیمیایی انجام می‌شود که در آن انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.**
**۲) برقکافت آب، آبکاری و تولید جریان الکتریسیته از جمله کاربردهای سلول های الکترولیتی هستند.**
**۳) جهت حرکت الکترون ها از قطب مثبت به منفی و نیم واکنش‌های الکترودی در مسیر غیر خودبه‌خودی انجام می‌شوند.**
**۴) الکترود موجود در سلول های الکترولیتی، می‌تواند ترکیب یونی مذاب یا محلول یونی در آب باشد.**

### خوردگی، یک واکنش اکسایش ـــ کاهش ناخواسته

- **خوردگی به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش ـــ کاهش گفته می‌شود. نمونه‌های خوردگی:**
  - ✓ **زنگ زدن آهن**
  - ✓ **تیره شدن نقره**
  - ✓ **زنگار سبز بر سطح مس**
- **هنگامی که فلزها در هوا قرار می‌گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می‌آیند. در فلزهایی مانند آهن با ادامه اکسایش، لایه‌ای ترد و شکننده تشکیل می‌شود که به تدریج فرو می‌ریزد**
- **در حقیقت آهن را به ندرت می‌توان به صورت خالص در طبیعت پیدا کرد.**
- **فرایند الکتروشیمیایی شامل آند (یک قطعه فلز که به راحتی الکترون از دست می‌دهد)، الکترولیت (مایعی که به حرکت یون‌ها کمک می‌کند) و یک کاتد (گونه‌ای که به راحتی الکترون می‌پذیرد) است. وقتی از فلزی الکترون آزاد می‌شود( پایگاه آندی) و الکترون‌های آزاد شده در آند از طریق رسانای الکترونی (خود فلز) به سمت کاتد جریان یافته تا مولکول‌های اکسیژن در حضور رطوبت کاهش یابند. و یون‌ها در آب جریان می‌یابند تا مدار کامل شود.**




**نیم واکنش آند** $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

**نیم واکنش کاتد** $2H_2O(I) + O_2(g) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

**معادلهٔ کلی زنگ زدن آهن به صورت زیر است:**

$$\begin{cases} ۲Fe \rightarrow ۲Fe^{۲+} + ۴e^- \\ O_۲ + ۲H_۲O + ۴e^- \rightarrow ۴OH^- \end{cases}$$

$$\begin{cases} ۲Fe^{۲+} \rightarrow ۲Fe^{۳+} + ۲e^- \\ \frac{۱}{۲}O_۲ + H_۲O + ۲e^- \rightarrow ۲OH^- \end{cases}$$

---

$$۲Fe + \frac{۳}{۲}O_۲ + ۳H_۲O \rightarrow ۲Fe^{۳+} + ۶OH^-$$

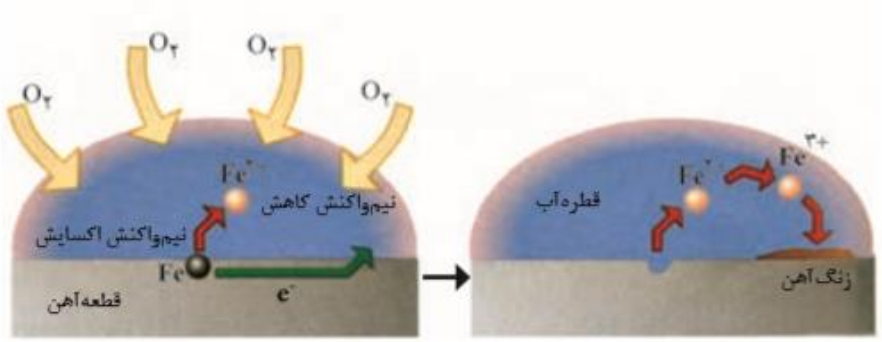
$$۲\times\left( ۲Fe + \frac{۳}{۲}O_۲ + ۳H_۲O \rightarrow ۲Fe^{۳+} + ۶OH^- \right)$$

$$۴Fe + ۳O_۲ + ۶H_۲O \rightarrow ۴Fe^{۳+} + ۱۲OH^-$$

- **با وجود اکسیژن زیاد در پایگاه کاتدی $Fe^{۲+}$ ناپایدار دوباره اکسیاش پیدا می‌کند و به زنگ آهن با فرمول $Fe(OH)_۳$ تبدیل می‌شود.**

$$4Fe(OH)_2(s)+O_2(g)+2H_2O(I)\rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$

**شرایط زنگ زدن آهن**




**آهن، آب و اکسیژن.**

**اثر محیط الکترولیت در فرایند زنگ زدن**

- **مایعاتی مانند باران‌های اسیدی، آب دریا و افشانه نمکی برای ذوب کردن برف جاده های یخی به علت ترکیبات موجود در آنها نسبت به آب الکترولیت های قوی‌تری هستند.**
- **الکترولیت به دو دلیل فرایند زنگ زدن آهن را بیشتر می‌کند:**
  - **۱) رسانایی یونی را تقویت می‌کند و به عبارتی مدار الکتریکی را کامل می‌کند.**
  - **۲) از تجمع یون‌ها در پایگاه‌های آندی و کاتدی و به هم زدن توازن بار جلوگیری می‌کند.**

**به همین دلیل آهن و فلزات دیگر در الکترولیت قوی با سرعت بیشتری زنگ زده و خورده می‌شوند.**

**مقایسه فرایند زنگ زدن آهن در pHهای مختلف**

**تأثیر pH بر محیط الکترولیت بیشتر به دلیل تغییر قدرت کاهندگی مولکول‌های اکسیژن است. مقدار $E^\circ$ در محیط‌های مختلف به صورت زیر است.**

**اسیدی:** $O_۲(g) + ۴H^+(aq) + ۴e^- \rightarrow ۲H_۲O\ (l)$ $\qquad E^\circ = +۱/۲۳\ V$

**بازی: در محیط بازی غلظت یون‌های هیدروژن به‌شدت کاهش می‌یابد و فعالیت نیم واکنش کاهش اکسیژن را کم می‌کند.**

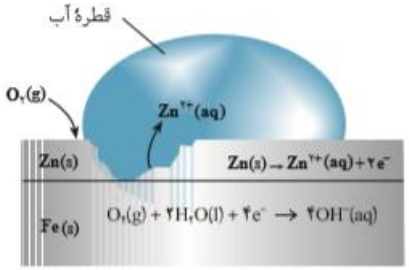
خنثی: $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ $\quad E^\circ=+1/23\ V$

**سرعت زنگ زدن آهن به صورت « محیط بازی > محیط خنثی > محیط اسیدی » است.**

**راه‌های جلوگیری از خوردگی آهن**

۱. **حفاظت فیزیکی:** **ساده‌ترین راه مبارزه با خوردگی، اعمال یک لایه رنگ است. با استفاده از رنگها بصورت آستر و رویه، می‌توان ارتباط فلزات را با محیط تا اندازه‌ای قطع کرد و از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کرد. پوششی که با روش هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن ایجاد می‌شود و در نتیجه موجب محافظت فلز می‌شود.**

۲. **حفاظت با استفاده از فلزهای کاهنده‌تر**(حفاظت کاتدی): **اگر دو فلز که با یکدیگر در تماس هستند در معرض هوا و رطوبت قرار بگیرند، بین آنها نوعی سلول گالوانی به وجود می‌آید. که در این سلول فلزی که $E^\circ$ کوچک‌تری دارد نقش آند را ایفا می‌کند و با اکسایش یافتن دچار خوردگی می‌شود. این درحالی است که فلزی با $E^\circ$ بزرگ‌تر، نقش کاتد را بازی کرده و نسبت به خوردگی محافظت می‌شود. برای حفاظت کاتدی آهن آن را با یک فلزفعّال‌تر مانند Zn یا Mg مجاور می‌کنند.**

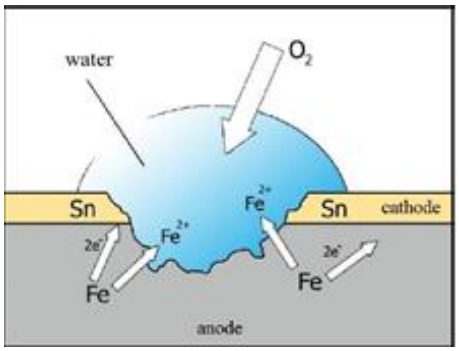



$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq)+2e^-$ نقش آند

نقش کاتد، چون آهن نمی‌تواندکاهش یابد پس در کاتد دست نخورده می‌ماند و به جای آن $\begin{cases} Fe(s) & \rightarrow \quad N.R \\ O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- & \rightarrow 4OH^-(aq) \end{cases}$ اکسیژن کاهش می‌یابد، پس آهن در کاتد محافظت می‌شود.

**ظروف بسته بندی مواد غذایی**

**گاهی برای برخی از کاربردهای آهن لازم است که سرعت خوردگی را افزایش دهیم تا در اثر خراش زودتر و آسان‌تر فلز دچار خوردگی شود و به محیط زیست آسیب نرساند. در این صورت دو فلز که با یکدیگر در تماس هستند به صورت یک سلول گالوانی عمل می‌کنند. با به‌وجود آمدن رقابت در اکسید شدن دراین سلول، فلزی که $E^\circ$ منفی‌تری دارد نقش آند را ایفا می‌کند و ضمن اکسایش، سریعتر دچار خوردگی می‌شود. برای واکنش‌پذیری آهن آن را با یک فلزضعیف‌تر مانند Sn یا Cu مجاور می‌کنند.**



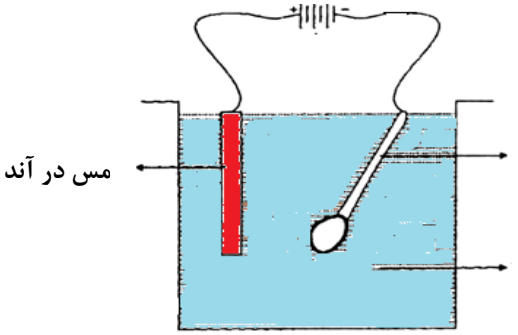

$O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ نقش کاتد

نقش آند $\begin{cases} Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq)+2e^- & E^\circ=-0/44 \\ Sn(s) \rightarrow N.R & E^\circ=-0/14 \end{cases}$

**از ورقه‌های حلبی برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده می‌شود زیرا قوطی‌هایی از جنس حلبی اول، با مواد غذایی و اسید موجود در آنها واکنش نمی‌دهد و دوم در اثر خراش زودتر و آسان‌تر دچار خوردگی می‌شوند.**

## آبکاری

- **پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، آبکاری نام دارد.**
- **جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می‌شود باید رسانای جریان برق باشد.**
- **فلزی که به عنوان روکش استفاده می‌شود، در آند قرار می‌دهند تا با عمل اکسایش کاتیون‌های آن در محلول آزاد شود.**
- **جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می‌شود، به قطب منفی باتری متصل می‌شود، تا کاتیون‌ها جذب جسم شده و با کسب الکترون به صورت روکش در می‌آیند.**
- **فلز در آند خورده و در کاتد بر روی جسم، کاهش می‌یابد.**




- **واکنش اکسایش – کاهش برای یک نوع فلز و کاتیون آن نوشته می‌شود.**

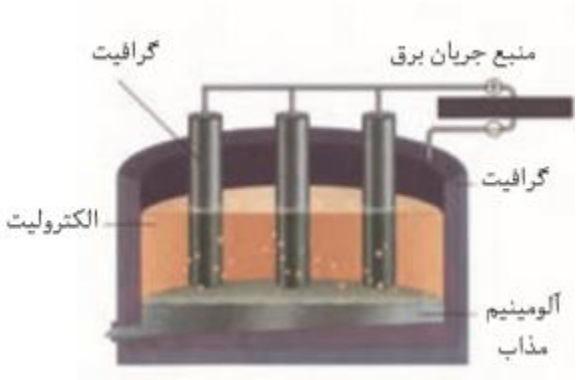
**آند و قطب مثبت** $M\ (s) \rightarrow M^{n+}(aq) + ne^-$

**کاتد و قطب منفی** $M^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow M\ (s)$

- **الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید دارای یون‌های فلزی ($M^{n+}(aq)$) باشد تا لایهٔ نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد و کاتیون دیگری جذب نشود.**

**استخراج آلومینیم**

- **آلومینیم یکی از ارزشمندترین و پرکاربردترین فلزها به شمار می‌آید. در صنعت، آلومینیم را از سنگ معدن بوکسیت (آلومینای ناخالص) $Al_2O_3$ به دست می‌آورند.**
- **برقکافت محلول مذاب آلومین در سلول الکترولیتی ویژه‌ای انجام می‌گیرد، رایج‌ترین روشی که به فرایند هال معروف است.**
- **در دستگاه تهیه آلومینیوم، جنس دیواره و کف دستگاه از جنس گرافیت بوده و از آنجا که به قطب منفی باتری وصل است کاتد می‌باشد.**




**نیم واکنش کاتدی:** $Al^{3+}(l) + 3e^- \rightarrow Al\ (l)$ **فلز آلومینیوم که به حالت مذاب به دست می‌آید از طریق لوله‌ی تعبیه شده در قسمت پایینی دستگاه خارج می‌شود.**

- **تیغه‌های گرافیتی در بالای دستگاه نقش آند را داشته و به قطب مثبت باتری متصل‌اند.**

**نیم واکنش آندی:** $\begin{cases} 2O^{2-}(l) \rightarrow O_2(g) + 4e^- \\ O_2(g) + C\ (s) \rightarrow CO_2(g) \end{cases}$ **چون دما بالا هست اکسیژن آزاد شده گرافیت را می‌سوزاند و به کربن دی اکسید تبدیل می‌شود.**

- **به دلیل سوختن آند گرافیتی باید مرتب تعویض شوند.**

- **نهایتاً واکنش کلی مربوط به فرایند هال به این ترتیب خواهد بود:** $2Al_2O_3(sol)+3C(s)\rightarrow 4Al(l)+3CO_2(g)$
- **فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه‌ی بالایی را در بردارد، لذا با بازیافت فلز آلومینیوم ضمن افزایش طول عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر، برخی هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد. برای نمونه، تولید قوطی‌های آلومینیومی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷ درصد از انرژی لازم برای تهیه همان قوطی از فرایند هال نیاز دارد.**
- **کمک ذوب آلومین ماده‌ای به نام کریولیت است. یعنی آلومین در کریولیت حل شده و به جای aq عبارت sol نوشته می‌شود. فرمول کریولیت $Na_3AlF_6$ است.**

**۱۰۶) آهن گالوانیزه نام دیگر ..... است و اگر در هوای مرطوب خراشی در سطح آن به وجود آید، در محل خراش یک سلول ..... به وجود می‌آید که در آن ..... ، ..... است و ..... می‌شود.**

**۱. حلبی- الکترولیتی - قلع - قطب مثبت - خورده**
**۲. حلبی - الکتروشیمایی - آهن - کاتد - در خوردگی محافظت**
**۳. آهن سفید - الکتروشیمیایی - آهن - کاتد - از خوردگی محافظت**
**۴. آهن سفید - الکترولیتی - روی - قطب مثبت - خورده**

**۱۰۷) ....., ورقه آهنی است که سطح آن به وسیله لایه‌ی نازکی از فلز ..... پوشانده شده است و از آن برای ساخت قوطی ..... استفاده میشود.**

**۱. حلبی - روی - کنسرو**
**۲. آهن سفید - روی - کنسرو**
**۳. حلبی - قلع - روغن نباتی**
**۴. آهن سفید - قلع - روغن نباتی**

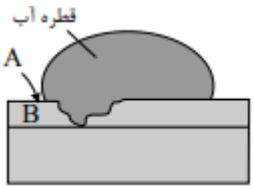
**۱۰۸) یک قطعه حلبی خراشیده شده در هوای مرطوب زنگ می‌زند. در صورتی که یک قطعه آهن سفید خراشیده شده در همان شرایط محفوظ می‌ماند.**
**علت این است که در محل مذکور، یک سلول الکتروشیمیایی تشکیل می‌شود که در مورد ..... محفوظ می‌ماند.**

**۱. حلبی، آهن کاتد را تشکیل می‌دهد، اکسید می‌شود و قلع**
**۲. حلبی، قلع قطب منفی را تشکیل می‌دهد و از زنگ زدن**
**۳. آهن سفید، روی آند را تشکیل می‌دهد، اکسید می‌شود و آهن**
**۴. آهن سفید، آهن قطب منفی را تشکیل می‌دهد و از زنگ زدن**

**۱۰۹) کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟**

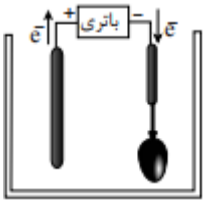
**۱. زنگ آهن در اطراف پایگاه کاتدی که غلظت اکسیژن زیاد است، تشکیل می‌شود.**
**۲. در زنگ زدن آهن، یون‌ها در مدار بیرونی (رسانای یونی) جریان یافته و مدار الکتریکی را کامل می‌کنند.**
**۳. هنگامی که فلز آهن دچار خوردگی شده و به زنگ آهن تبدیل می‌شود، عدد اکسایش آن طی یک مرحله افزایش می‌یابد.**
**۴. بارش باران موجب اسیدی شدن محیط آبی و افزایش سرعت زنگ زدن آهن می‌شود.**

**۱۱۰) اگر تصویر روبه رو، به یک قطعه آهن سفید، خراش برداشته درهوای مرطوب مربوط باشد، A و B به ترتیب (ازچپ به راست) کدام‌اند؟**




**۱) $O_2 - Zn$ ۲) $OH^- - Zn$ ۳) $O_2 - Sn$ ۴) $OH^- - Sn$**

۱۱۱) **با توجه به شکل روبه رو، که طرح یک سلول الکترولیتی را برای آبکاری یک قاشق مسی با فلز M نشان می‌دهد، کدام مطلب درست است؟**




۱. **الکترولیت، محلول نمکی از فلز M است.**
۲. **کاتد، تیغه‌ای از جنس فلز M است.**
۳. **در کاتد: نیم واکنش، $Cu^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Cu(s)$ انجام می‌گیرد.**
۴. **قاشق مسی، نقش آند را دارد و با گذشت زمان بر وزن آن افزوده می‌شود.**

۱۱۲) **کدام عبارت نادرست است؟**

۱. **برای حفاظت کاتدی آهن، آن را با یک فلز فعال‌تر مجاور می‌کنند.**
۲. **اگر خراشی در سطح گالوانیزه ایجاد شود، واکنش آندی آن اکسایش روی خواهد بود.**
۳. **اگر خراشی در سطح حلبی ایجاد شود. مولکول‌های $O_2$ و $H_2O$ نیم واکنش کاتدی انجام می‌دهند.**
۴. **اکسید شدن فلزات در هوا، خوردگی نامیده می‌شود که در مورد فلزات نجیب غیرخودبه‌خودی است.**

۱۱۳) **در سلول الکترولیتی مورد استفاده در روش هال، در کاتد..... تولید می‌شود و جنس آند و کاتد به کار رفته..... است.**

۱)کربن دی اکسید، یکسان ۲) آلومینیم، یکسان ۳)اکسیژن، متفاوت ۴) آلومینیم، متفاوت

۱۱۴) **در آبکاری یک صفحه مسی با کروم، جنس آند و محل قرار گرفتن صفحه به ترتیب کدام است؟**

۱) فلز مس – آند ۲) فلز کروم – کاتد ۳) فلز مس – کاتد ۴) فلز کروم – آند

۱۱۵) **کدام عبارت در خصوص آبکاری قاشق فولادی با فلز نقره صحیح نمی‌باشد؟**

۱) **جهت حرکت الکترون از سمت قاشق به سمت تیغه نقره است.**
۲) **نیم واکنش کاتد بصورت $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ است.**
۳)**درون ظرف محلولی از نمک نقره وجود دارد.**
۴) **قاشق به قطب منفی باتری متصل است.**

۱۱۶) **کدام مطلب درست است؟**

۱) **در آبکاری، شیء مورد آبکاری را باید در آند دستگاه برقکافت جای داد.**
۲) **تهیه قوطی‌های آلومینیومی از فرآیند هال فقط به ۷ درصد انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از قوطی‌های کهنه می‌باشد.**
۳) **آلومینیم، همانند دیگر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود.**
۴) **از سلول دانز، برای تهیه‌ی سدیم از محلول غلیظ کلرید آن، استفاده می‌شود.**

۱۱۷) **در تولید صنعتی هر تن آلومینیم، به تقریب به چند کیلوگرم گرافیت نیاز است و چند متر مکعب گاز در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۵L است، تولید می شود؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید: $gmol^{-1}$ : C =۱۲، Al =۲۷)**

۱) ۶۹۹۴/۴، ۴۴۴ ۲) ۶۹۴/۴ ، ۴۴۴ ۳) ۶۹۹۴/۴، ۳۳۳ ۴) ۶۹۴/۴، ۳۳۳

۱۱۸) **کدام مطلب زیر درست است؟**

۱) **به فرآیند ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن فقط آهن بر اثر واکنش اکسایش- کاهش خوردگی می‌گویند.**
۲) **برای انجام خوردگی حضور یکی از عوامل اکسیژن و رطوبت لازم است.**
۳) **برای محافظت آهن در برابر خوردگی می‌توان از فلز طلا استفاده کرد.**
۴) **تیره شدن نقره در تماس با هوا یک واکنش اکسایش کاهش محسوب می‌شود.**

۱۱۹) **چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟**

آ) **در فرآیند زنگ زدن آهن، فلز آهن نقش کاهنده دارد.**
ب) **آهن در محیط خشک به خوبی محیط مرطوب زنگ می‌زند.**

**پ) برای محافظت آهن در برابر خوردگی نمی‌توان از فلز روی استفاده کرد.**

**ت) فلز طلا حتی در محیط اسیدی با اکسیژن واکنش نمی‌دهد.**

**۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱**

**۱۲۰) در فرایند خوردگی آهن، فلز آهن نقش..... و اکسیژن نقش.....دارد و برای محافظت از آهن می‌توان از فلز..... استفاده کرد.**

**۱) اکسنده – کاهنده– قلع ۲) اکسنده – کاهنده – روی**

**۳) کاهنده – اکسنده – قلع ۴) کاهنده – اکسنده– روی**

**۱۲۱) کدام موارد زیر درست می‌باشد؟**

**آ) برای محافظت بدنه کشتی‌ها در مقابل خوردگی به آن قطعاتی از فلز قلع متصل می‌کنند.**

**ب) ایجاد پوشش محافظ نمی‌تواند فلزها را به طور کامل در برابر خوردگی محافظت کند.**

**پ) آهن در محیط‌های مرطوب زودتر زنگ می زند.**

**ت) طلا در محیط اسیدی به خوبی با اکسیژن واکنش می‌دهد.**

**۱) آ و ب ۲) ب و پ ۳) پ و ت ۴) آ و ت**

**۱۲۲)**

| نیم واکنش | $E^0$ (V) |
|---|---|
| $Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Au(s)$ | +۱/۵۰ |
| $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(s)$ | +۰/۴۰ |
| $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$ | −۰/۴۱ |
| $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$ | −۰/۷۶ |
| $Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$ | −۱/۶۶ |

**با توجه به شکل و جدول داده شده، X کدام گزینه نمی‌تواند باشد؟**

**۱) Au ۲) Fe ۳) Zn ۴) Al**

**۱۲۳) در آب‌کاری یک قاشق فلزی، توسط محلول نقره نیترات، در صورتی که پس از پایان آبکاری، جرم قاشق به اندازهٔ ۰/۲۷ گرم افزایش یافته باشد، چند مول الکترون مبادله شده است؟**

**۱) ۰/۰۲۵ ۲) ۰/۲۷ ۳) ۰/۰۳ ۴) ۰/۰۰۲۵**

**۱۲۴) کدام عبارت نادرست است؟**

**۱. اکسیژن عنصر بسیار واکنش‌پذیری است و می‌تواند هر فلز را به طور خودبه‌خودی اکسید کند.**

**۲. به هنگام خوردگی آهن در پایگاه آندی، اتم آهن به یون آهن (II) تبدیل می‌شود.**

**۳. زنگ آهن از آهن (III) اکسید آب پوشیده تشکیل شده است.**

**۴. در فرآیند خوردگی آهن، نیم واکنش کاتدی در جایی رخ می‌دهد که غلظت اکسیژن زیاد است.**

**۱۲۵) کدام عبارت نادرست است؟**

**۱. فلز آهن در فرایند خوردگی، رسانای الکترونی و قطره‌ی آب، رسانای یونی محسوب می‌شود.**

**۲. اگر دو فلز با یکدیگر در تماس باشند و در معرض رطوبت هوا قرار گیرند به سرعت خورده می‌شوند.**

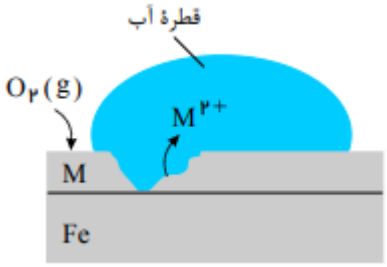
**۳. نیم واکنش کاهش در فرایند خوردگی به صورت $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ است.**

**۴. در فرایند خوردگی آهن، واکنش تبدیل $Fe^{2+}(aq)$ به $Fe(OH)_2(s)$ در قطره آب (مدار بیرونی) انجام می‌شود.**

۱۲۶) کدام عبارت نادرست است؟

۱. برای حفاظت کاتدی آهن، آن را با یک فلز فعال‌تر مانند **Mg**یا **Zn** مجاور می‌کنند.
۲. با ایجاد خراش در سطح آهن گالوانیزه، فلز آهن در نقش کاتد کاهش می‌یابد.
۳. با ایجاد خراش عمیق در سطح حلبی، فلز آهن در نقش آند خورده می شود.
۴. برخلاف حلبی، از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده نمود.

۱۲۷) با توجه به شکل زیر، چه تعداد از موارد زیر درست می‌باشند؟ ( یکی از دو فلز **Sn** یا **Zn** است.)




آ) شکل مقابل مربوط به حلبی است.

ب) از این نوع آهن می‌توان برای ساخت تانکر آب و کانال کولر استفاده کرد.

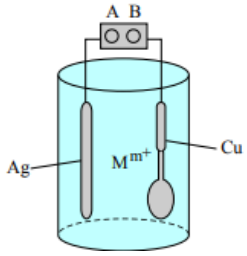
پ) نیم واکنش کاهش آن به صورت: $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ است.

ت) فلز آهن از فلز **M** به کار رفته، کاهنده‌تر است.

ث) از این نوع آهن نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده کرد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۲۸) با توجه به شکل که آبکاری یک قاشق مسی را با نقره نشان می‌دهد، کدام مورد به درستی عنوان نشده است؟




۱. جهت حرکت الکترون ها در مدار بیرونی از نقره به مس است.
۲. نیم واکنش کاتدی به صورت $Ag^+(aq)+e^- \rightarrow Ag(s)$ می‌باشد.
۳. جسمی که آبکاری می‌شود به قطب منفی باتری متصل می‌شود.
۴. یون‌های $M^{m+}(aq)$ داخل محلول شامل $Cu^{2+}(aq)$ می باشند.

۱۲۹) هرگاه دو قطعه‌ی فلزی متفاوت در هوای مرطوب با یکدیگر در تماس باشند بین آنها نوعی سلول الکتروشیمیایی به وجود می‌آید که در آن فلزی که $E^\circ$.....دارد، نقش ..... را دارد و بر اثر ..... یافتن، دچار خوردگی می‌شود.

۱. کوچک‌تری - کاتد – کاهش
۲. کوچک‌تری - آند - اکسایش
۳. بزرگ‌تری - کاتد - اکسایش
۴. بزرگ‌تری - آند - کاهش

۱۳۰) کدام مورد درباره فرآیند استخراج صنعتی آلومینیم، درست است؟

۱. مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها در معادله کلی موازنه شده آن، برابر ۶ است.
۲. فلز آلومینیم به دست آمده، از بالای سلول الکترولیتی به صورت مذاب خارج می‌شود.
۳. درصد جرمی آلومینیم در آلیاژ مگنالیوم با منیزیم یکسان است.
۴. برخلاف سلول دانز، الکترود آند در این فرآیند نقش واکنش دهنده نیز دارد.

۱۳۱) اگر در آب کاری قطعه‌های آهنی با طلا، از محلول $Au(NO_3)_3$ به عنوان الکترولیت و از فلز طلا به عنوان آند استفاده کنیم، در این صورت همهٔ عبارت های زیر به جز گزینهٔ ..... درست‌اند.

$4H^+(aq)+O_2(g)+4e^- \rightarrow 2H_2O(l) \qquad E^\circ = +1/23\ v$

$Au^{3+}(aq)+3e^- \rightarrow Au(s) \qquad E^\circ = +1/5\ v$

۱. با گذشت زمان جرم تیغهٔ آندی کم می‌شود.
۲. در آند گاز اکسیژن آزاد می‌شود.

۳. غلظت یون‌های $Au(NO_3)_3$ به تدریج کم می‌شود و برای جبران آن باید نمک $Au(NO_3)_3$ اضافه کرد.
۴. pH محلول به تدریج کم می‌شود.

۱۳۲) کدام گزینه جملهٔ زیر را در مورد آبکاری به طور صحیح تکمیل نمی‌کند؟ »جسمی که..... ، «.....

۱. روکش فلزی روی آن ایجاد می‌شود – باید رسانای جریان برق باشد.
۲. قرار است لایهٔ نازکی از آن روی جسم دیگر قرار بگیرد – حتما رسانای جریان برق است.
۳. روکش فلزی روی آن ایجاد می شود – به قطب منفی باتری متصل می‌شود.
۴. قرار است لایهٔ نازکی از آن روی جسم دیگر قرار بگیرد – به قطب منفی باتری متصل می‌شود.

۱۳۳) در فرایند آبکاری .....

۱. نمی‌توان یک قاشق پلاستیکی را توسط نقره آبکاری کرد.
۲. به مرور لایه‌ای از فلز آند بر روی سطح الکترود مثبت قرار می‌گیرد.
۳. با پیشرفت واکنش از جرم الکترودی که به قطب منفی باتری وصل است، کاسته می‌شود.
۴. اطراف الکترود کاتد حباب هایی از گاز هیدروژن آزاد شده و pH محلول کاهش می یابد.

۱۳۴) برای فلز آهن کدامیک از فلزات زیر نمی‌تواند محافظ کاتدی باشد؟

۱) آلومینیم ۲) روی ۳) مس ۴) منیزیم

۱۳۵) اگر سطح یک قطعه آهن پوشیده شده با لایه نازکی از یک فلز دیگر، در هوای مرطوب خراشی بردارد و آهن در محل خراش، زنگ بزند آن پوشش از جنس کدام فلز، ممکن است باشد؟

۱) آلومینیم ۲) روی ۳) قلع ۴) کروم

۱۳۶) کدام موارد از مطالب زیر درست‌اند؟

آ – برای حفاظت کاتدی آهن آن را با یک فلز که $E^o$ آن کوچک‌تر از آهن است، مجاور می‌کنند.
ب – در اثر خراش در سطح آهن سفید و حلبی به ترتیب روی و آهن به عنوان آند اکسایش یافته و خورده می‌شوند.
پ – برای حفاظت کاتدی آهن، فلزاتی که در سری الکتروشیمیایی جایگاه بالاتری دارند، مناسب هستند.
ت – در روش حفاظت کاتدی، اگر دو فلز که با یکدیگر در تماس هستند، در معرض هوا و رطوبت قرار بگیرند، بین آن‌ها نوعی سلول ولتایی ایجاد می شود.
ث – برای محافظت لوله‌های نفت از اکسایش، می‌توان آن‌ها را با میله‌هایی از جنس روی، مس و آلومینیم در تماس قرار داد.

۱) آ، ب، ت ۲) آ، ب، ث ۳) ب، پ، ت ۴)پ، ت، ث

۱۳۷) کدام مطلب درباره‌ی آبکاری یک قاشق آهنی با نقره نادرست می‌باشد؟

$$Fe^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Fe(s) \qquad E^\circ = -0/44v$$
$$Ag^+(aq)+e^- \rightarrow Ag(s) \qquad E^\circ = +0/8v$$

۱. بدون برقرارکردن جریان برق، واکنش به صورت $Fe(s)+Ag^+(aq) \rightarrow Ag(s)+Fe^{2+}(aq)$ در سلول انجام می‌گیرد و به وزن تیغه‌ی نقره افزوده می‌شود.
۲. اگر پس از آبکاری روی قاشق خراش ایجاد شود، در هوای مرطوب آهن نقش آند را خواهد داشت.
۳. پتانسیل استاندارد این سلول الکترولیتی منفی و نیم واکنش غیرخودبه‌خودی به صورت $Ag^+(aq)+e^- \rightarrow Ag(s)$ در قطب منفی انجام می‌شود.
۴. در آند این سلول، قطعه‌ای از فلز نقره قرار داده می شود و با انجام این واکنش در سلول، از وزن آن کاسته می‌شود.

۱۳۸) کدام عبارت درباره آبکاری یک قطعه فلزی با نقره با الکترولیت نقره نیترات و آند نقره‌ای درست است؟

۱. اگر $E^o$ فلز به کار رفته در ساخت قطعه، از نقره کوچک‌تر باشد، با قطع مدار بیرونی، هیچ واکنشی در سلول انجام نمی‌گیرد.

۲. الکترون‌ها در مدار بیرونی از سوی قطعه فلزی به سوی الکترود نقره حرکت می‌کنند.
۳. $E^{\circ}$ فلز به کار رفته در ساخت قطعه باید از $E^{\circ}$ نقره کوچک‌تر باشد.
۴. غلظت محلول نقره نیترات در طول انجام آبکاری به تقریب ثابت می‌ماند.

۱۳۹) در یک کارگاه آبکاری کروم، از محلول کروم (III)سولفات به عنوان الکترولیت و از زغال به عنوان آند، استفاده می‌شود. اگر در آبکاری هر قطعه، حدود ۰/۰۱۰۴ گرم فلز کروم روی قطعه قرار گیرد، پس از آبکاری هزار نمونه از همان قطعه، به تقریب چند گرم کروم (III)سولفات با خلوص ۸۰ درصد باید به الکترولیت اضافه شود تا غلظت یون‌های کروم، به مقدار اولیه باز گردد؟ (تغییر حجم ناچیز است). Cr= ۵۲ S = ۳۲ O =۱۶

۱) ۳۹/۲ ۲) ۴۹ ۳) ۵۸/۴ ۴) ۹۴

۱۴۰) فلز آلومینیم نقشی کلیدی در صنایع گوناگون دارد و با استفاده از روش هال استخراج می‌گردد. با توجه به این روش در صورتی که ۲۱/۶ تن آلومینیم تولید شده باشد، چند مول الکترون طی این واکنش انتقال یافته و چند متر مکعب گاز کربن دی اکسید تولید خواهد شد؟ (چگالی گاز برابر ۱/۱ گرم بر لیتر است.) Al =۲۷ C =۱۲ O =۱۶

۱) $۲/۴\times۱۰^{۶}$ ، $۲۴\times۱۰^{۳}$ ۲) $۲/۴\times۱۰^{۶}$ ، $۲۴\times۱۰^{۲}$ ۳) $۴/۸\times۱۰^{۵}$ ، $۱۲\times۱۰^{۳}$ ۴) $۴/۸\times۱۰^{۶}$ ، $۱۲\times۱۰^{۳}$

## ردیف مجموع سوالات کنکور سراسری فصل دوم شیمی دوازدهم ۱۴۰۰–۱۳۹۸

۱) مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در واکنش اکسایش – کاهش زیر، کدام است و در نیم‌واکنش کاهش آن، به ازای هر مول گونهٔ اکسنده، چند مول الکترون مبادله می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید)

$$Ag(s) + NO_{۳}^{-}(aq) + H^{+}(aq) \rightarrow Ag^{+}(aq) + NO(g) + H_{۲}O(l)$$

۱) ۱۴ ، ۳ ۲) ۱۴ ، ۴ ۳) ۱۵ ، ۴ ۴) ۱۵ ، ۳

۲) دربارهٔ واکنش اکسایش – کاهش بین گونه‌های داده شده، کدام مطلب، نادرست است؟

$$Ce^{۴+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ce^{۳+}(aq), E^{\circ} = ۷۲/۱-V$$
$$Cr^{۳+}(aq) + ۳e^{-} \rightarrow Cr(s), E^{\circ} = ۷۴/۰-V$$

۱) کاتیون $Ce^{۳+}(aq)$ در این واکنش، کاهنده است.
۲) قدرت کاهندگی $Ce^{۴+}(aq)$ از $Cr(s)$ بیشتر است.
۳) $E^{\circ}$ واکنش برابر ۰/۹۸ + ولت است و به صورت طبیعی (خودبه‌خود) پیشرفت دارد.
۴) مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد پس از موازنهٔ معادلهٔ آن، برابر ۸ است و ۳ الکترون در آن مبادله شده است.

۳) باتوجه به موارد زیر، پتانسیل استاندارد کاهشی فلز $M$ می‌تواند کدام عدد باشد؟

$$E^{\circ}(Hg^{+۲}(aq)/Hg(s)) = +۸۵/۰V$$
$$E^{\circ}(Sn^{+۲}(aq)/Sn(s)) = -۱۴/۰V$$
$$E^{\circ}(Mg^{+۲}(aq)/Mg(s)) = -۳۸/۲V$$
$$E^{\circ}(Mn^{+۲}(aq)/Mn(s)) = -۱۸/۱V$$

$$M(s) + Hg^{+۲}(aq) \rightarrow Hg(s) + M^{+۲}(aq)$$
$$M^{+۲}(aq) + Sn(s) \rightarrow \text{انجام نمی‌شود}$$
$$M(s) + Mg^{+۲}(aq) \rightarrow \text{انجام نمی شود}$$
$$M^{+۲}(aq) + Mn(s) \rightarrow M(s) + Mn^{+۲}(aq)$$

۱) +۰/۱۱ ۲) – ۰/۱۱ ۳) –۰/۴۰ ۴) + ۱/۲

۴) کدام مطلب دربارهٔ سلول گالوانی و سلول الکترولیتی درست است؟
۱) در سلول گالوانی، الکترود آند، قطب مثبت است.
۲) در سلول الکترولیتی، قطب منفی و در سلول گالوانی، آند محل تشکیل اتم از یون است.

۳) در سلول الکترولیتی، در قطب منفی، اکسایش انجام شده و از جرم تیغهٔ فلزی کاسته می‌شود.

۴) در سلول گالوانی، قطب منفی آند و در سلول الکترولیتی قطب مثبت آند است و در هردو سلول، کاتیون‌ها به سمت کاتد می‌روند.

۵) سلول نور – الکتروشیمیایی برای تهیهٔ هیدروژن کاربرد دارد. چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ این سلول درست است؟

$VSiO_2(s) + H^+(aq) + 4e^- \rightarrow Si(s) + 2H_2O(l) \quad ،E^\circ = 0/84-$

$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq) \quad ،E^\circ = 0/83-V$

- محلول پیرامون کاتد، رنگ کاغذ PH را قرمز می‌کند.
- $SiO_2(s)$ آند سلول را تشکیل می‌دهد و اکسایش می‌یابد.
- با انجام واکنش در سلول، PH محلول پیرامون آند، کاهش می‌یابد.
- واکنش کاتدی این سلول مانند واکنش کاتدی سلول برقکافت آب است.
- معادلهٔ واکنش سلول، به صورت: $SiO_2(s) + 2H_2(g) \rightarrow Si(s) + 2H_2O(l)$ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶) اگر قدرت اکسندگی چند یون به صورت $A^{+2} > B^{+2} > M^+ > Y^{+2}$ و پتانسیل کاهشی استاندارد آن‌ها بزرگ‌تر از صفر باشد، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

- واکنش ... $\rightarrow B + YSO_4$ انجام‌پذیر است.
- برای حفاظت از فلز آهن در برابر خوردگی، فلز A مناسب‌تر از فلز Y است.
- emf سلول گالوانی «Mg - A» از emf سلول گالوانی «Mg - B» بیشتر خواهد بود.
- اگر واکنش ... $\rightarrow M + XCl_2$ انجام‌پذیر باشد واکنش $\cdots \rightarrow B + XCl_2$ نیز انجام‌پذیر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷) اتم مرکزی تشکیل دهندهٔ یون ..... در گروه ..... جدول تناوبی جای دارد و عدد اکسایش آن با عدد اکسایش اتم کلر در یون ..... برابر است.

۱) $ClO_4^-$ ، ۱۶ ، $SO_3^{-2}$ ۲) $ClO_4^-$ ، ۱۶ ، $SO_4^{-2}$

۳) $ClO_3^-$ ، ۱۵ ، $PO_3^{-3}$ ۴) $ClO_3^-$ ، ۱۵ ، $ASO_4^{-3}$

۸) تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری در واکنش‌هایی که از نوع اکسایش – کاهش‌اند، کدام است؟

$SO_3(g) + H_2SO_4(aq) \rightarrow H_2S_2O_7(aq)$

$I_2(s) + ClO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightarrow IO_3^-(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq)$

$Pb(OH)_3^-(aq) + ClO^-(aq) \rightarrow PbO_2(s) + Cl^-(aq) + OH^-(aq) + H_2O(l)$

$K_2Cr_2O_7(aq) + BaCl_2(aq) + H_2O(l) \rightarrow BaCrO_4(aq) + KCl(aq) + HCl(aq)$

۱) ۳۵ ۲) ۲۹ ۳) ۲۷ ۴) ۲۲

۹) دربارهٔ سلول گالوانی «سرب – پلاتین»، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

$E^\circ[Pb^{2+}(aq) / Pb(s)] = -0/13V$ و $E^\circ[Pt^{2+}(aq) / Pt(s)] = +1/20V$

- $E^\circ$ سلول برابر ۱/۰۷+ ولت است و در واکنش کلی سلول، سرب نقش کاهنده را دارد.
- قدرت اکسندگی $Pt^{2+}$ از $Pb^{2+}$ بیشتر است و سطح تیغه آند، دارای بار منفی می‌شود.
- الکترود سرب، آند است و با انجام واکنش در سلول، غلظت کاتیون در بخش آندی کاهش می‌یابد.
- با پیشرفت واکنش سلول به میزان ٪۲۵ ، $0/13 \times 10^{23}$ الکترون میان دو الکترود مبادله می‌شود.
- الکترون‌ها، با گذر از دیوارهٔ متخلخل بین دو محلول، از قطب منفی به قطب مثبت رفته، سبب کاهش $Pt^{2+}(aq)$ می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۰) اگر الکترون‌های آزاد شده از اکسایش ۸۰ گرم فلز در نیم‌واکنش آندی:
$Fe^{2+}(aq) + Cu(s) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + Cu^{2+}(aq)$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)، در نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن مصرف شود، چند لیتر گاز اکسیژن (در شرایط STP) مصرف و چند گرم آب تولید می‌شود؟
$(H = 1 , O = 16 , Fe = 56 , Cu = 64 : g.mol^{-1})$

۱) ۷ ، ۲۵/۱۱ ۲) ۷ ، ۵/۲۲
۳) ۱۴ ، ۲۵/۱۱ ۴) ۱۴ ، ۵/۲۲

۱۱) اگر دو نافلز X و A، با بالاترین عدد اکسایش خود، آنیون‌های پایداری با فرمول $XO_4^-$ و $AO_4^{2-}$ تشکیل دهند، چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ آن‌ها درست است؟

- A عنصری از گروه ۱۵ است.
- عنصر A، می‌تواند در دورهٔ دوم جدول تناوبی جای داشته باشد.
- عنصر X، با اکسنده‌ترین عنصر در جدول تناوبی، هم گروه است.
- در آخرین زیرلایهٔ اشغال شدهٔ اتم X، ۵ الکترون و اتم A، دو الکترون جای دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲) کدام مطالب زیر درست‌اند؟

آ) سرعت خوردگی آهن، به pH محیط وابسته است.

ب) نتیجهٔ نیم‌واکنش کاهش در سلول گالوانی، تشکیل اتم فلزی است.

پ) پتانسیل کاهشی استاندارد اغلب فلزها منفی و اغلب نافلزها مثبت است.

ت) هرچه تفاوت پتانسیل کاهشی استاندارد نیم‌سلول‌های در سلول گالوانی بیشتر باشد، قدرت آن سلول، کمتر است.

ث) جدول پتانسیل کاهشی استاندارد فلزات، بر مبنای تشکیل مولکول هیدروژن محلول در آب، از یون $H^+(aq)$ تنظیم شده است.

۱) آ، پ ۲) ب، ت ۳) آ، پ، ث ۴) پ، ت، ث

۱۳) با توجه به مقدار $E^o$ نیم‌واکنش‌های زیر، کدام مورد از مطالب زیر، درست است؟

$V^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow V(s)$ , $E^o = -2/1\ V$
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$ , $E^o = -13/0\ V$
$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow A(s)$ , $E^o = +80/0\ V$

آ) $V^{2+}(aq)$، اکسنده‌ای قوی‌تر از $Ag^+(aq)$ است.

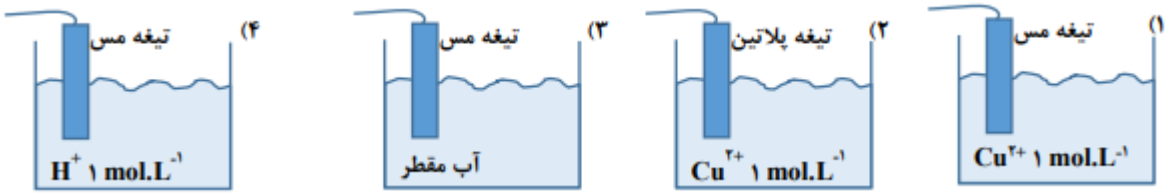
ب) تبدیل $V^{2+}(aq)$ به $V(s)$، آسان‌تر از تبدیل $Pb^{2+}(aq)$ به $Pb(s)$ است.

پ) $E^o$ سلول گالوانی «سرب – نقره» از $E^o$ سلول گالوانی «وانادیم – سرب» کوچک‌تر است.

ت) واکنش: $2Ag^+(aq) + Pb(s) \rightarrow Pb^{2+}(aq) + 2Ag(s)$، در یک سلول گالوانی، به‌طور طبیعی (خودبه‌خودی) پیش می‌رود.

۱) پ، ت ۲) آ، ت ۳) ب، پ، ت ۴) آ، ب، پ

۱۴) کدام شکل، نشان دهندهٔ الکترود استاندارد برای نیم‌سلول مس است؟ (دما ثابت و برابر $25^{\circ}C$ است.)




۱۵) با توجه به فرایند زنگ زدن آهن در هوای مرطوب، نقش‌های آب در این واکنش، کدام اند؟

۱) اکسنده، حلال ۲) کاهنده،حلال

۳) الکترولیت، واکنش دهنده ۴) الکترولیت، اکسنده

۱۶) نیروی الکتروموتوری ($E^{\circ}$) واکنش: $M(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + 2Ag(s)$، برابر ۱/۵۶+ ولت و $E^{\circ}$ الکترود نقره برابر ۰/۸۰+ ولت است. $E^{\circ}$ الکترود فلز M، برابر ..... ولت است و کاتیون $Ag^{+}$(aq) ، ..... از کاتیون $M^{2+}$(aq) است.

۱) ۰/۴− ، کاهنده‌تر ۲) ۰/۴+ ، اکسنده‌تر

۳) ۰/۷۶− ، کاهنده‌تر ۴) ۰/۷۶ − ، اکسنده‌تر

۱۷) با توجه به واکنش های زیر، کدام مورد درست است؟ (معادلهٔ واکنش ها، موازنه شوند.)

آ) $TiCl_4(l) + LiH(s) \rightarrow Ti(s) + LiCl(s) + H_2(g)$

ب) $PCl_5(s) + H_2O(l) \rightarrow HCl(g) + H_3PO_4(aq)$

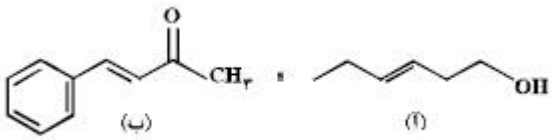
۱) با انجام واکنش (ب) در آب مقطر، pH آب بالاتر می رود.

۲) هر دو واکنش با تغییر عدد اکسایش برخی از اتم ها، همراه اند.

۳) شمار مول های گاز تولید شده در هر دو واکنش پس از موازنه، برابر است.

۴) مجموع ضریب های استوکیومتری معادلهٔ (آ) از مجموع ضریب های استوکیومتری معادلهٔ (ب) بیشتر است.

۱۸) دربارهٔ دو ترکیب زیر، کدام مورد، درست است؟




۱) ترکیب (آ)، با آب پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.

۲) عدد اکسایش اتم کربن متصل به اتم O در هر دو یکسان است.

۳) از ترکیب (آ) می‌توان به عنوان الکل در تهیهٔ پلی استرها استفاده کرد.

۴) شمار اتم‌های کربن در مولکول (آ) با شمار اتم‌های کربن در حلقهٔ آرماتیک مولکول (ب) متفات است

۱۹) کدام موارد از مطالب زیر، دربارهٔ واکنش: $Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$ ، درست است؟

آ) نقره در آن، اکسید شده است.

ب) $Ag_2O$ در آن، گونهٔ کاهنده است.

پ) Zn(s)، آند و $Ag_2O$ ، کاتد آن است.

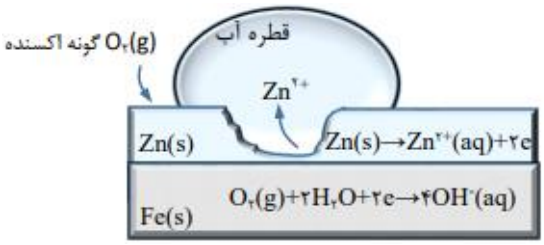
ت) به باتری دکمه‌ای «روی – نقره» مربوط است.

۱) آ، ت ۲) پ، ت ۳) آ، ب، ت ۴) ب، پ، ت

۲۰) در آبکاری یک قطعهٔ فولادی به وزن ۱۰kg با کروم، از یک لیتر محلول ۱ مولار یون های کروم (III) و الکترود کروم در آند استفاده شده است. در آبکاری قطعه مشابه (با جرم برابر) با نقره، از یک لیتر محلول ۱ مولار نقره نیترات و آند نقره‌ای استفاده شده است. با عبور یک مول الکترون، از هر دو محلول، تفاوت جرم دو قطعهٔ آبکاری شده، به تقریب چند گرم است؟ ($g.mol^{-1}$: Cr =۵۲ و Ag =۱۰۸)

۱) ۲۵/۴ ۲) ۵۶ ۳) ۸۲ ۴) ۹۰/۶

۲۱) **شکل زیر، نشان دهندهٔ یک قطعه آهن گالوانیزه است. کدام بخش از آن نادرست ، بیان شده است؟**



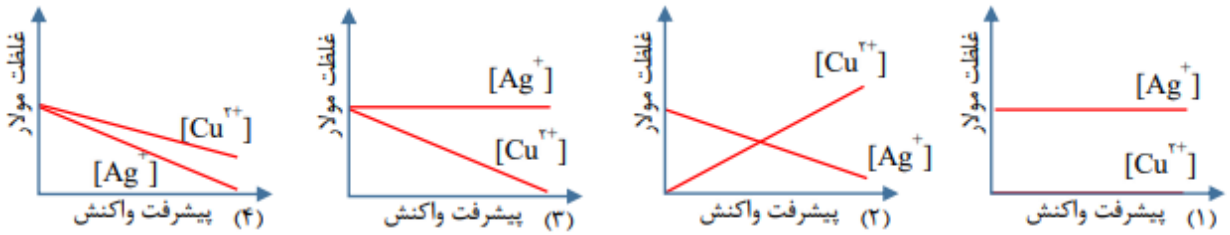

**۱) واکنش آندی**

**۲) گونهٔ اکسنده**

**۳) نوع فلز خورده شده**

**۴) شمار الکترون ها در واکنش کاتدی**

۲۲) **کدام نمودار غلظت گونه های محلول را در آبکاری یک قاشق مسی با استفاده از الکترود آند نقره را به درستی نشان می‌دهد؟ (الکترولیت به کار رفته، محلول یک مولار از نمک فلز نقره است.)**




۲۳) **مقدار emf(V) سلول گالوانی استاندارد لیتیم – نقره بر حسب ولت، به تقریب چند برابر مقدار emf(V) سلول گالوانی استاندارد روی – نقره است؟**

| نوع فلز | لیتیم | نقره | روی |
|---|---|---|---|
| $E^\circ(V)$ | −۳/۰۵ | +۰/۸ | −۰/۷۶ |

۱) ۲/۲۵ ۲) ۲/۴۷

۳) ۳/۴۷ ۴) ۳/۷۵

۲۴) **چند مورد از مطالب زیر، درست اند؟**

- **آهن در طبیعت به صورت هماتیت وجود دارد.**
- **زنگ آهن از واکنش آهن با اکسیژن در هوای مرطوب، تشکیل می‌شود.**
- **به علت نفوذ پذیر بودن زنگار، زنگ زدن آهن در هوای مرطوب، به درون آن نیز، سرایت می‌کند.**
- **زنگ زدن آهن، یک واکنش اکسایش است و در آن عدد اکسایش آهن، تنها ۲ واحد افزایش می یابد.**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۵) **کدام مورد، دربارهٔ پیل سوختی هیدروژن – اکسیژن با غشای مبادله کنندهٔ پروتون، درست است؟**

**۱) بخار آب تولید شده از بخش آندی خارج می شود.**

**۲) جهت حرکت پروتون ها در غشا، از آند به کاتد است.**

**۳) به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، دو مول پروتون در غشا، مبادله می شود**

**۴) جهت حرکت الکترون ها در مدار بیرونی با جهت حرکت پروتون ها در غشا، عکس یکدیگر است.**

۲۶) **کدام موارد از مطالب زیر دربارهٔ سلول گالوانی «روی–مس» ، درست است؟**

$$E^\circ[Zn^{2+}(aq)/Zn(s)] = -0/76V, E^\circ[Cu^{2+}(aq)/Cu(s) = +0/34V]$$

**آ) $E^\circ$ سلول گالوانی «روی–مس» ، برابر ۱/۱ ولت است.**

**ب) با برقراری جریان، $[Cu^{2+}]$ برخلاف $[Zn^{2+}]$، کاهش می یابد.**

**پ) الکترودی که در آن الکترون مصرف می شود، آند نامیده می شود.**

**ت) با برقراری جریان، کاتیون‌ها از سمت کاتد به سمت آند، از غشای متخلخل عبور می کنند.**

۱) ب، پ، ت ۲) آ، پ، ت ۳) پ، ت ۴) آ، ب

۲۷) یک فویل آلومینیمی درون ۲۰۰mL محلول مس (II) سولفات ۰/۰۵ مولار انداخته شده است. اگر از بین رفتن کامل رنگ آبی محلول ۸ دقیقه و ۲۰ ثانیه به طول بینجامد، سرعت متوسط آزاد شدن فلز مس، چند مول بر ثانیه است و چند مول الکترون در این واکنش مبادله شده است؟

$Al(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + Cu(s)$ ( معادله موازنه شود.)

۱) $2 \times 10^{-4}$ ، $0.02$ ۲) $2 \times 10^{-5}$ ، $0.02$

۳) $2 \times 10^{-5}$ ، $0.01$ ۴) $2 \times 10^{-4}$ ، $0.01$

۲۸) در یک سلول الکترولیتی دارای مقدار کافی از $AgNO_3(aq)$ که نیم‌واکنش آندی آن اکسایش آب و نیم‌واکنش کاتدی، کاهش یون‌های $Ag^+(aq)$ است، اگر حجم الکترولیت برابر ۳L بوده و ۰/۳ مول الکترون از آن عبور کند، pH محلول باقی مانده و وزن نقرهٔ تولید شده به تقریب، برابر چند گرم است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخونید. pH محلول اولیه را خنثی در نظر بگیرید. $Ag = 108 g.mol^{-1}$)

$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ (معادله موازنه شود.)

$H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + H^+(aq) + e^-$ (معادله موازنه شود.)

۱) ۱ ، ۳۲/۴ ۲) ۰/۵ ، ۱۰/۸ ۳) ۱ ، ۱۰/۸ ۴) ۰/۵ ، ۳۲/۴

۲۹) چند مورد زیر، برای مقایسه واکنش‌پذیری فلزهای طلا، سدیم و منگنز با یکدیگر، قابل استفاده است؟

* رسانایی الکتریکی * سرعت واکنش با محلول اسیدی با غلظت مشخص

* جدول پتانسیل الکتریکی * سرعت زنگ زدن(اکسید شدن) در محیط یکسان

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۰) کدام واکنش، انجام ناپذیر است؟ (M: فلز اصلی، X: نافلز)

۱) $M_2O(s) + Cu(s) \xrightarrow{\Delta} CuO(s) + 2M(s)$

۲) $Mg(s) + 2HX(aq) \rightarrow MgX_2(aq) + H_2(g)$

۳) $2M(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2MOH(aq) + H_2(g)$

۴) $2Na(s) + X_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2NaX(s)$

۳۱) چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- عدد اکسایش اتم کربن در مولکول متانوئیک اسید، برابر ۴+ است.
- الکل‌هایی که مولکول آن‌ها تا پنج اتم کربن دارد، به خوبی در آب حل می‌شوند.
- با افزایش طول زنجیرهٔ کربنی کربوکسیلیک اسیدها، قدرت اسیدی آن‌ها، کاهش می‌یابد.
- در ساختار دست‌کم یکی از ترکیب‌های آلی موجود در بادام، گروه عاملی آلدهید وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۲) کدام واکنش‌های زیر، در جهت طبیعی پیش می‌روند و $E^\circ$ سلول کدام واکنش بزرگ‌تر است؟

آ) $Cu(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + Fe(s)$ , $E°[Fe^{2+}(aq)/Fe(s)] = -0/44V$

ب) $V(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow V^{2+}(aq) + Fe(s)$ , $E°[V^{2+}(aq)/V(s)] = -1/2V$

پ) $V(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow V^{2+}(aq) + Cu(s)$ , $E°[Cu^{2+}(aq)/Cu(s)] = +0/34V$

ت) $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ , $E°[Zn^{2+}(aq)/Zn(s)] = -0/76V$

۱) ب ، پ ، ت – پ ۲) ب ، پ ، ت – ت ۳) آ ، ب ، ت – ب ۴) آ ، ب ، ت – ت

۳۳) اگر واکنش الکتروشیمیایی: $A(s) + D^{2+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + D(s)$، در جهت طبیعی پیش برود، چند مورد از مطالب زیر، نادرست است؟

- $E°$ الکترود $D^{2+}(aq)/D(s)$، کوچکتر از $E°$ الکترود $A^{2+}(aq)/A(s)$ است.
- این واکنش در یک سلول گالوانی انجام می‌شود و الکترود $D^{2+}(aq)/D(s)$، قطب منفی سلول است.
- اگر واکنش $D + X^{+} \rightarrow \cdots$، در جهت طبیعی پیش برود، واکنش $A + X^{+} \rightarrow \cdots$، نیز در همان جهت پیش می‌رود.
- ولتاژ سلول گالوانی حاصل از الکترودهای A و Y، به یقین کمتر از ولتاژ سلول گالوانی حاصل از الکترودهای D و Y است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۴) – کدام موارد از مطالب زیر، دربارهٔ فرایند برقکافت، درست است؟

آ) در برقکافت آب، در آند، گاز هیدروژن آزاد می‌شود.

ب) در رقابت برای از دست دادن الکترون در آند، اتم کلر از اتم برم پیشی می‌گیرد.

پ) گونه‌ای که پتانسیل کاهشی استاندارد بزرگ‌تری دارد، زودتر در کاتد کاهش می‌یابد.

ت) گونه‌ای که پتانسیل کاهشی استاندارد کوچک‌تری دارد، زودتر در آند اکسایش می‌یابد.

۱) آ ، ت ۲) آ ، ب ، پ ۳) پ ، ت ۴)ب ، پ ، ت

۳۵) در معادهٔ موازنه شدهٔ سوختن گرد آهن در اکسیژن و تبدیل آن به آهن(III)اکسید، مجموع ضرایب استوکیومتری مواد کدام است و در مجموع، چند مول الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده مبادله می‌شود؟

۱) ۷ ، ۳ ۲) ۷ ، ۱۲ ۳) ۹ ، ۳ ۴) ۹ ، ۱۲

۳۶) چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- یکی از معایب فرایند هال، انتشار گاز گلخانه‌ای است.

- **آلومینیم، یک فلز فعال و اکسید آن، چسبنده و متراکم است.**
- **در سلول الکترولیتی، کاتد و آند می‌توانند از یک جنس باشند.**
- **قوی‌ترین عنصرهای اکسنده، در سمت راست جدول تناوبی، جای دارند.**
- **از کاربردهای برقکافت، استخراج فلزاتی مانند آلومینیم و تهیهٔ گازهایی مانند هیدروژن است.**

**۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵**

**۳۷) تفاوت مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در معادلهٔ واکنش‌های a و d پس از موازنهٔ آن‌ها کدام است و چند واکنش از نوع اکسایش – کاهش است؟**

$$a)\ Ca_3(PO_4)_2(s) + SiO_2(s) + C(s) \xrightarrow{\Delta} P_4(g) + CaSiO_3(s) + CO(g)$$
$$b)\ Ca_3(PO_4)_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow CaSO_4(s) + H_3PO_4(aq)$$
$$c)\ HNO_2(aq) + HI(g) \rightarrow I_2(s) + NO(g) + H_2O(l)$$
$$d)\ PCl_5(g) + H_2O(l) \rightarrow H_3PO_4(aq) + HCl(aq)$$

**۱) ۲ ، ۱۴ ۲) ۲ ، ۲۴ ۳) ۳ ، ۱۴ ۴) ۳ ، ۲۴**

**۳۸) چند مورد از مطالب زیر درست است؟**

$$E^\circ[Mn^{2+}(aq)/Mn(s)] = -1/18V \quad , \quad E^\circ[Pt^{2+}(aq)/Pt(s)] = +1/20V$$

- **اکسایش هیدروژن در سلول سوختی، بازدهی نزدیک به ۶۰ درصد دارد.**
- **در واکنش انجام شده در سلول‌های گالوانی، فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایدارترند.**
- **در سلول گالوانی «منگنز – پلاتین»، درالکترود منگنز، عمل اکسایش انجام می‌گیرد.**
- **در هر واکنش اکسایش – کاهش، اتم‌های فلزی اکسایش و یون‌های فلزی کاهش می‌یابند.**

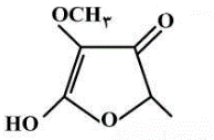
**۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴**

**۳۹) با توجه به $E^\circ$ الکترودها، کدام واکنش در شرایط استاندارد، در جهت طبیعی پیش می‌رود و emf آن برای انجام برقکافت محلول الکترولیتی که به ولتاژ ۱/۵ ولت نیاز دارد، کافی است؟**

$$a)\ Co^{2+}(aq) + Zn(s) \rightarrow Co(s) + Zn^{2+}(aq) \quad , E^\circ[Co^{2+}(aq)/Co(s)] = -0/28V$$
$$b)\ 2Ag(s) + Co^{2+}(aq) \rightarrow 2Ag^{+}(aq) + Co(s) \quad , E^\circ[Ag^{+}(aq)/Ag(s)] = +0/8V$$
$$c)\ Zn(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s) \quad , E^\circ[Zn^{2+}(aq)/Zn(s)] = -0/76V$$
$$d)\ Co(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Co^{2+}(aq) + Cu(s) \quad , E^\circ[Cu^{2+}(aq)/Cu(s)] = +0/34V$$

**۱) a ۲) b ۳) c ۴) d**

۴۰) **چند نوع اتم کربن، بر پایهٔ تفاوت عدد اکسایش، در ترکیبی با فرمول «پیوند – خط» زیر، وجود دارد؟**




۱) ۳ ۲) ۴

۳) ۵ ۴) ۶

۴۱) دربارهٔ واکنش $6I^-(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 4H_2O(l) \rightarrow 2MnO_2(s) + 3I_2(s) + 8OH^-(aq)$، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- در این واکنش، کاهنده آنیون تک اتمی و اکسنده، آنیون چند اتمی است.
- عدد اکسایش منگنز در این واکنش، ۳ واحد تغییر کرده و به ۴+ رسیده است.
- در این واکنش، به ازای مصرف ۲ مول گونهٔ اکسنده، ۶ مول الکترون مبادله می‌شود.
- هر مول از یون کاهنده، یک مول الکترون از دست داده و یک مول نافلز مربوط آزاد می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

۴۲) دربارهٔ واکنش:

$$3CH_3CH_2OH(aq) + 2Cr_2O_7^{2-}(aq) + aH^+(aq) \rightarrow 3CH_3COOH(aq) + bCr^{3+}(aq) + 11H_2O(l)$$

پس از موازنهٔ کامل آن، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- به ازای مصرف ۲ مول گونهٔ اکسنده، ۳ مول گونهٔ کاهنده مصرف می‌شود.
- مجموع ضرایب استوکیومتری گونهٔ اکسنده و گونهٔ کاهش یافتهٔ آن، برابر ۶ است.
- هر مول گونهٔ اکسنده، سه مول الکترون گرفته و هر مول گونهٔ کاهنده، سه مول الکترون می‌دهد.
- مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها، ۷ برابر ضریب استوکیومتری استیک اسید است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴