## الکتروشیمی :

**الکتروشیمی ، شاخه ای از علم شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی ، نقش مهم و اساسی دارد.**

سه قلمرو مهم الکتروشیمی:
- تأمین انرژی (باتری ، سلول سوختی و سوخت آن ها)
- تولید مواد (مانند برفکافت و آبکافت)
- اندازه گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فراورده)

## آذرخش :

آذرخش نوعی تخلیه الکتریکی است که بین دو ابر باردار یا دو ناحیه باردار از یک ابر و یا بین ابر و زمین اتفاق می افتد ؛ پس این پدیده به ماهیت الکتریکی ماده وابسته است.

پدیده هایی مانند آذرخش و تندر که وابسته به ماهیت الکتریکی ماده هستند، باعث شد شناسایی واکنش های شامل داد و ستد الکترون و روش های تولید انرژی الکتریکی دنبال شود.

## باتری با طعم ویتامین C :

باتری یکی از فراورده های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش های شیمیایی ، الکتریسیته تولید می کند. به عبارت دیگر در باتری ها ، انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

یکی از روش های استفاده از انرژی ذخیره شده در فلزها ، اتصال آن ها در شرایط مناسب به یکدیگر است. در واقع با اتصال فلزها به یکدیگر در شرایط مناسب می توان نوعی باتری ساخت.

به طور مثال اگر یک تیغه مسی و تیغه ای دیگر مانند روی (دو تیغه فلزی با جنس مختلف) را در یک لیمو فروببریم ، در واقع یک باتری لیمویی ساخته ایم.

## چند مورد از مطالب زیر ، درست اند؟

- در پدیده هایی مانند تندر و آذرخش ، بخشی از انرژی به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط جاری می شود.
- انجام همه واکنش های شیمیایی با داد و ستد الکترون همراه است.
- پدیده هایی که به ماهیت الکتریکی ماده وابسته هستند ، سبب شد تلاش برای شناسایی واکنش های شامل داد و ستد الکترون ، هدفمند دنبال شوند.
- واکنش های شامل داد و ستد الکترون ، مبنایی برای تولید انرژی الکتریکی است.
- انرژی الکتریکی ، پرکاربردترین شکل انرژی در فناوری های پیشرفته برای افزایش سطح رفاه و آسایش است.

۱ ۵ ۲ ۴ ۳ ۳ ۴ ۲

## چه تعداد از مطالب زیر ، درست اند؟

- الکتروشیمی شاخه ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش مهمی دارد.
- دو رکن اساسی تحقق فناوری های مربوط به افزایش سطح رفاه و آسایش ، دستیابی به مواد مناسب و تأمین انرژی است.
- باتری یکی از فراورده های مهم صنعتی است که می تواند در محل مورد نظر با انجام واکنش شیمیایی ، الکتریسیته تولید کند.
- تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم کننده ضربان قلب ، اندام مصنوعی ، دوربین دیجیتال و رایانه قابل حمل ، به باتری وابسته است.

۱ ۴ ۲ ۳ ۳ ۲ ۴ ۱

**کدام گزینه نادرست است؟**

۱ با فروبردن دو تیغه فلزی از جنس مس درون لیمو ، باتری لیمویی ساخته می شود.

۲ باتری لیمویی توانایی روشن کردن یک لامپ LED را دارد.

۳ یکی از راه های بهره گیری از انرژی ذخیره شده در فلزها ، اتصال آن ها در شرایط مناسب به یکدیگر است.

۴ در باتری ها بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

## عدد اکسایش

**برابر تعداد الکترون هایی است که ماده باید بگیرد یا از دست بدهد تا به حالت خنثی برسد.**

## عدد اکسایش

## عدد اکسایش

روش های تعیین عدد اکسایش
۱ رسم ساختار لوویس
۲ روش محاسباتی

۱ تعیین عدد اکسایش بر اساس ساختار لووئیس
۱ رسم ساختار
۲ تقسیم الکترون
۳ استفاده از فرمول

تعداد الکترون ها – شماره گروه =q

**مثال :** در ترکیب زیر عدد اکسایش کربن را محاسبه کنید.

$CH_3OH \rightarrow$

**مثال :** عدد اکسایش تمامی عناصر موجود در ترکیبات زیر را بدست آورید.

$H_2O_2 \rightarrow$

$N_2O \rightarrow$

$C_2H_4$ →

$CH_3NH_2$ →

$HCOOH$ →

$CH_2O$ →

در یک ترکیب که به صورت زیر می باشد q چقدر می باشد و عدد اکسایش اتم وسطی را نیز مشخص کنید.

$$\left[N\equiv N-N\equiv N-N\right]^{q}$$

۱) ۱ و ۱

۲) ۱ و ۳-

۳) ۳- و ۳-

۴) ۳- و ۱

**۲ روش محاسباتی : ابتدا باید قواعد زیر را به خاطر بسپاریم و در روند محاسبات از آن ها استفاده کنیم.**

۱) عدد اکسایش عناصر آزاد برابر صفر است. ( مانند $Na$ , $Mg$ , $N_2$ , $Fe$ , ... )

۲) عدد اکسایش فلوئور در ترکیب با سایر عنصر ها همیشه برابر (۱–) است.

۳) عدد اکسایش اکسیژن معمولاً برابر (۲–) است به جز در ترکیب های زیر :
$H_2O_2$ , $O_2F_2$ , $HOF$ , $O_2^-$ , $O_2^{2-}$

۴) عدد اکسایش هیدروژن معمولاً برابر (+۱) است.(به جز وقتی با فلز بیاید که ۱– است)

۵) عدد اکسایش فلزات همواره مثبت بوده و برابر ظرفیت آنها می باشد.

۶) عدد اکسایش یون ها برابر با بار آن ها می باشد.

۷) عدد اکسایش هالوژن ها معمولاً برابر (۱–) است.

**مثال :** عدد اکسایش عناصر زیر را بدست آورید.

$K_2\underline{Cr}_2O_7$ →

$\underline{C}_2H_6$ →

$H\underline{P}O_3^{2-}$ →

$\underline{N}H_4\underline{N}O_3$ →

اتم نیتروژن در کدام دو ترکیب ، به ترتیب (از راست به چپ) بزرگترین و کوچک ترین عدد اکسایش را دارد؟

سراسری ریاضی

۱) $N_2O - N_2O_5$

۲) $NaNO_2 - HNO_3$

۳) $NH_4OH - NaNO_3$

۴) $NO - NH_4Cl$

عدد اکسایش اتم مرکزی در کدام دو ترکیب برابر است؟

سراسری ریاضی خارج

۱) $SO_2Cl_2 - POCl_3$

۲) $BaMnO_4 - KMnO_4$

۳) $H_2PO_4^- - ClO_4^-$

۴) $H_2S_2O_7 - CrO_3$

**در کدام دو ترکیب ، عدد اکسایش اتم مرکزی نابرابر است؟**

سراسری تجربی خارج

۱) $Na_2S_2O_7 - SO_3$

۲) $K_2Cr_2O_7 - CrO_3$

۳) $NaClO_4 - Cl_2O_7$

۴) $H_3PO_4 - P_4O_6$

**جمع جبری تغییر عددهای اکسایش اتم های کربن در معادله ی سوختن کامل ۱–پروپانول کدام است؟**

سراسری ریاضی خارج

۱) ۱۹

۲) ۱۸

۳) ۱۲

۴) ۱۰

تغییر عدد اکسایش یک اتم کربن در واکنش سوختن کامل کدام دو ماده ، با هم برابر است؟

سراسری تجربی

۱) اتان و اتین

۲) اتان و بنزن

۳) اتین و اتن

۴) اتین و بنزن

جمع جبری عدد اکسایش اتم های کربن در مولکول بنزوییک اسید با عدد اکسایش کدام عنصر در ترکیب داده شده ، برابر است؟

سراسری ریاضی

۱) S در پتاسیم سولفید

۲) C در فرمالدهید

۳) N در نیتریک اسید

۴) Cl در پتاسیم کلرات

در واکنش سوختن کامل استون ، مجموع تغییر عدد های اکسایش اتم های کربن کدام است؟

سراسری ریاضی

۱) ۱۲

۲) ۱۴

۳) ۱۶

۴) ۱۸

## واکنش های اکسایش – کاهش

**اکسایش فرآیندی است که در آن ماده ، الکترون از دست بدهد و کاهش فرآیندی است که در آن ماده الکترون بگیرد.**

**جمع بندی :**

| کاهش (اکسنده) | اکسایش (کاهنده) |
|---|---|
| گرفتن e | از دست دادن e |

**نکته :** هرگاه در فرآیندی عدد اکسایش اتمی افزایش یابد (الکترون از دست بدهد) فرآیند اکسایش است و اگر در فرآیندی عدد اکسایش کاهش یابد (الکترون بگیرد) فرآیند کاهش است.

افزایش ⟸ اکسایش

کاهش ⟸ کاهش

**مثال :** اکسایش و کاهش را در واکنش زیر مشخص کنید.

$$۳Cl_۲ + ۶KOH \rightarrow ۵KCl + KClO_۳ + ۳H_۲O$$

**نکته ۱ :** عدد اکسایش عناصر هیچ ربطی به ضرایب استوکیومتری آن ها ندارد.

**نکته ۲ :** گونه هایی که در فرآیند اکسایش – کاهش شرکت نکنند (عدد اکسایش آن ها تغییر نکند) نقش ناظر یا تماشاگر را دارند.

**خودمونی:**

اگه سمت چپ یا راست واکنش، عنصری به حالت گراد داشتیم آن واکنش ۱۰۰٪ از نوع «اکسایش – کاهش» است.

**سوال:** آیا واکنش زیر از نوع اکسایش – کاهش است؟

$$۳Cl_۲ + ۶KOH \rightarrow ۵KCl + KClO_۳ + ۳H_۲O$$

**کدام واکنش از نوع اکسایش کاهش نیست؟**

۱) $۲NO + ۲H_۲ \rightarrow N_۲ + ۲H_۲O$

۲) $۴NH_۳ + ۵O_۲ \rightarrow ۴NO + ۶H_۲O$

۳) $NH_۴HS \rightarrow NH_۳ + H_۲S$

۴) $۲H_۲O_۲ \rightarrow ۲H_۲O + O_۲$

**در کدام واکنش ، عدد اکسایش همه ی اتم ها بدون تغییر می ماند؟**

سراسری تجربی خارج

۱) $Cl_۲ + ۲KBr \rightarrow ۲KCl + Br_۲$

۲) $K_۲SO_۳ + H_۲O_۲ \rightarrow K_۲SO_۴ + H_۲O$

۳) $MnO_۲ + ۴HCl \rightarrow MnCl_۲ + ۲H_۲O + Cl_۲$

۴) $K_۲Cr_۲O_۷ + ۲KOH \rightarrow ۲K_۲CrO_۴ + H_۲O$

**کدام فرآیند ، جزو واکنش های «اکسایش – کاهش» به شمار نمی آید؟**

۱) تجزیه هیدروژن پراکسید در مجاورت یون های آهن

۲) حل شدن $Al_2O_3(s)$ در اسیدها

۳) تجزیه گرمایی پتاسیم کلرات در مجاورت $MnO_2$

۴) حل شدن سدیم در آب

**کدام عبارت نادرست است؟**

۱) اگر یک گونه شیمیایی در واکنشی الکترون از دست بدهد ، اکسایش یافته است.

۲) واکنش تشکیل ترکیب های یونی از اتم فلزها و نافلزها ، از نوع اکسایش – کاهش است.

۳) همه فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها منتقل کنند.

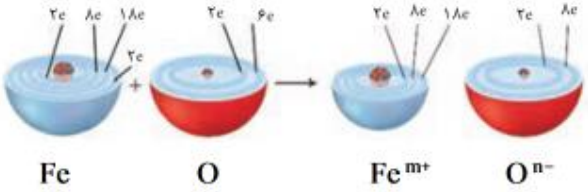
۴) تبدیل یک اتم خنثی به آنیون ، نمونه ای از فرایند کاهش است.

**چه تعداد از موارد زیر درباره اکسیژن ( $_{8}O$ ) ، درست اند؟**

- نافلزی فعال و واکنش پذیر است.
- با اغلب فلزها واکنش می دهد.
- در واکنش با فلزها ، کاهش می یابد.
- با فلزهای طلا و پلاتین واکنش نمی دهد.
- فراورده واکنش آن با فلزها ، خاصیت اسیدی دارد.

۱ ۵ ۲ ۴ ۳ ۳ ۴ ۲

**با توجه به شکل زیر الگوی ساده ای از واکنش بین اتم های آهن ( $_{26}Fe$ ) و اکسیژن ( $_{8}O$ ) را با ساختار لایه ای اتم آن ها نشان می دهد ، کدام مطلب درست است؟**




۱ شمار الکترون ها در لایه الکترونی سوم اتم آهن ، دو برابر شمار الکترون ها در لایه الکترونی دوم اتم اکسیژن است.

۲ شعاع فراورده حاصل از اکسایش اتم های آهن ، بزرگ تر از اتم آهن است.

۳ اگر اتم آهن از الکترون های لایه سوم خود برای اکسایش استفاده کند ، فراورده واکنش $Fe_2O_3$ است.

۴ اگر بین اتم های آهن و اکسیژن ، ۲ الکترون داد و ستد شود ، در لایه الکترونی سوم گونه اکسایش یافته در فراورده ها ، ۱۳ الکترون وجود دارد.

کدام گزینه ، جمله زیر را به درستی کامل می کند؟

« ..... ماده ای است که با ..... الکترون ..... گونه ی دیگر ، آن ها را ..... »

۱ کاهنده – گرفتن – از – کاهش می دهد.

۲ اکسنده – دادن – به – کاهش می دهد.

۳ کاهنده – دادن – به – اکسید می کند.

۴ اکسنده – گرفتن – از– اکسید می کند.

کدام مطلب نادرست است؟

۱ به ماده ای که در واکنش اکسایش – کاهش باعث اکسایش گونه های دیگر می شود ، اکسنده گفته می شود.

۲ کاهنده در واکنش اکسایش – کاهش ، گونه ای است که الکترون می گیرد.

۳ ماده اکسنده با اکسایش گونه کاهنده ، به گونه کاهش یافته تبدیل می شوند.

۴ برای انجام واکنش های اکسایش – کاهش ، هر دو گونه اکسنده و کاهنده لازم است.

در واکنش $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$ ، اکسیژن ..... و منیزیم ..... می یابد. اکسیژن ..... و منیزیم ..... است.

۱) اکسایش – کاهش – اکسنده – کاهنده

۲) اکسایش – کاهش – کاهنده – اکسنده

۳) کاهش – اکسایش – اکسنده – کاهنده

۴) کاهش – اکسایش – کاهنده – اکسنده

سراسری تجربی

کدام عبارت در مورد نیم واکنش های اکسایش و کاهش در یک واکنش ، نادرست است؟

۱) هر نیم واکنش باید از نظر جرم ( تعداد اتم ها) موازنه باشد.

۲) نیم واکنشی که از دست دادن الکترون را نشان می دهد ، نیم واکنش اکسایش است.

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

۴) گونه اکسنده در سمت چپ نیم واکنش اکسایش و گونه کاهنده در سمت چپ نیم واکنش کاهش قرار دارد.

## دامنه ی تغییرات عدد اکسایش

| گروه / عدد اکسایش | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ |
|---|---|---|---|---|
| کوچک ترین | −۴ | −۳ | −۲ | −۱ |
| بزرگ ترین | +۴ | +۵ | +۶ | +۷ |

**تذکر:** مطالب فوق برای F و O صادق نیست.

F ⟸ همیشه ۱−

O ⟸ بین ۲− و ۲

**نکته :** با توجه به جدول بالا میتوانیم به نکات صفحه بعد برسیم...

**اگر عنصری...**

- کوچکترین عدد اکسایش ⟹ همیشه کاهنده
  - مثل : $H_2S$ , $Na_2S$
- بزرگترین عدد اکسایش ⟹ همیشه اکسنده
  - مثل : $H_2SO_4$ , $SO_3$
- بین کوچکترین و بزرگترین ⟹ هم کاهنده و هم اکسنده
  - مثل : $H_2SO_3$ , $SO_2$ , $S$

کدام آنیون ، تنها می تواند نقش یک عامل اکسنده را در واکنش ها داشته باشد (نقش کاهندگی ندارد)؟

سراسری تجربی

۱) $BrO_2^-$

۲) $NO_2^-$

۳) $ClO_4^-$

۴) $IO^-$

## موازنه واکنش های اکسایش – کاهش

**تمرین:** واکنش های زیر را موازنه کنید.

$$KNO_3 + KI + HCl \rightarrow KCl + NO + H_2O + I_2$$

$$Na_2SO_3 + HCl \rightarrow NaCl + SO_2 + H_2O$$

$$Fe + H_2O \rightarrow Fe_2O_3 + H_2$$

$$Ca_5(PO_4)_3F + H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4 + HF$$

$$KMnO_4 + HCl \rightarrow KCl + MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$$

$$KMnO_4 + SbCl_3 + HCl \rightarrow KCl + MnCl_2 + SbCl_5 + H_2O$$

$$ICl_3 + H_2O \rightarrow ICl + HIO_3 + HCl$$

$$NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + NO$$

$$FeCl_2 + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow FeCl_3 + CrCl_3 + KCl + H_2O$$

$$Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$$

**موازنه بار**

**در این نوع واکنش ها علاوه بر تعداد اتم ها ، باید بار ها نیز در دو طرف برابر باشد.**

$$H^+ + ClO_3^- + Cl^- \rightarrow Cl_2 + H_2O$$

$$Fe + H^+ + SO_4^{2-} \rightarrow Fe^{2+} + SO_2 + H_2O$$

$$Fe^{2+} + H_2O_2 + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + H_2O$$

$$MnO_4^- + H^+ + H_2S \rightarrow Mn^{2+} + S + H_2O$$

**در نیم واکنش :** $MnO_4^-(aq) + aH^+(aq) + be^- \rightarrow Mn^{2+}(aq) + cH_2O(l)$ ،

**ضریب های a ، b و c به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟**

سراسری تجربی خارج

۱) ۸ ، ۳ ، ۳

۲) ۵ ، ۲ ، ۳

۳) ۵ ، ۴ ، ۴

۴) ۸ ، ۵ ، ۴

مجموع ضریب های a ، b ، c ، d و f در نیم واکنش زیر،پس از موازنه کدام است؟

$$a\,Mn^{2+}(aq) + bH_2O(l) \rightarrow c\,MnO_2(s) + dH^+(aq) + f\,e^-$$

سراسری تجربی

۱) ۱۰

۲) ۱۱

۳) ۱۲

۴) ۱۳

عدد اکسایش کروم در کدام ترکیب آن ، کوچک تر است؟

سراسری تجربی

۱) $CrO_3$

۲) $Cr_2O_3$

۳) $K_2CrO_4$

۴) $K_2Cr_2O_7$



@mohandes_aref_rabieyan

**عدد اکسایش اتم مرکزی در کدام ترکیب بزرگ تر است؟**

سراسری تجربی

۱) $SF_6$

۲) $KMnO_4$

۳) $H_2SO_4$

۴) $K_2Cr_2O_7$

**عدد اکسایش نیتروژن در کدام ترکیب نادرست است؟**

۱) نیتریک اسید : ۵+

۲) هیدرازین : ۲−

۳) دی اتیل آمین : ۱−

۴) تری متیل آمین : ۳−

عدد اکسایش کربن در کدام یک از مولکول های زیر کوچک تر است؟

۱ متان

۲ متانول

۳ کربن تتراکلرید

۴ فرمیک اسید

تنوع عدد اکسایش اتم های کربن در کدام یک از ترکیب های آلی زیر بیشتر است؟

۱ بنزآلدهید

۲ بنزوییک اسید

۳ ۲ – هپتانون

۴ اتیل پروپانوات

گزینه مناسب برای تکمیل عبارت مقابل کدام است؟ «عامل ..... الکترون ..... و ..... می یابد.»

۱ اکسنده – می دهد – کاهش

۲ کاهنده – می گیرد – اکسایش

۳ اکسنده – می دهد – اکسایش

۴ اکسنده – می گیرد – کاهش

در اثر سوختن کامل یک مول متانول ، چند مول الکترون جابه جا می شود؟

۱ ۲ ۲ ۴ ۳ ۶ ۴ ۸

چه تعداد از مطالب زیر در مورد واکنش سوختن منیـزیم در اکسـیژن ، درست است؟

- از فراورده حاصل از سوختن منیزیم در زمان های قدیم برای چاپ عکس ها استفاده می شد.
- اکسیژن عامل اکسنده است و در این واکنش اکسید می شود.
- منیزیم عامل کاهنده است و الکترون از دست می دهد.
- تغییرات عدد اکسایش منیزیم و مولکول اکسیژن یکسان است.

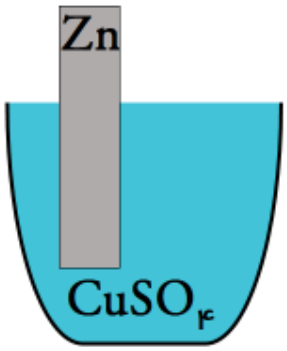
۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

## سلول های الکتروشیمی


@mohandes_aref_rabieyan

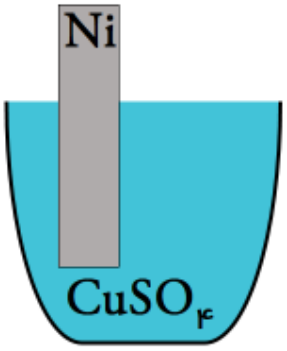
## تمایل فلز ها برای از دست دادن الکترون

آزمایش ۱ : قرار دادن تیغه ی روی ( Zn ) در محلول مس (II) سولفات :




$$Zn + CuSO_4 \longrightarrow$$

آزمایش ۲ : قرار دادن تیغه ی نیکل ( Ni ) در محلول مس (II) سولفات :




$$Ni + CuSO_4 \longrightarrow$$

## نیم سلول

هرگاه یک الکترود (یا رسانای الکترونی) در مجاورت الکترولیت (رسانای یونی) قرار بگیرد. مجموعه حاصل را یک نیم سلول می گویند.

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$$

## قرار داد

**باید واکنش های نیم سلول را به فرم کاهشی نوشت:**

**مثال :**

$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \leftrightharpoons Zn_{(s)}$$

## سلول های الکتروشیمی

**حال به ترکیب دو نیم سلول ، سلول الکتروشیمی می گویند.**

## ویژگی های سلول های الکتروشیمیایی

۱) نیم واکنش اکسایش در آند و نیم واکنش کاهش در کاتد انجام می‌گیرد.

۲) آند قطب منفی و کاتد قطب مثبت است.

۳) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از آند به کاتد است.

۴) در پل نمکی آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد می‌روند.

۵) درآند کاتیون وارد محلول شده اما در کاتد کاتیون خارج می‌شود به همین علت با گذشت زمان معمولاً از جرم تیغه‌ی آندی کم و به جرم تیغه‌ی کاتدی افزوده می‌شود.

۶) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی برخلاف حرکت آنیون در پل نمکی است.

**ویژگی‌های نیم سلول استاندارد (SHE)**

- فشار گاز هیدروژن ($H_2$) یک اتمسفر
- غلظت $H^+$یک مولار است ← $PH=0$
- نیم واکنش مربوط به SHE به صورت $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$ است
- تیغه پلاتینی نقش جاذب فیزیکی $H_2$ را دارد.
- پتانسیل الکترودی در هر دمایی صفر است پس SHE به دما بستگی ندارد.

**تذکر: ۱**

محلول الکترولیت در SHE باید محلول یک مولار اسید قوی یک پروتون دار باشد.( HCl، HBr ، HI )

**تذکر: ۲**

سولفوریک اسید ($H_2SO_4$) یک اسید دو پروتون دار است و به عنوان الکترولیت در SHE مناسب نیست.

**جدول و رمز حرفه ای:**

| | |
|---|---|
| گروه ۱ و ۲ | - |
| AL | - |
| Mn | - |
| Zn | آند تر |
| سایر فلزها | ↑ |
| SHE | ↓ |
| Cu | کاتد تر |
| Ag | + |
| Hg | + |
| Pd | + |
| Pt | |
| Au | |

## روش محاسباتی $E_0$ محلول

$$E_0 = E_{\text{کاتد}} - E_{\text{آند}}$$

## طرز نوشتن واکنش کلی سلول‌های گالوانی:

⇆ کاتیون کاتد +حالت خنثی آند

**مثال :**

$$Mn\text{-}Ag \longrightarrow Mn + 2Ag^{+} \longrightarrow Mn^{2+} + 2Ag$$

**نکته بسیار مهم :**

**افزایش غلظت کاتیون**

۱) در نیم سلول کاتدی:

واکنش در جهت رفت و افزایش ولتاژ سلول

۲) در نیم سلول آندی:

واکنش در جهت برگشت و کاهش ولتاژ سلول

**چه تعداد از مطالب زیر ، درست است؟**

- در واکنش اکسایش – کاهش ، الکترون از گونه کاهنده به اکسنده انتقال می یابد.
- در سمت چپ نیم واکنش اکسایش و سمت راست نیم واکنش کاهش ، الکترون دیده می شود.
- در سمت چپ نیم واکنش اکسایش ، گونه کاهنده و درسمت راست نیم واکنش کاهش ، گونه اکسنده وجود دارد.
- واکنش فتوسنتز جزو واکنش اکسایش – کاهش است.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

**ترکیب ..... ، همانند ..... ، ..... دارد.**

۱ کربن تتراکلرید – متان – فقط نقش اکسنده

۲ متان – متانول – فقط نقش کاهنده

۳ دی متیل اتر – کربن دی اکسید – هم نقش کاهنده و هم نقش اکسنده

۴ متانوییک اسید – ساده ترین آلدهید – هم نقش کاهنده و هم نقش اکسنده

چه تعداد از فرایند های زیر جزو واکنش های اکسایش ء کاهش به شمار می آیند؟

- فرایند هابر
- واکنش ترمیت
- هیدروژن دار کردن اتن
- مخلوط کردن محلول های سدیم کلرید و نقره نیترات

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

## مقایسه قدرت الکترون دهی فلزها :

**در یک واکنش اکسایش – کاهش ، فلزی که قدرت کاهندگی (الکترون دهی) بیشتری دارد ، می تواند با برخی کاتیون های فلزی واکنش دهد و آن ها را به اتم های فلزی بکاهد.**

**در برخی از واکنش های اکسایش – کاهش علاوه بر داد و ستد الکترون ، انرژی نیز آزاد می شود. برای مثال از واکنش میان فلزهایی مانند روی ، آهن و آلومینیم با محلول مس (II) سولفات ، گرما آزاد می شود. در واکنش هایی از این دست ، مخلوط واکنش گرم می شود ، زیرا سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می دهد.**

جدول زیر از قرار دادن برخی تیغه های فلزی درون محلول $CuSO_4$ در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد به دست آمده است:

| نام فلز | نشانه‌ی شیمیایی فلز | دمای مخلوط واکنش پس از مدتی ($^{\circ}C$) |
|---|---|---|
| روی | Zn | ۲۶ |
| آهن | Fe | ۲۳ |
| طلا | Au | ۲۰ |

اگر فلز M کاهنده تر از X باشد ، با انجام واکنش میان فلز M و کاتیون $X^{n+}$ در محلول آبی آن ، مخلوط واکنش گرم شده و دمای آن بالا می رود ، زیرا این دسته از واکنش ها ، گرماده ($\Delta H < 0$) هستند.

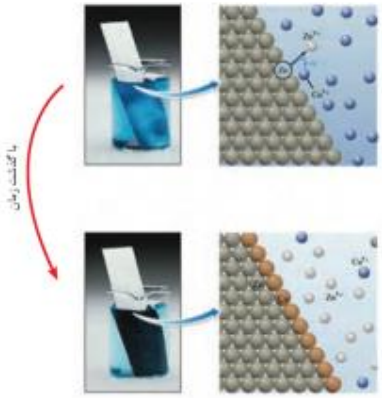
با توجه به جدول بالا دمای مخلوط واکنش طلا با محلول $CuSO_4$ تغییری نکرده است.بنابراین می‌توان گفت واکنش زیر انجام نمی شود.

$Au(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow$ واکنش انجام نمی‌شود

## تیغه روی در محلول کات کبود :

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

نقره ای — آبی — بی رنگ — قهوه ای مایل به قرمز



با انجام این واکنش به تدریج رنگ آبی محلول بی رنگ می شود و رسوب قهوه ای رنگ مس بر روی تیغه روی برجای می ماند.

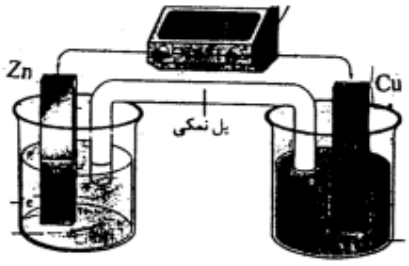
**چه تعداد از مطالب زیر در مورد واکنش تیغه ای از جنس روی با محلول مس (II) سولفات درست است؟**

- در این واکنش ، فراورده ها پایدارتر ازواکنش دهنده ها هستند.
- بار الکتریکی روی در این واکنش مثبت تر شده و در نتیجه Zn اکسنده است.
- با گذشت زمان از شدت رنگ آبی محلول کاسته می شود.
- اتم های روی با از دست دادن یک الکترون به یون های روی تبدیل می شوند.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

**با توجه به شکل زیر که طرحی ساده از سلول الکتروشیمیایی استاندارد «روی – مس» نشان می دهد ، کدام مطلب درباره آن درست است؟**

سراسری تجربی




۱ در الکترود روی عمل اکسایش و در سطح الکترود مس عمل کاهش صورت می گیرد.

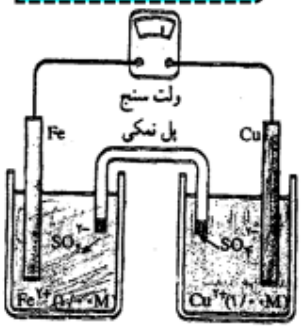
۲ الکترود روی قطب منفی (کاتد) و الکترود مس ، قطب مثبت (آند) را تشکیل می دهد.

۳ به دلیل کمتر بودن قدرت اکسندگی $Zn^{2+}$ ، ضمن واکنش در سلول ، غلظت آن کاهش می یابد.

۴ به دلیل بیشتر بودن قدرت اکسندگی $Cu^{2+}$ ، جریان در مدار بیرونی از تیغه مس به سوی تیغه روی است.

**با توجه به شکل روبه‌رو که به سلول الکتروشیمیایی استاندارد «آهن – مس» ، مربوط است ، کدام مطلب نادرست است؟**
**(E° ( Fe²⁺ /Fe) = – ۰/۴۱ ولت ، E° (Cu²⁺ /Cu) = + ۰/۳۴ ولت)**

سراسری تجربی




۱ E° این سلول برابر ۰/۷۵ ولت است.

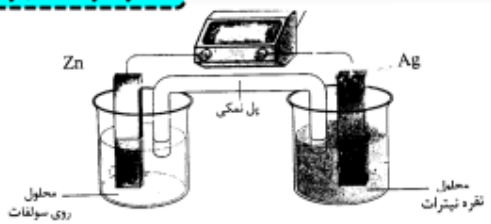
۲ الکترود مس در آن کاتد (قطب مثبت) است.

۳ جریان الکترون در مدار بیرونی از تیغه مس به سوی تیغه آهن است.

۴ واکنش در سلول به صورت : $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{+2}(aq) + Cu(s)$ است.

**با توجه به شکل روبه‌رو ، که طرحی از یک سلول الکتروشیمیایی «روی–نقره» را نشان می دهد ، کدام مطلب درباره آن ، درست است؟**
**$E^\circ (Ag^+(aq) / Ag(s))$ = + ۰/۸۰ ولت , $E^\circ(Zn^{2+}(aq) / Zn(s))$ = – ۰/۷۶ ولت**

سراسری تجربی




۱ E° آن برابر ۲/۳۶ + ولت است.

۲ الکترود نقره در آن قطب مثبت و محل انجام نیم واکنش اکسایش است.

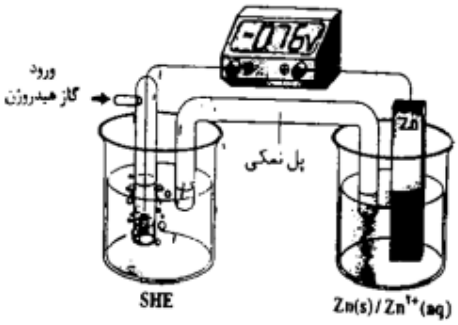
۳ الکترود روی در آن آند است و الکترون از آن در مدار بیرونی به سوی الکترود نقره جریان می یابد.

۴ واکنش کلی آن به صورت : $Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s) \rightarrow Zn(s) + 2Ag^+(aq)$ است.


@mohandes_aref_rabieyan

با توجه به شکل روبه رو ، که طرح ساده ای از سلول الکتروشیمیایی استاندارد «روی – هیدروژن» را نشان می دهد ، کدام مطلب درباره آن درست است؟

سراسری تجربی




۱ $E^\circ$ سلول برابر ۰/۷۶ – ولت است.

۲ الکترولیت در بخش آندی ، محلول ۱ M هیدروکلریک اسید است.

۳ در سطح تیغه پلاتینی الکترود هیدروژن ، نیم واکنش اکسایش ، انجام می گیرد.

۴ واکنش سلول ، $Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$ و $E^\circ$ آن ، ۰/۷۶ + ولت است.

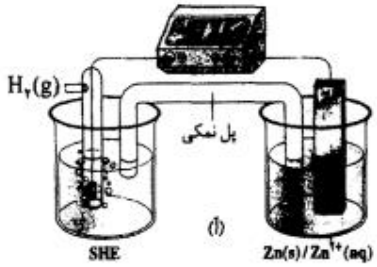
با توجه به شکل زیر که طرح یک سلول الکتروشیمیایی «روی–هیدروژن» را نشان می دهد ، کدام مطلب نادرست است؟

$E^\circ (Zn^{2+}(aq)/ Zn(s)) = -0/76$ (ولت)

سراسری ریاضی

۱ $E^\circ$ آن برابر ۰/۷۶ + ولت است.

۲ واکنش آن به صورت $Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$ است.




۳ جریان الکترون از راه پل نمکی ، از سوی تیغه روی به سوی تیغه پلاتینی است.

۴ در بخش کاتدی آن ، گاز هیدروژن با فشار ۱ atm درون محلول اسیدی با pH=۰ دمیده می شود.

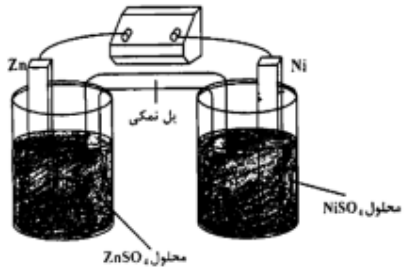
**با توجه به شکل روبه‌رو که به سلول الکتروشیمیایی «روی – نیکل» مربوط است ، کدام مطلب درست است؟**

$E^\circ Zn^{2+}(aq)/Zn(s) = -0/76\ V$ / $E^\circ Ni^{2+}(aq)/Ni(s) = -0/25\ V$

سراسری تجربی

۱ $E^\circ$ آن برابر ۱/۰۱ ولت است.

۲ ضمن واکنش سلول ، $[Ni^{2+}]$ افزایش می یابد.




۳ واکنش سلول ، با اکسایش $Zn(s)$ و کاهش $Ni^{2+}(aq)$ ، همراه است.

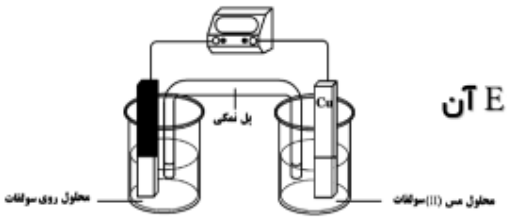
۴ در قطب مثبت آن نیم واکنش : $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ انجام می گیرد.

**با توجه به شکل زیر ، که تصویری از یک سلول گالوانی استاندارد است ، کدام گزینه درست است؟**

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

سراسری تجربی

۱ آند در آن ، قطب مثبت است و فلز مس در آن اکسید و به یون $Cu^{2+}(aq)$ مبدل می شود.




۲ الکترود مس کاتد و الکترود روی آند است و $E^\circ$ آن با کم کردن $E^\circ$ کاتد از $E^\circ$ آند به دست می آید.

۳ الکترود روی قطب منفی است و ضمن کار کردن سلول ، غلظت یون $Zn^{2+}(aq)$ در آن کاهش می یابد.

۴ جریان الکترون در مدار بیرونی از سوی آند به سوی کاتد است و کاتیون از پل نمکی به سوی الکترود مس حرکت می کند.

**با توجه به شکل روبه‌رو که طرح ساده ای از یک سلول گالوانی را نشان می دهد ، اگر X الکترود استاندارد فلز ..... باشد ، .....**

سراسری تجربی

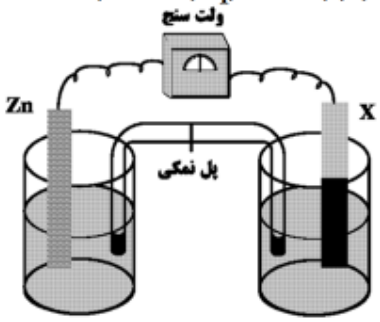
۱ $M^{+}$ ، کاتیون های پل نمکی در محلول الکترود روی وارد می شوند.

$E^{0}\ (Zn^{2+}(aq)\ /\ Zn(s)\ ) = -\ ۰/۷۶V$

$E^{\circ}\ (M^{2+}\ (aq)\ /\ M(s)\ ) = -\ ۱/۱۸V$

$E^{\circ}\ (M^{+2+}\ (aq)\ /\ M^{+}(s)\ ) = +\ ۱/۲\ V$

۲ M ، با انجام واکنش در سلول ، از جرم تیغه روی کاسته می شود.




۳ $M^{+}$ ، الکترود روی آند و $E^{\circ}$ سلول برابر ۰/۴۴ ولت است.

۴ M ، الکترود روی کاتد و $E^{\circ}$ سلول برابر ۰/۴۲ ولت است.

**با توجه به شکل روبه رو و $E^{\circ}$ الکترودها ، کدام عبارت درست است؟**

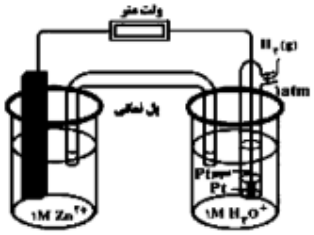
$E^{\circ}[Zn^{2+}\ (aq)\ /\ Zn(s)\ ] = -\ ۰/۷۶V$

$E^{\circ}[Pt^{2+}\ (aq)\ /\ Pt(s)\ ] = +\ ۱/۲\ V$

۱ با انجام واکنش در این سلول ، غلظت $Zn^{2+}(aq)$ افزایش یافته و کاتیون ها از پل نمکی به سوی الکترود روی حرکت می کنند.

سراسری تجربی

۲ ضمن انجام واکنش در این سلول ، جرم تیغه فلزی در کاتد ، برخلاف جرم تیغه فلزی در آند ، ثابت می ماند.




۳ واکنش کلی این سلول به صورت $Zn(s) + Pt^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Pt(s)$ ، است.

۴ الکترود روی ، آند است و قطب مثبت این سلول گالوانی را تشکیل می دهد.


@mohandes_aref_rabieyan

## واکنش های خود به خودی یا غیر خود به خودی

برای تعیین واکنش های خود به خودی یا غیر خود به خودی کافی است $E^0$ واکنش را از روی واکنش بدست بیاوریم اگر $E^0$ ، مثبت باشد واکنش خود به خودی ولی اگر $E^0$ ، منفی باشد واکنش غیر خود به خودی است.

$$E^\circ = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$$

اگر
- $E^\circ$ واکنش مثبت باشد ← واکنش خود به خودی
- $E^\circ$ واکنش منفی باشد ← واکنش غیر خود به خودی


@mohandes_aref_rabieyan

## تکنیک

آقاجان !! نشین $E^\circ$ حساب کن اگر جای کند و کاتد درست بود یعنی کند بالاتر بود کار تمامه!! و واکنش خود به خودی است ولی اگر جای کند و کاتد درست نباشد واکنش غیر خود به خودی است.

## تکنیک فوق حرفه ای

ببین اصلا بگو آیا از فرم کلی تبعیت دارد یا خیر!!!

..... ← کاتیون کاتد + حالت خنثی آند

کدام واکنش در جهتی که معادله ی آن نشان می دهد ، پیشرفت دارد؟

سراسری تجربی

۱) $Sn^{2+}(aq) + 2\,Ag(s) \rightarrow Sn(s) + 2Ag^{+}(aq)$

۲) $Cu(s) + 2H^{+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + H_2(g)$

۳) $2Cl^{-}(aq) + I_2(s) \rightarrow Cl_2(g) + 2I^{-}(aq)$

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

**بر اساس موقعیت نسبی فلزها در سری الکتروشیمیایی (جدول $E^\circ$ ها) ، X کدام فلز باید باشد تا واکنش :**

$Mn^{2+}(aq) + X(s) \rightarrow Mn(s) + X^{2+}(aq)$ **، خود به خود پیشرفت کند؟**

سراسری ریاضی

۱) Mg ۲) Cu ۳) Fe ۴) Ni

**با توجه به موقعیت فلزها در سری جدول پتانسیل کاهشی استاندارد ( جدول $E^\circ$ ها ) ، کدام واکنش انجام پذیر است؟**

سراسری تجربی

۱) $Zn(s) + {}_2(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + Cu(s)$

CuCl

۲) $Cu(s)\ 2HCl(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + H_2(g)$

+

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

۴) $2Ag(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow 2Ag^{2+}(aq) + Fe(s)$

**کدام واکنش اکسایش – کاهش ، به صورتی که معادله ی آن نوشته شده است ، انجام می گیرد؟**

سراسری ریاضی

۱) $Mg^{2+}(aq) + Ni(s) \rightarrow Mg(s) + Ni^{2+}(aq)$

۲) $Fe^{2+}(aq) + Mn(s) \rightarrow Fe(s) + Mn^{2+}(aq)$

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

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

**کدام واکنش در شرایط استاندارد ، به طور خود به خود پیشرفت می کند و $E^\circ$ این واکنش ، برابر چند ولت است؟**

$E^\circ (Zn^{2+}/Zn) = -0/76\ V$
$E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44 V$
$E^\circ(Sn^{2+}/Sn) = -0/16 V$

۱) $Fe(s) + Mg^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Mg(s)$،
۱/۹۷

۲) $Zn(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Fe(s)$ ،
۰/۲۹

۳) $Fe(s) + Zn^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Zn(s)$،
۰/۳۵

۴) $Zn(s) + Sn^{+2}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Sn(s)$ ،

سراسری تجربی خارج

با توجه به این که واکنش : $Ni(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + Cu(s)$ ،
به طور خود به خودی پیش می رود ، کدام مطلب درست است؟

سراسری ریاضی خارج

۱) $E^\circ$ الکترود نیکل از $E^\circ$ الکترود مس بزرگ تر است.

۲) تمایل نیکل برای از دست دادن الکترون ، بیش تر از مس است.

۳) نیم واکنش اکسایش ، به صورت $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ است.

۴) $Ni(s)$ دارای نقش اکسندگی و $Cu^{2+}(aq)$ ، دارای نقش کاهندگی است.

با توجه به این که واکنش : $Zn(s) + Co^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Co(s)$ ، به
طور خود به خودی پیش می رود ، کدام مطلب درست است؟

سراسری تجربی

۱) $E^\circ$ الکترود کبالت از $E^\circ$ الکترود روی کوچک تر است.

۲) $Zn(s)$ ، گونه کاهنده و $Co^{2+}(aq)$ ، گونه ی اکسنده است.

۳) تمایل کبالت برای از دست دادن الکترون بیشتر از روی است.

۴) در سلول الکتروشیمیایی «روی – کبالت» ، الکترود کبالت ، آند است.

با توجه به این که واکنش : $Ni(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + Cu(s)$ ، به طور خود به خودی پیش می رود ، کدام نتیجه گیری درست است؟

۱) $E^\circ$ الکترود نیکل از $E^\circ$ الکترود مس بزرگ تر است. سراسری تجربی خارج

۲) $Cu^{2+}(aq)$ نقش کاهندگی و $Ni(s)$ ، نقش اکسندگی دارد.

۳) در سلول الکتروشیمیایی استاندارد «نیکل – مس» الکترود مس نقش آند را دارد.

۴) تمایل $Ni(s)$ برای از دست دادن الکترون در مقایسه با $Cu(s)$ بیش تر است.

با توجه به مقدار $E^\circ$ ها ، کدام واکنش به صورتی که معادله ی آن نوشته شده است ، انجام می پذیرد؟

$E^\circ(Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) = +0/34V$
$E^\circ=(Fe^{2+}(aq)/Fe(s)) = -0/44V$
$E^\circ(Mg^{2+}(aq)/Mg(s)) = -2/38V$

۱) $Fe(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + Cu(s)$

۲) $Fe(s) + {}_2(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + Mg(s)$
$MgCl$

سراسری تجربی

۳) $Cu(s)\ 2HCl(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + H_2(g)$
+

۴) $Cu(s) + {}_2(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + Mg(s)$

**با توجه به این که واکنش اکسایش – کاهش:** $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ **به طور خود به خود پیشرفت دارد ، کدام نتیجه گیری درست است؟**

۱) $E^\circ$ الکترود مس از $E^\circ$ الکترود روی کوچک تر است.

۲) $Cu^{2+}(aq)$ اکسنده و $Zn(s)$ کاهنده است.

۳) تمایل $Cu(s)$ به از دست دادن الکترون در مقایسه با $Zn(s)$ ، بیشتر است.

۴) در سلول الکتروشیمیایی استاندارد «روی – مس» الکترود روی نقش کاتد را دارد.

سراسری ریاضی خارج

**با توجه به واکنش های زیر ، M می تواند کدام فلز باشد؟**

$$Fe(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + M(s)$$

$$Sn(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + M(s)$$

$$Ni(s) + M^{2+}(aq) \rightarrow Ni^{2+}(aq) + M(s)$$

$$H_2(g) + M^{2+}(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + M(s)$$

۱) Zn ۲) Mg ۳) Cu ۴) Mn

سراسری ریاضی خارج

**اگر واکنش :** $Mg(s) + Fe^{2+}(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + Fe(s)$ **در شرایط استاندارد، خود به خودی باشد ، کدام مطلب نادرست است؟**

سراسری تجربی

۱ در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد ، آهن ، بالاتر از منیزیم جای دارد.

۲ در سلول گالوانی استاندارد «منیزیم – آهن» ، منیزیم ، نقش آند را دارد.

۳ محلول نمک های منیزیم را می توان در ظرف آهنی نگهداری کرد.

۴ $E^\circ$ الکترود منیزیم از $E^\circ$ الکترود آهن ، کوچک تر است.

**با توجه به پتانسیل کاهشی استاندارد الکترودهای روی ، قلع ، آهن و منیزیم که در زیر داده شده است ، کدام واکنش در شرایط استاندارد خود به خودی است و $E^\circ$ آن برابر چند ولت است؟**

سراسری تجربی خارج

$E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)=-۰/۷۶$ ولت) , $E^\circ(Sn^{2+}(aq)/Sn(s)=-۰/۱۴$ ولت)

$E^\circ(Fe^{2+}(aq)/Fe(s)=-۰/۴۴$ ولت) , $E^\circ(Mg^{+2}(aq)/Mg(s)=-۲/۳۸$ ولت)

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

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

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

۴) $Sn(s) + Mg^{+2}(aq) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + Mg(s)$

۱ ، ۱ +۱/۹۷ ۲ ، ۲ +۰/۵۶ ۳ ، ۳ +۰/۳۲ ۴ ، ۴ +۰/۳۲

سراسری تجربی

**با توجه به پتانسیل های کاهشی استاندارد ، نیم واکنش های زیر :**

$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \leftrightharpoons Mg(s)$ , $E^\circ = -2/38(v)$ $\quad I_2(s) + 2e^- \leftrightharpoons 2I^-(aq)$ , $E^\circ = +0/54(v)$

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

$Cl_2(g) + 2e^- \leftrightharpoons 2Cl^-(aq)$ , $E^\circ = +1/36(v)$

**کدام دو واکنش زیر به صورت خود به خودی انجام می شوند؟**

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

b) $Cl_2(g) + 2I^-(aq) \rightarrow 2Cl^-(aq) + I_2(s)$

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

d) $2Ag(s) + 2H^+(aq) \rightarrow 2Ag^+(aq) + H_2(g)$

۱) b ، a ۲) b ، c ۳) c ، a ۴) d ، c

سراسری تجربی

**با توجه به $E^\circ$ الکترودها :**

$E^\circ(Cd^{2+}(aq)/Cd(s)) = -0/40v$ $\quad E^\circ(Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) = +0/34v$

$E^\circ(Hg^{2+}(aq)/Hg(l)) = +0/85v$ $\quad E^\circ(Co^{2+}(aq)/Co(s)) = -0/28v$

**چند واکنش اکسایش – کاهش داده شده ی زیر ، به صورت خودبه خودی انجام می شود؟**

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

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

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

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

سراسری ریاضی

با توجه به نیم واکنش های زیر :

$M^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow M(s)$ , $E^\circ = -0/13$ v

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

واکنش : $M(s) + Zn^{2+}(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + Zn(s)$ ، ..... است و $E^\circ$ آن

برابر ..... ولت است و در یک سلول ..... انجام پذیر است.

۱) خود به خودی ، ۰/۸۹ + ، گالوانی

۲) خود به خودی ، ۰/۶۳+ ، الکترولیتی

۳) غیر خود به خودی ، ۰/۸۹− ، گالوانی

۴) غیر خود به خودی ، ۰/۶۳− ، الکترولیتی

## قدرت اکسندگی و کاهندگی

به واکنش زیر دقت کنید:

$$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$$

گونه اکسنده — گونه کاهنده

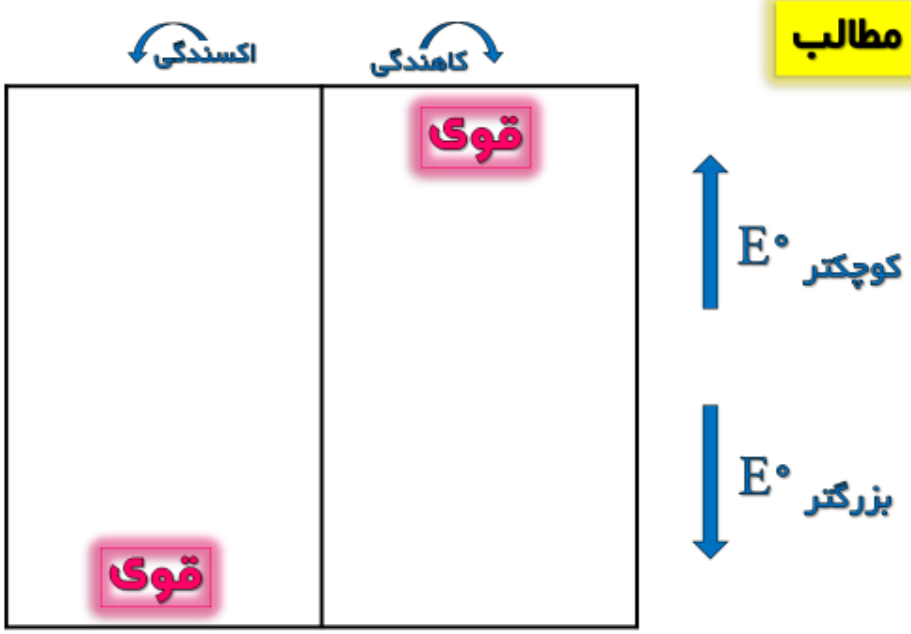
**نکته ۱** هنگام بحث در مورد قدرت اکسندگی : به سمت چپ نگاه کن!

**نکته ۲** هنگام بحث در مورد قدرت کاهندگی : به سمت راست نگاه کن!

**نکته ۳** هرچه $E^0$ بزرگتر باشد : ماده ی سمت چپ اکسنده ی قوی تری است.

**نکته ۴** هرچه $E^0$ کوچکتر باشد:ماده ی سمت راست کاهنده‌ی‌قوی‌تری است.

## جمع بندی مطالب




**مثال :** با توجه به واکنش های زیر به سوالات پاسخ دهید.

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

$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s), E^\circ = +0/80\ v$

بین $Zn^{2+}$ , $Ag^+$ کدام کاهندگی قوی تری دارند؟

بین $Zn$ , $Ag$ کدام کاهندگی قوی تری دارند؟

بین $Zn^{2+}$ , $Ag^+$ کدام اکسندگی قوی تری دارند؟

**با توجه به داده های زیر ، می توان دریافت که ..... اکسنده ی قوی تر ..... کاهنده قوی تر است و ..... می تواند ..... را از محلول نمک های آن آزاد سازد.**

$Ce^{4+}(aq) + e^- \rightarrow Ce^{3+}(aq)$ , $E^\circ = +1/61\,v$ / $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ , $E^\circ = +0/34\,v$

$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$ , $E^\circ = -0/14\,v$ / $Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Al(s)$ , $E^\circ = -1/66\,v$

سراسری تجربی خارج

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

**با توجه به $E^\circ$الکترود نیکل ($-0/25\,v$) و $E^\circ$ الکترود مس ($+0/34v$) کدام مطلب در شرایط استاندارد ، نادرست است؟**

سراسری ریاضی خارج

۱) $Cu^{2+}(aq)$ **از** $Ni^{2+}(aq)$ **اکسنده تر است.**

۲) $Ni(s)$ **از** $Cu(s)$ **، کاهنده تر است.**

۳) $Cu(s)$ **می تواند** $Ni^{2+}(aq)$ **را در محلول ، به صورت** $Ni(s)$ **آزاد کند.**

۴) $Ni(s)$ **می تواند** $Cu^{2+}(aq)$ **را در محلول ، به صورت** $Cu(s)$ **آزاد کند.**

با در نظر گرفتن موقعیت فلزها در جدول پتانسیل های کاهشی استاندارد که در آن فلز روی بالاتر از آهن بوده و نقره زیر هیدروژن جای دارد ، کدام مطلب درست است؟

۱ محلول نمک های نقره ر امی توان در ظرفی از جنس فلز روی نگهداری کرد.

۲ اتم روی کاهنده ترازاتم آهن و یون $Ag^{+}(aq)$ اکسنده تر از یون $Fe^{2+}(aq)$ است.

۳ $E^{\circ}$ سلول الکتروشیمیایی «روی–آهن» از $E^{\circ}$ سلول الکتروشیمیایی «روی–نقره» بزرگتر است.

۴ در سلول الکتروشیمیایی «آهن–نقره» ، نقره قطب منفی و آهن آند است و خورده می شود.

سراسری ریاضی خارج

با توجه به واکنش های زیر که به طور خودبه خودی در جهت رفت پیش می روند ، کدام ترتیب درباره ی قدرت اکسندگی کاتیون ها درست است؟

$Sn^{4+}(aq) + H_2(g) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2H^{+}(aq)$

$2H^{+}(aq) + Sn(s) \rightarrow H_2(g) + Sn^{2+}(aq)$

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

سراسری تجربی

۱ $Fe^{3+} < Sn^{2+} < H^{+} < Sn^{4+}$

۲ $Fe^{3+} > Sn^{2+} > H^{+} > Sn^{4+}$

۳ $Fe^{3+} < Sn^{4+} < H^{+} < Sn^{2+}$

۴ $Fe^{3+} > Sn^{4+} > H^{+} > Sn^{2+}$

با توجه به این که در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد ، منگنز بالاتر از آهن ، و مس پایین تر از هیدروژن جای دارد ، می توان دریافت که :

۱ $Cu^{2+}(aq)$ ، اکسنده تر از $Mn^{2+}(aq)$ است. سراسری ریاضی

۲ $Fe(s)$ ، کاهنده تر از $Mn(s)$ است.

۳ محلول نمک های مس را می توان در ظرف آهنی نگه داری کرد.

۴ $E^\circ$ سلول ولتایی «منگنز–مس» از $E^\circ$ سلول ولتایی «منگنز–آهن» کوچک تر است.

با توجه به مقدار $E^\circ$ نیم واکنش های داده شده ، کدام مطلب درست است؟ سراسری ریاضی

$E^\circ(Ni^{2+}(aq)/Ni(s))=-۰/۲۵v$

$E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s))=-۰/۷۶v$

$E^\circ(Fe^{2+}(aq)/Fe(s))=-۰/۴۴v$

۱ در شرایط استاندارد ، فلز آهن با محلول نمک های روی واکنش می دهد.

۲ قدرت کاهندگی این سه فلز ، به صورت $Ni > Fe > Zn$ است.

۳ قدرت اکسندگی این سه کاتیون به صورت $Zn^{2+}(aq) > Fe^{2+}(aq) > Ni^{2+}(aq)$ است.

۴ تفاوت $E^\circ$ سلول الکتروشیمیایی «آهن–نیکل» با $E^\circ$ سلول الکتروشیمیایی «روی–نیکل» برابر ۰/۳۲ ولت است.

**اگر $E^\circ$ واکنش : $A^{2+}(aq) + B(s) \rightarrow B^{2+}(aq) + A(s)$ ، منفی و $E^\circ$ واکنش : $B(s)+D^{2+}(aq) \rightarrow B^{2+}(aq)+D(s)$ ، مثبت باشد ، کدام گزینه همواره درست است؟**

۱ **ترتیب کاهندگی این فلزها ، به صورت : $D > A > B$ است.**

سراسری ریاضی

۲ **ترتیب اکسندگی کاتیون های سه فلز ، به صورت $A^{2+} > D^{2+} > B^{2+}$ است.**

۳ **واکنش : $A(s) + D^{2+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq) + D(s)$ ، در شرایط استاندارد، خودبه خودی است.**

۴ **اگر پتانسیل کاهشی استاندارد الکترود D ، برابر ۰/۳۳+ ولت باشد ، فلز A با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می دهد.**

**کدام گزینه با توجه به $E^\circ$ الکترودهای زیر ، نادرست است؟**

سراسری ریاضی

I) $E^\circ\left[M^{2+}(aq)/M(s)\right] = -0/86v$

II) $E^\circ\left[A^{2+}(aq)/A(s)\right] = +0/34v$

III) $E^\circ\left[D^{2+}(aq)/D(s)\right] = -0/25v$

۱ **فلز M ، از دو فلز دیگر ، کاهنده تر است.**

۲ **کاتیون $A^{2+}$ ، از دو کاتیون دیگر ، اکسنده تر است.**

۳ **در سلول گالوانی تشکیل شده از الکترود های II و III ، الکترود II نقش کاتد را دارد.**

۴ **واکنش : $A^{2+}(aq) + M(s) \rightarrow A(s) + M^{2+}(aq)$ ، در شرایط استاندارد، خود به خودی است.**

## خوردگی آهن

خوردگی آهن یک واکنش اکسایش و کاهش می باشد و در دو بخش کاتدی و آندی انجام می شود.

**۱ پایگاه آندی:** آهن علاقه ی زیادی به اکسید شدن و از دست دادن الکترون دارد بنابراین پایگاه آندی ، پاتوق اتم های آهن است که اکسایش می یابند.

پایگاه آندی : $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

**تذکر ۱ :** در پایگاه آندی هنگامی که الکترون ها به وجود می آیند باید آن ها را دور کنیم تا فرایند ادامه دار باشد بنابراین چون آهن رسانای خوبی برای الکتریسیته است بنابراین الکترون های اضافی ، توانایی انتقال به نقاط دیگر سطح آهن را دارند.

**تذکر ۲ :** چون فلز آهن باعث انتقال الکترون ها از پایگاه آندی به سمت پایگاه کاتدی می شود ، به فلز آهن ، رسانای الکترونی یا مدار درونی می گویند.

**۴ پایگاه کاتدی:** الکترون ها مانند سربازان وطن از راه می رسند و با یاران قدیمی یعنی آب و اکسیژن ترکیب می شوند و نیم واکنش کاتدی را به صورت زیر انجام می دهند.

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

## اکسیژن یک عامل مهم برای تشخیص پایگاه کاتدی و پایگاه آندی

غلظت اکسیژن یک عامل مهم در تعیین پایگاه های آندی و کاتدی است ، بدین صورت که پایگاه کاتدی معمولاً در نقاطی تشکیل می شود که غلظت اکسیژن ( $O_2$ ) زیاد است و بدیهی است نیم واکنش آندی در مناطقی که غلظت $O_2$ کمتر است.

**نکته** یون های $Fe^{2+}$ که در بخش آندی تولید شده بودند سوار بر اسب های خود (قطره های آب) به سمت پایگاه کاتدی حمله ور می شوند و با یون های $OH^-$ که در پایگاه کاتدی قرار دارند وارد واکنش می شوند و رسوب $Fe(OH)_2$ را تشکیل می دهند.

$$Fe^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \rightarrow Fe(OH)_2(s)$$

حال $Fe(OH)_2$ نیز با آب و اکسیژن وارد جنگ شده و رسوب $Fe(OH)_3$ را تولید می کنند.

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

و در نهایت $Fe(OH)_3$ با ازدست دادن آب خود به زنگ آهن تبدیل می شود.

$$2Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot 3H_2O \xrightarrow{\text{معمولاً}} Fe_2O_3.xH_2O$$

زنگ آهن

کدام مطلب در ارتباط با فرایند زنگ زدن آهن ، درست است؟

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

سراسری تجربی خارج

۲ یون ها از میان فلز از پایگاه آندی به سوی پایگاه کاتدی جریان می یابند.

۳ الکترون ها در قطره ی آب (مدار بیرونی ، رسانای یونی) جریان می یابند.

۴ یون های آهن (II) به هنگام عبور از آب ، به صورت $Fe(OH)_3$ رسوب می کنند.

کدام واکنش یا نیم واکنش در فرایند زنگ زدن آهن در هوای مرطوب ، دخالت ندارند؟

۱) $۲H_۲O(l) + O_۲(g) + ۴e^- \rightarrow ۴OH^-(aq)$

سراسری ریاضی

۲) $Fe(s) \rightarrow Fe^{۲+}(aq) + ۲e^-$

۳) $۲H_۲O(l) \rightarrow O_۲(g) + ۴H^+(aq) + ۴e^-$

۴) $۴Fe(OH)_۲ + O_۲(g) + ۲H_۲O(l) \rightarrow ۴Fe(OH)_۳(s)$

## حفاظت کاتدی

می خواهیم بررسی کنیم که لوله های ساختمان که از جنس آهن هستند چگونه سالم باقی می مانند و با اکسیژن فعال و شیطون واکنش نمی دهند.

## معرفی آقای اکسیژن

اکسیژن یک عنصر بسیار واکنش پذیر است که می تواند بیشتر فلزات را با خود همراه کند و آنها را اکسید کند. اما بعضی از فلزها گول اکسیژن را نمیخورند الان به طور کامل بحث را باز می کنم.

## ۱ کسانی که اغفال نمی شوند:

طلا (Au) و پلاتین (Pt) و پالادیم (pd) به هیچ وجه با اکسیژن دوست نمی شوند.

## ۲ کسانی که خیلی موزی هستند

فلزهای کانقور خیلی زرنگ هستند با اکسیژن دوست می شوند و ببین چقدر زرنگ هستند که اکسیژن را دور می زنند.

یعنی : وقتی با اکسیژن واکنش می دهند یک لایه ی بسیار نازک و محافظ ایجاد می کنند که مانع خوردگی آنها می شود.

## ۳ کسانی که اغفال می شوند

همه ی فلزها از جمله آهن که در برابر اکسیژن اکسایش می یابند و به اصطلاح می گویند آهن دچار خوردگی شده است. (یا همان زنگ زده است)

به طور کلی اگر دو فلز در یک محیط در تماس با یکدیگر باشند فلزی که $E^\circ$ بزرگتری دارد (یعنی در جدول پایین تر است و نقش کاتد را دارد) سالم باقی می ماند و فلزی که $E^\circ$ کوچکتری دارد (یعنی در جدول بالاتر است و نقش آند را دارد) اکسایش یافته و خورده می شود.

حال اگر در کنار لوله های ساختمان یک قطعه فلز که $E^\circ$ کوچکتری دارد (یعنی در جدول بالاتر است) قرار دهیم ، آن فلز خورده خواهد شد و لوله های ساختمان سالم خواهند ماند.

# بررسی Zn و Sn برای محافظت از آهن

هر گاه دو قطعه فلزی متفاوت در هوای مرطوب با یکدیگر در تماس باشند بین آنها نوعی سلول الکتروشیمیایی به وجود می آید که در آن فلزی که $E^\circ$ ..... دارد ، نقش ..... را دارد و بر اثر ..... یافتن ، دچار خوردگی می شود.

سراسری تجربی

۱) کوچک تری – کاتد – کاهش
۲) کوچک تری – آند – اکسایش
۳) بزرگ تری – کاتد – اکسایش
۴) بزرگ تری – آند – کاهش

برای حفاظت کاتدی آهن ، باید آن را به فلزی که $E^\circ$ آن از $E^\circ$ آهن ..... باشد ، مانند ..... متصل کرد. در این صورت آن فلز ، در نقش ..... عمل می کند و از زنگ زدن آهن جلوگیری می کند.

سراسری ریاضی خارج

۱) کوچک تر – منیزیم – آند
۲) کوچک تر – روی – کاتد
۳) بزرگتر – قلع – آند
۴) بزرگ تر – مس – کاتد

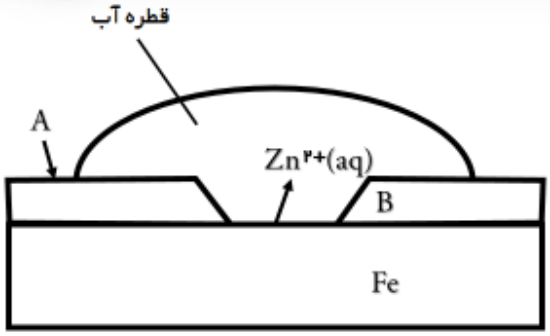
در فرایند حفاظت کاتدی اشیای آهنی (فولادی) ، باید از فلزی مانند..... استفاده کرد که $E^\circ$ آن از $E^\circ$ آهن ..... باشد ، تا آهن نقش ..... را پیدا کند و خورده نشود.

سراسری ریاضی

۱) قلع – بزرگ تر – آند
۲) منیزیم – بزرگ تر – آند
۳) قلع – کوچک تر – کاتد
۴) منیزیم – کوچک تر – کاتد

اگر تصویر روبه رو ، به یک قطعه آهن سفید خراش برداشته در هوای مرطوب مربوط باشد ، A و B به ترتیب (از راست به چپ) کدامند؟

سراسری ریاضی




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

هرگاه در سطح آهن سفید ، در هوای مرطوب خراشی به وجود آید ، در محل آن خراش ، یک سلول گالوانی تشکیل می شود و در نتیجه ..... در نقش ..... ، ..... یافته و ..... می شود.

سراسری ریاضی

۱) Fe – کاتد – کاهش – خورده
۲) Zn – آند – اکسایش – خورده
۳) Zn – کاتد – کاهش – محافظت
۴) Fe – آند – اکسایش – محافظت

آهن گالوانیزه ، نام دیگر ..... است و اگر در هوای مرطوب خراشی در سطح آن به وجود آید ، در محل خراش یک سلول ..... به وجود می آید که در آن ..... ، ..... است و ..... می شود.

سراسری ریاضی

۱ حلبی – الکترولیتی – قلع – قطب مثبت – خورده

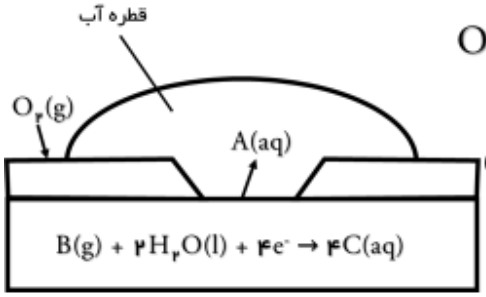
۲ حلبی – الکتروشیمیایی – آهن – کاتد – از خوردگی محافظت

۳ آهن سفید – الکتروشیمیایی – آهن – کاتد – از خوردگی محافظت

۴ آهن سفید – الکترولیتی – روی – قطب مثبت – خورده

اگر تصویر مقابل ، به یک قطعه آهن سفید خراش برداشته شده در هوای مرطوب مربوط باشد ، A ، B و C به ترتیب (از راست به چپ) کدامند؟

سراسری ریاضی




۱ $OH^-$ , $O_2$ , $Zn^{2+}$

۲ $OH^-$ , $O_2$ , $Fe^{2+}$

۳ $O^{2-}$ , $H_2$ , $Zn^{2+}$

۴ $O^{2-}$ , $H_2$ , $Fe^{2+}$

**با توجه به شکل رو به رو ، کدام مطلب درباره ی آن نادرست است؟**

۱ درمحل خراش برسطح آن ،یک سلول گالوانی تشکیل می شودکه آهن قطب منفی آن است.

۲ قطعه ای از حلبی در مجاورت قطره ای از آب است.

۳ در صورت خراش برداشتن لایه ی قلع ، آهن زنگ می زند و خورده می شود.

۴ در آند سلول گالوانی تشکیل شده نیم واکنش: $Sn(s) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2e^-$ انجام میگیرد.

سراسری ریاضی

**چه تعداد از مطالب زیر در مورد خوردگی آهن و فراورده نهایی آن ، درست است؟**

- نیم واکنش های اکسایش و کاهش در دو بخش مختلف قطعه آهن روی می دهند.
- زنگ آهن در بخش آندی که آهن اکسید شده است ، تشکیل می شود.
- زنگ آهن همان آهن (II) هیدروکسید نامحلول است.
- زنگ آهن ترکیبی سخت و به رنگ قرمز – قهوه ای است.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

**در خوردگی آهن ، یون های $Fe^{2+}$ به سمت بخش ..... جریان می یابند و یون های $OH^-$ در بخش ..... تولید می شوند (گزینه ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید).**

۱ کاتدی – کاتدی
۲ کاتدی – آندی
۳ آندی – آندی
۴ آندی – کاتدی


@mohandes_aref_rabieyan

در روشی که برای محافظت کردن یک فلز با استفاده از فلز دیگر به کار می رود ، فلز حفاظت ..... ، نقش ..... را ایفا می کند و .....

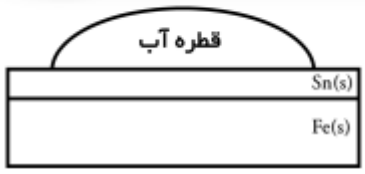
۱ شده – آند – محافظت می شود.
۲ کننده – قطب منفی سلول – اکسید می شود.
۳ شده – کاتد – کاهش می یابد.
۴ کننده – قطب مثبت سلول – کاهش می یابد.

چه تعداد از مطالب زیر ، درست است؟

- به ورقه فلزی از جنس قلع که توسط لایه نازکی از آهن پوشیده شده است ، حلبی می گویند.
- در سلول گالوانی که در اثر خراش در ورقه گالوانیزه ایجاد می شود ، Zn و Fe به ترتیب کاهنده و اکسنده هستند.
- زنگ آهن در واقع آهن (III) هیدروکسید است.
- خوردگی آهن هنگامی رخ می دهد که یکی از دو جزء اکسیژن یا آب در محیط حضور داشته باشند.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

کدام گزینه در ارتباط با شکل زیر درست است؟




۱ در اثر ایجاد خراش در سطح این نوع آهن ، فلز Sn نقش آند را ایفا می کند و خورده می شود.
۲ پس از خراش ، فلز Fe در برابر خوردگی محافظت می شود.
۳ در محل خراش ، نیم واکنش اکسایش به صورت $Sn(s) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2e^-$ انجام می شود.
۴ از آن برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده می شود.


@mohandes_aref_rabieyan

با ایجاد خراش در سطح ورقه های گالوانیزه و حلبی ، کدام مورد یکسان است؟

۱ نوع فلز آند
۲ نوع فلز کاتد
۳ نیم واکنش اکسایش
۴ نیم واکنش کاهش

در فرایند خوردگی آهن ، برای تبدیل ۲/۲۴ گرم یون آهن (II) به یون آهن (III) در محیط اسیدی ، چند میلی لیتر گاز اکسیژن (با فرض شرایط استاندارد) نیاز است؟ ( $Fe=56\ g.mol^{-1}$ )

۱ ۴۴۸
۲ ۱۱۲
۳ ۲۲۴
۴ ۸۹۶

یک میخ آهنی به جرم ۱۷/۵ گرم وارد محلول رقیقی از آب نمک شده و پس از مدتی ۴۰% آن خورده می شود. اگر تمام رسوب تولید شده بر روی میخ ته نشین می شود ، جرم نهایی میخ چند گرم خواهد بود؟
( $Fe=56\ ,\ O=16\ ,\ H=1 : g.mol^{-1}$ )

۱ ۲۳/۸۷۵
۲ ۲۱/۱۳۰
۳ ۲۲/۶۱۵
۴ ۲۳/۱۲۵

# صفر تا صد برقکافت

## تعریف اولیه

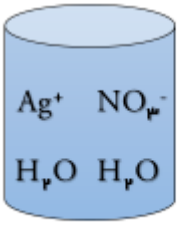
برقکافت یا الکترولیز به فرآیندی گفته می شود که با استفاده از جریان برق یک واکنش شیمیایی غیر خود به خودی را انجام دهیم یعنی باید مقداری انرژی از یک منبع بیرونی (مثلاً یک باتری) مصرف شود تا یک واکنش شیمیایی خلاف جهت طبیعی خود انجام شود.

## سلول الکترولیتی چیست؟

دستگاهی که در آن برقکافت یا الکترولیز انجام می شود.

## بررسی برقکافت محلول $AgNO_3$ :

ابتدا یک لیوان آب برداشته و مقداری $AgNO_3$ در آن حل می کنیم ، حال دو الکترود گرافیتی را در محلول قرار داده (چرا؟) و آن ها را با سیم به باتری وصل می کنیم.




## شروع داستان

باتری مولد جریان برق است و الکترون ها از قطب منفی باتری خارج شده و در سطح الکترود سمت راست بار منفی ایجاد می کنند. بنابراین این کار سبب می شود که یون های $Ag^+$ به سمت الکترود سمت راست حرکت کنند و در آن جا یک درگیری برای ازدواج با الکترون شروع می شود.

**حال یک سوال:** به نظر شما ترکیب بصمیم یون های $Ag^+$ بیشتر است یا مولکول های $H_2O$ ؟؟

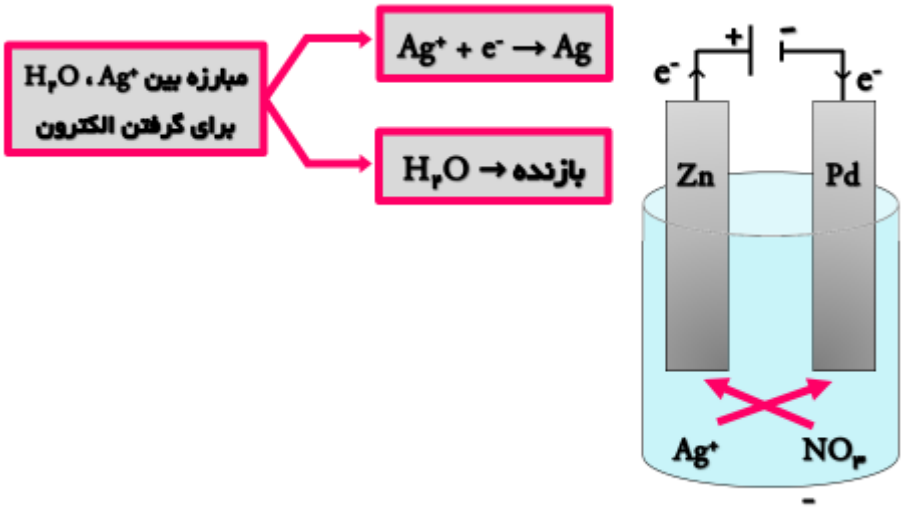

@mohandes_aref_rabieyan

با توجه به جدول $E^0$ میدانیم :

$$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 + 2OH^- \quad , E^\circ = -0/83\ v$$

$$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag \quad , E^\circ = +0/8\ v$$

همان طور که گفته بودیم اونی که پایین تره ، اکسنده ی (الکترون گیرنده ی) قوی تری است. پس در این رقابت $Ag^+$ برنده است و الکترون را از آن خود می کند و مولکول های $H_2O$ شکست می خورند.




**نکته** همان طور که در سلول های گالوانی بحث کردیم الکترود سمت راست را کاتد می نامیم و می دانیم در این جا دارای بار منفی است (قطب منفی) پس می توان فهمید در سلول های الکترولیتی کاتد قطب منفی محسوب می شود و در ادامه نیز خواهیم گفت آند قطب مثبت می باشد.

## کی حال داره جدول $E^\circ$ حفظ کنه!!!

آقای ربیعیان یعنی چی؟؟؟

عزیزان دل بندم ما باید بدانیم که چه کسی از آب قوی تر یا ضعیف تر است که به سراغ الکترون می رود و میخواهد با او ازدواج کند.

**نکته کلیدی (ترفند)** در فرایند برقکافت در بخش کاتدی برای گرفتن الکترون ،همیشه مولکول های $H_2O$ نسبت به کاتیون های گروه های ۱ و ۲ و $Al^{3+}$ و $Mn^{2+}$ برنده هستند ولی در برابر بقیه گردن کج می کنند و به راه خود ادامه می دهند.

## یعنی:

گروه های ۱ ,۲ و Al و Mn $< H_2O$

بقیه $< H_2O$

## خب بریم سراغ ادامه ی داستان :

الکترود سمت چپ به قطب مثبت باتری متصل است بنابراین دارای بار مثبت می شود و یون های $NO_3^-$ به طرف آن ( یعنی الکترود سمت چپ) حرکت می کنند تا با از دست دادن الکترون خنثی شود ولی این جا نیز مولکول های $H_2O$ که زخمی و عصبانی هستند وجود دارند ، پس بین $NO_3^-$ و $H_2O$ یک درگیری برای از دست دادن الکترون رخ می دهد.

## باز هم دعوا و باز هم جدول $E^\circ$ :

با توجه به جدول $E^\circ$ می دانیم $H_2O$ بالاتر از $NO_3^-$است و قبلاً گفته بودیم هرکی بالاتره کاهنده تره (الکترون دهنده تره) بنابراین اینجا $H_2O$ انتقام خود را می گیرد و الکترون ها را از دست می دهد.

رقابت بین $H_2O$ و $NO_3^-$ برای از دست دادن الکترون

- $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$
- بازنده $\rightarrow NO_3^-$

باز هم تکرار می کنم در سلول های گالوانی ماده ی سمت چپ آند نام داشت ولی این جا دارای بار مثبت است پس در سلول های الکترولیتی برعکس سلول های گالوانی آند قطب مثبت است.

**ترفند** در فرآیند برقکافت ، در رقابت آندی برای از دست دادن الکترون ، مولکول های $H_2O$ نسبت به یون های اکسیژن دار مانند ($SO_4^{2-}, NO_3^-, PO_4^{3-}$) و یون های $F^-$ و $Cl^-$ رقیق برنده هستند و در سایر موارد مولکول های $H_2O$ بازنده می باشند.

یعنی:

$H_2O >$ رقیق $Cl^-$ و $F^-$ و $PO_4^{3-}$ و $NO_3^-$ و $SO_4^{2-}$

$H_2O <$ بقیه

**جمع بندی :**

رقابت برای گرفتن الکترون
- $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$
- بازنده $\rightarrow H_2O$

رقابت برای از دست دادن الکترون
- $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$
- بازنده $\rightarrow NO_3^-$

**نکته ۱** برقکافت $AgNO_3$ در آند $H^+$ تولید می شود و این امر باعث می شود pH محلول به تدریج کم شود.

**نکته ۲** برقکافت به چه دردی می خورد؟ برای تولید محصولات شیمیایی کاربرد دارد مثلاً در بخش کاتد فلز نقره و در آند اکسیژن تولید می شود.

کدام عبارت درباره سلول الکترولیتی درست است؟

۱) در آن ، بر اثر نیروی برق ، تغییر شیمیایی در مواد به وجود می آید.

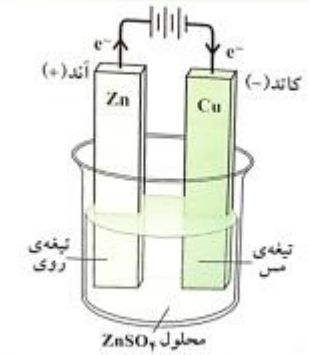
۲) کاتد در آن ، برخلاف سلول الکتروشیمیایی ، قطب مثبت است.

۳) در آن ، یک واکنش شیمیایی در جهت طبیعی پیش رانده می شود.

۴) الکترودی که به قطب منفی منبع برق متصل است ، محل اکسایش است.


@mohandes_aref_rabieyan

## فرق بین سلول الکترولیتی و سلول گالوانی چیست؟




سلول الکترولیتی

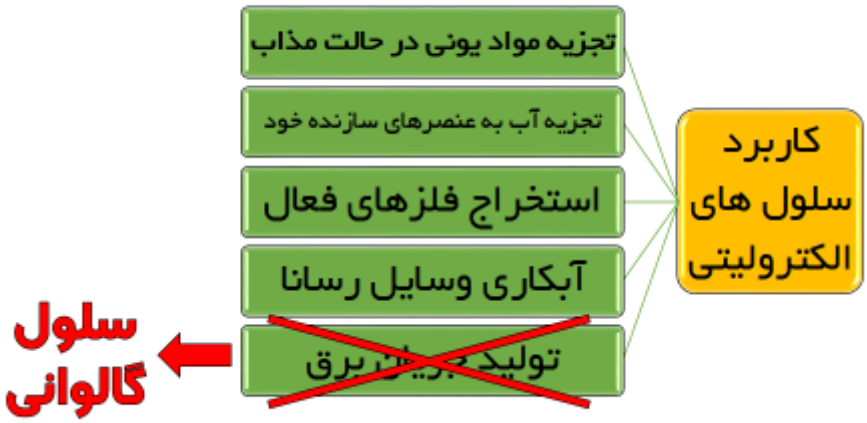
سلول گالوانی

### سلول الکترولیتی :

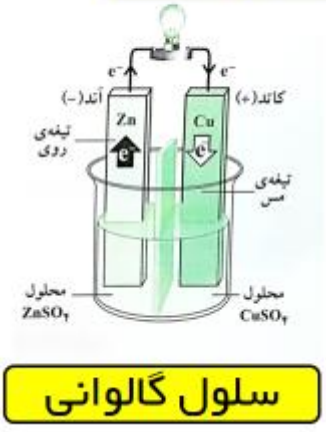
سلول الکترولیتی شامل دو الکترود است. معمولاً جنس الکترودها را از گرافیت یا پلاتین انتخاب می کنند ، زیرا گرافیت و پلاتین علاوه بر این که رسانای الکتریکی خوبی دارند و جریان برق را از باتری (منبع جریان برق) به محلول الکترولیت منتقل می کنند ، واکنش پذیری بسیار کمی دارند و با یون های موجود در الکترولیت واکنش نمی دهند. در سلول الکترولیتی هردو الکترود در یک محلول فرورفته اند.

الکترودهای سلول به قطب های یک منبع جریان مستقیم (DC) مانند باتری متصل می شوند. اگر منبع جریان متناوب (AC) ، مانند برق شهری استفاده شود ، قطب های مثبت و منفی سلول به طور دایم عوض می شوند و یون های موجود در الکترولیت سرگردان می شوند.

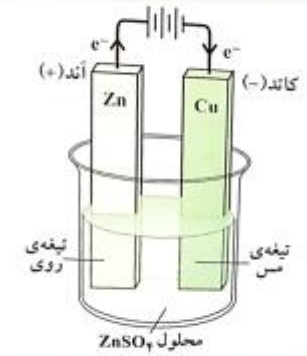
در سلول های گالوانی و الکترولیتی ، آند محل اکسایش (الکترون دهی گونه‌ها) و کاتد محل کاهش (الکترون گیری گونه‌ها) است.



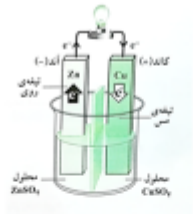

## فرق بین سلول الکترولیتی و سلول گالوانی چیست؟




سلول گالوانی

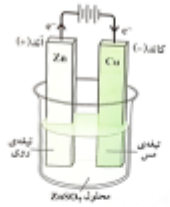



سلول الکترولیتی



در آند : $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

در کاتد : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$



در آند : $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$

در کاتد : $Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn(s)$

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

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

**اگر در یک سلول باتری یا مولد یا منبع جریان به عنوان قسمتی از شکل دیده شود آن سلول یک سلول الکترولیتی (برقکافت) است اما اگر باتری یا مولد یا منبع جریان دیده نشود آن سلول یک سلول گالوانی است.**

## مقایسه الکترولیز و سلول های الکتروشیمیایی گالوانی

۱ در سلول های گالوانی ، هدف اصلی تولید برق است اما در سلول های الکترولیتی هدف اصلی ، انجام یک فرآیندغیر خود به خودی به کمک مصرف جریان برق است.

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

۳ در سلول های الکتروشیمیایی گالوانی یک واکنش خود به خودی صورت می گیرد بنابراین سطح انرژی فرآورده ها از سطح انرژی واکنش دهنده ها پایین تر است. اما در سلول های الکترولیتی (برقکافت) یک واکنش غیر خود به خودی انجام می گیرد لذا سطح انرژی فراورده ها از سطح انرژی واکنش دهنده ها بالاتر است. نمودار تغییرات سطح انرژی در سلول های الکتروشیمیایی گالوانی و نیز در سلول های الکترولیتی (برقکافت) به صورت زیر است:

۴ در سلولهای الکتروشیمیایی گالوانی آند نقش قطب منفی و کاتد نقش قطب مثبت را دارد در حالی که در سلول های الکترولیتی (برقکافت) آند نقش قطب مثبت و کاتد نقش قطب منفی را دارا می باشد.

۵ واکنش هایی که در سلول های الکتروشیمیایی گالوانی و نیز در برقکافت انجام می شوند هر دو از نوع «اکسایش-کاهش» هستند.

۶ هم در سلول های الکتروشیمیایی گالوانی و هم در برقکافت ، همواره الکترون دهی و اکسایش در آند و کاهش در کاتد انجام می گیرد.

در سلول های الکترولیتی ، الکترودی که به قطب ..... منبع جریان برق متصل شده و کاتد نامیده می شود، پس از قرار گرفتن در الکترولیت ، ..... می کند.

۱ منفی – الکترون ها را از الکترولیت خارج

۲ منفی – الکترون های رانده شده از منبع را به الکترولیت منتقل

۳ مثبت – الکترون ها را از الکترولیت خارج

۴ مثبت – الکترون های رانده شده از منبع را به الکترولیت منتقل

## برقکافت آب :

به فرایندی که در آن ، آب به عنصر های سازنده اش ($H_2$ و $O_2$) تجزیه شود ، برقکافت آب می گویند.

در فرآیند برقکافت آب ، باید نمک محلول در آبی را استفاده کرد که هم کاتیون و هم آنیون آن در برابر آب ، توانایی کاهش و اکسایش نداشته باشند.

توجه داشته باشید از آب خالص به تنهایی نمی تواند استفاده کرد چرا که در فرایند برقکافت به یک الکترولیت نیاز داریم که بتواند جریان برق را از خود عبور دهد ، این درحالی است که آب خالص الکترولیت بسیار ضعیف است.

برای برقکافت آب میتوان از نمک $NaNO_3$ استفاده کرد.


@mohandes_aref_rabieyan

درستی که اطراف کند ، اسیدی و اطراف کاتد ، بازی میشه پس از کن جا که ضریب استوکیومتری $OH^-$ و $H^+$ در دو نیم واکنش آندی و کاتدی باهم برابر است . pH محلول در نهایت تغییری نمی کند.

در آند(+) : $H_2O\ (l) \rightarrow 2H^+\ (aq) + \frac{1}{2}O_2(g) + 2e^-$

در کاتد(−) : $2H_2O\ (l) + 2e^- \rightarrow 2OH^-\ (aq) + H_2\ (g)$

واکنش کلی: $3H_2O\ (l) \rightarrow H_2\ (g) + \frac{1}{2}O_2(g) + \underbrace{2H^+\ (aq) + 2OH^-\ (aq)}_{2H_2O}$

واکنش کلی: $H_2O\ (l) \rightarrow H_2\ (g) + \frac{1}{2}O_2(g)$

- در برقکافت آب
  - در آند (+) ← گاز $O_2$ پدید می آید.
  - در کاتد (−) ← گاز $H_2$ پدید می آید.

نکته : حجم $H_2$ تولیدی ، دوبرابر $O_2$ تولیدی است.

کدام یک از مطالب زیر در مورد عبور جریان الکتریکی از درون محلول یک الکترولیت در سلول الکترولیتی ، درست است؟

۱ یون ها در نتیجه اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد شده به سمت الکترودی با بار مخالف خود حرکت می کنند.

۲ کاتیون ها به سمت کاتد و الکترون ها به سمت آند حرکت می کنند.

۳ یون ها در نتیجه ضربه های مولکول های آب به آن ها ، به سمت قطب های ناهم نام خود حرکت می کنند.

۴ الکترون ها از درون محلول به سمت قطب مثبت حرکت می کنند.

**کدام یک از مطالب زیر ، درست است؟**

۱) برای برقکافت آب ، از آب خالص استفاده می شود.

۲) در برقکافت آب ، حجم گاز تولید شده در اطراف قطب منفی ، دو برابر حجم گاز تولید شده در اطراف قطب مثبت است.

۳) در برقکافت آب ، از اکسایش هر مول آب در آند ، یک مول گاز اکسیژن تولید می شود.

۴) برقکافت آب فرایندی است که در آن ، آب به یون های سازنده اش تجزیه می شود.

**در یک سلول ..... با انجام یک واکنش اکسایش – کاهش ..... ، الکترون ها در مدار بیرونی از ..... به سوی ..... می روند.**

ریاضی خارج

۱) گالوانی – در خلاف جهت طبیعی – کاتد – آند

۲) الکترولیتی – در خلاف جهت طبیعی – کاتد – آند

۳) گالوانی – در جهت طبیعی – قطب منفی – قطب مثبت

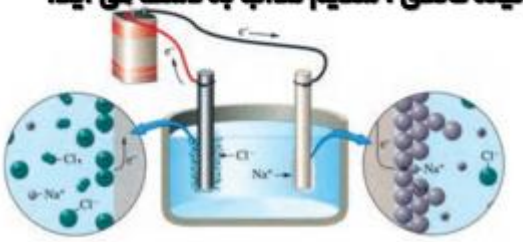
۴) الکترولیتی – در جهت طبیعی – قطب مثبت – قطب منفی

## تولید Na خالص از NaCl :

**سدیم خالص به حالت آزاد در طبیعت وجود ندارد اما ترکیب های شیمیایی گوناگونی از آن در طبیعت وجود دارد. با استفاده از سلول دانز می توان سدیم خالص را تهیه کرد.**

شکل روبه رو ، برقکافت سدیم کلرید مذاب را نشان می دهد. همان طور که می بینید ، یون های $Cl^-$ با الکترون دهی به تیغه آند (+) ، به گاز کلر ($Cl_2$) تبدیل می شوند. بنابراین اطراف الکترود آندی ، گاز کلر آزاد می شود.

همچنین یون های $Na^+$ با الکترون گیری از تیغه کاتد (–) ، به فلز سدیم (Na) تبدیل می شوند. بنابراین اطراف تیغه کاتدی ، سدیم مذاب به دست می آید.



## سلول دانز

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

$E^\circ$ سلول دانز ، مانند $E^\circ$ همه سلول های الکترولیتی منفی است که نشان می دهد واکنش انجام شده در سلول دانز به طور طبیعی انجام نشده ولی به کمک منبع جریان برق می تواند انجام شود.

**نکته :** NaCl خالص در ۸۰۱ درجه سانتی گراد ذوب می شود و دمای ذوب بالایی دارد. تولید سدیم در دمای ۸۰۱ درجه سانتی گراد هزینه بالایی دارد و مقرون به صرفه نیست. افزودن مقداری $CaCl_2$ به عنوان کمک ذوب به آن ، دمای ذوب را تا حدود ۵۸۷ درجه سانتی گراد پایین می آورد در این صورت انرژی کمتری مصرف می شود.

چه تعداد از عبارت های زیر ، در ارتباط با سلول دانز درست است؟

- یک سلول گالوانی است که در صنعت برای تهیه فلز سدیم به کار می رود.
- سدیم مذاب در کاتد و گاز کلر در آند سلول به دست می آید.
- افزودن مقداری کلسیم کلرید به سدیم کلرید ، دمای ذوب آن را تا حدود $801^{\circ}C$ پایین می آورد.
- یون سدیم برای کاهش در کاتد بر یون کلسیم حاصل از کلسیم کلرید پیروز می شود.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

چه تعداد از عبارت های زیر ، در ارتباط با فلز سدیم درست است؟

- یک کاهنده قوی است که در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی شود.
- در ترکیب های طبیعی و گوناگون خود ، تنها به شکل کاتیون وجود دارد.
- از برقکافت سدیم کلرید مذاب در یک سلول الکترولیتی تهیه می شود.
- یون آن ، بسیار پایدارتر از اتم های آن است.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

کدام عبارت در مورد سلول دانز ، نادرست است؟

۱ نیم واکنش انجام شده در کاتد به صورت $Na^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Na(l)$ است.

۲ نیم واکنش های اکسایش و کاهش انجام شده در این سلول غیرخودبه خودی هستند.

۳ علاوه بر تولید فلز سدیم در کاتد ، گاز کلر نیز در آند تولید می شود.

۴ یون های کلرید در قطب مثبت سلول ، اکسید می شوند.

## آبکاری :

منظور از آب کاری پوشاندن یک شی فلزی با لایه ی نازکی از یک فلز ، به کمک یک سلول الکترولیتی (برقکافت) است.

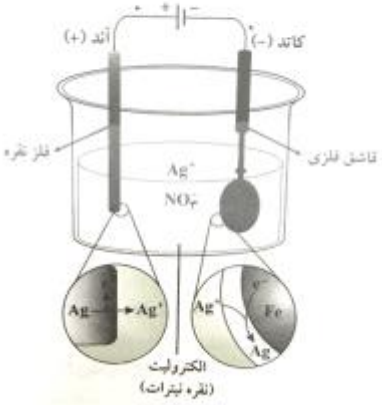
**کاربردهای آبکاری**

۱. زیبایی و درخشندگی در اشیای فلزی

۲. دوام آن ها در برابر عوامل مختلف تخریبی

## روش کار آبکاری

به شکل زیر نگاه کنید !!!



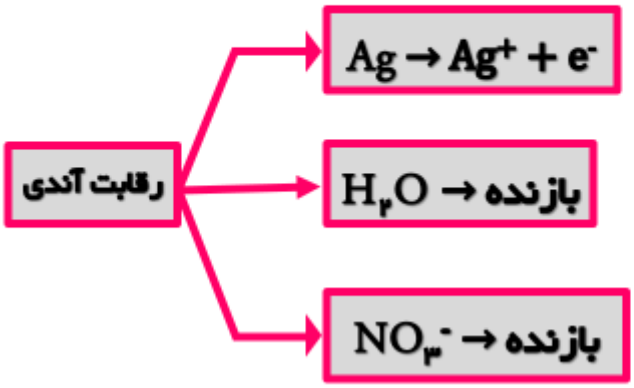

**نکته ۱** جسمی که باید روکش فلزی روی آن ایجاد شود باید در نقش کاتد (قطب منفی) باشدیعنی باید به قطب منفی باتری وصل شود.
(زیرا قبلاً گفتیم که کاتد به مرور زمان چاق و چاق تر می شود)

**نکته ۲** فلزی که می خواهد روی شی فلزی بنشیند باید در نقش آند (قطب مثبت) باشد یعنی به قطب مثبت باتری متصل باشد (زیرا قبلاً گفتیم که آند به مرور زمان خورده می شود)

**نکته کلیدی** محلول باید نیم سلول باشد ( یعنی باید دارای کاتیون های فلزی باشد که قرار است روی جسم مورد نظر قرار بگیرد. به طور خودمونی محلول باید دارای یون های فلز آند باشد).

خب حالا بریم سراغ نیم واکنش های موجود!!!

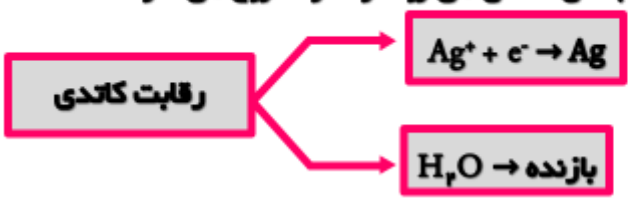
در بخش آندی رقابت های زیر وجود دارد:



آقای ربیعیان از کجه باید بفهمیم که در رقابت های با Ag برنده می شود؟

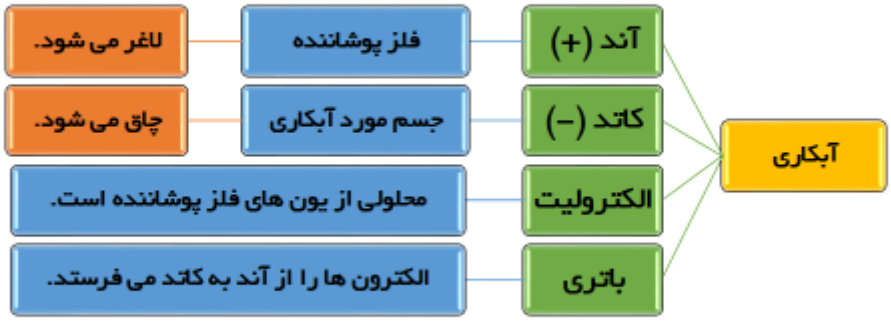
خب عزیزادم قبلاً گفته بودیم که مولکول های آب فقط به یونان های اکسیژن دار و یونهای $F^-$ و $Cl^-$ (رقیق) سر هستند و در سایر موارد مولکول های $H_2O$ شکست می خورند.

خب $Ag^+$ ها به سمت بخش کاتدی می روند و دعوا شروع می شود.




خب در این جا $Ag^+$ با مولکول های آب وارد دعوا می شود و پیروز می شوند زیرا قبلاً گفته بودیم مولکول های آب به یون های گروه ۱ و ۲ و $Al^{3+}$ و $Mn^{2+}$ سر هستند و در بقیه ی موارد شکست می خورند.

## جمع بندی آبکاری :




**کدام گزینه در ارتباط با شکل زیر درست است؟**

۱) الکترون ها از سمت الکترود مس به الکترود روی جریان دارند.

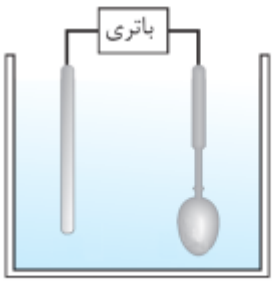
۲) لایه نازکی از فلز مس بر سطح تیغه روی می نشیند.

۳) یون های مس به اتم های مس تبدیل می شوند.

۴) با اعمال یک ولتاژ بیرونی ، نیم واکنش های الکترودی در مسیری برخلاف جهت طبیعی پیش می روند.

**شکل زیر سلول الکترولیتی ساده ای را نشان می دهد که از آن برای آبکاری با نقره استفاده می شود. کدام مطلب در مورد این شکل نادرست است؟**

۱) قاشق فلزی به قطب مثبت منبع تغذیه متصل است.

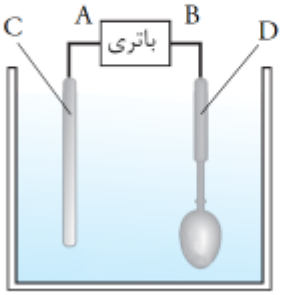



۲) قاشق فلزی نقش الکترود کاتدی را دارد.

۳) الکترود آندی تیغه ای از جنس نقره انتخاب می شود.

۴) نیم واکنش $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ در کاتد انجام می شود.

شکل روبه رو ، سلول الکترولیتی ساده ای را نشان می دهد که از آن برای آبکاری یک قاشق آهنی با نقره استفاده می شود. کدام گزینه به درستی از راست به چپ حروف A ، B ، C و D را نشان می دهد؟




۱) کاتد – آند – آند – کاتد

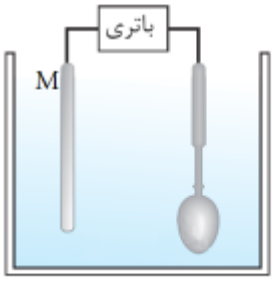
۲) کاتد – آند – کاتد – آند

۳) آند – کاتد – آند – کاتد

۴) آند – کاتد – کاتد – آند

با توجه به شکل زیر ، که طرح یک سلول الکترولیتی را برای آبکاری یک قاشق مسی با فلز M نشان می دهد ، کدام مطلب درست است؟

ریاضی خرج




۱) کاتد ، تیغه ای از جنس فلز M است.

۲) الکترولیت ، محلول نمکی از فلز M است.

۳) نیم واکنش کاهش به صورت : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ ، انجام می شود.

۴) قاشق مسی ، نقش آند را دارد و با گذشت زمان ، بر وزن آن افزوده می شود.

چه تعداد از عبارت های زیر درباره آبکاری ، درست است؟

- جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می شود ، باید رسانای جریان برق باشد.
- نیم واکنش آندی برخلاف نیم واکنش کاتدی به طور طبیعی انجام می شود.
- اگر در سلول آبکاری ، جهت حرکت الکترون ها از روی به سمت مس باشد ، مس توسط روی آبکاری می شود.
- با فلز اصلی آلومینیم نمی توان سایر فلزها را آبکاری کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴


@mohandes_aref_rabieyan

## ویژگی های فلز آلومینیم (Al) :

آلومینیم جزو فلزهای فعال است که به دلیل $E^\circ$ کوچک ($E^\circ(Al^{+3}/Al) = -1/66\ V$) به سرعت در هوا اکسایش می یابد و به آلومینیم اکسید تبدیل می شود.

سال دهم خواندیم آلومینیم اکسایش می یابد اما خورده نمی شود منظور از این جمله این است که آلومینیم با تشکیل لایه چسبنده و متراکم $Al_2O_3$ بر روی خود ، از ادامه اکسایش جلوگیری می کند ، به طوری که لایه های زیرین برای مدت طولانی دست نخورده باقی می مانند و استحکام خود را حفظ می کنند.

ویژگی ضد خوردگی آلومینیم باعث شده تا از آن برای ساخت وسایل گوناگونی مانند لوازم خانگی ، هواپیما و کشتی که باید برای مدت طولانی تر استحکام خود را حفظ کنند ، استفاده شود.

آلومینیم مانند سایر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می شود ، بنابراین این فلز تنها از برقکافت نمک های مذاب آن به دست می آید.

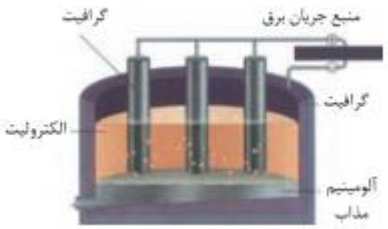
سنگ معدن آلومینیم در طبیعت ، بوکسیت است که همان $Al_2O_3$ به همراه ناخالصی می باشد.

در صنعت ، آلومینیم را از طریق فرایند هال بدست می آورند.

## فرایند هال :

در صنعت ، آلومینیم را از برقکافت الکترولیتی حاوی $Al_2O_3$ مذاب به دست می آورند که به فرایند هال معروف است.

فرایند هال در سلول الکترولیتی ویژه ای همانند شکل روبه رو انجام می شود که آند و کاتد آن هر دو از جنس گرافیت هستند. در این سلول ، ظرف (دیواره + کف) از جنس گرافیت بوده و کاتد (قطب منفی) سلول محسوب می شود. در حالیکه تیغه های گرافیتی بالای سلول الکترولیتی ، نقش آند (قطب مثبت) را دارند.



الکترولیت مورد استفاده در این سلول حاوی آلومینیم اکسید ($Al_2O_3$) مذاب است.

در این فرایند ، $Al^{3+}$ مذاب به سمت ظرف گرافیتی رفته و در کاتد دیم واکنش مقابل رخ می دهد :

در کاتد: $Al^{3+}(l) + 3e^- \rightarrow Al(l)$

از آنجا که چگالی آلومینیم مذاب به دست آمده بیشتر از چگالی الکترولیت موجود در سلول است ، بنابراین آلومینیم مذاب در ته ظرف برقکافت جمع می شود و از طریق لولهٔ تعبیه شده در پایین سلول خارج می شود.

در آند این سلول و در اطراف تیغه های گرافیتی نیز دیم واکنش مقابل انجام می شود.

در آند : $2O^{2-}(l) \rightarrow O_2(g) + 4e^-$

**تذکر :** فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی ، هزینه ی بالایی در بردارد ، به همین دلیل ، گاهی فلزهای آلومینیم را بازیافت می کنند تا هزینه تولید Al کاهش یابد به عنوان مثال تولید قوطی های آلومینیومی از قوطی های کهنه ، تنها به ۷% انرژی مصرفی برای تهیه ی همان تعدادقوطی از فرایند هال ، نیاز دارد.

کدام یک از مطالب زیر ، درست است؟

۱ آلومینیم فلز فعالی است که به سرعت در هوا اکسید شده و خورده می شود.

۲ پتانسیل کاهشی آلومینیم همانند سایر فلزها ، منفی است.

۳ در سلول هال ، آلومینیم تولید شده به حالت مذاب است و از الکترولیت سنگین تر است.

۴ در سلول هال ، یون $O^{2-}$ در آند به $O_2$ تبدیل شده و سپس اکسیژن حاصل ، در کاتد به $CO_2$ تبدیل می شود.

کدام یک از مطالب زیر ، در مورد فرایند هال درست است؟

۱ از برقکافت هر مول آلومینیم اکسید ، ۳/۵ مول فراورده به دست می آید.

۲ گاز حاصل از این فرایند در تولید صنعتی متانول به کار می رود.

۳ چگالی فرارورده اصلی کم تر از الکترولیت سلول است.

۴ آند و کاتد به کار رفته در سلول گالوانی این فرایند از جنس گرافیت است.

مجموع ضرایب مولی مواد شرکت کننده در واکنش کلی سلول هال با مجموع ضرایب مولی مواد شرکت کننده در کدام یک از واکنش های زیر برابر است؟

۱ تخمیر بی هوازی گلوکز

۲ واکنش میان محلول های فسفریک اسید و کلسیم هیدروکسید

۳ واکنش ترمیت

۴ سوختن کامل اتانول

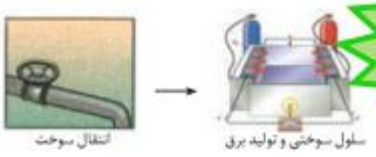
## روش های تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی :

## استفاده از نیروگاه

انرژی الکتریکی ← انرژی مکانیکی ← انرژی گرمایی ← انرژی شیمیایی

## استفاده از سلول های سوختی

بازده بالاتر




انرژی الکتریکی ← انرژی شیمیایی

## باتری ها :

**باتری ها در شکل ، اندازه و کارایی با یکدیگر تفاوت آشکاری دارند ، اما در همه آن ها با انجام شدن نیم واکنش های آندی و کاتدی ، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می شود.**

**۱. لیتیم در میان فلزها ، کم ترین چگالی را دارد ، به همین دلیل باتری های لیتیمی سبک تر و کوچک تر هستند.**

**۲. لیتیم در میان فلزها ، کم ترین $E^\circ$ (منفی ترین) را دارد ، در واقع لیتیم قوی ترین کاهنده در جدول $E^\circ$ عناصر است ، به همین دلیل توانایی ذخیره انرژی باتری های لیتیمی نسبت به باتری های دیگر ، بیشتر است.**

**برخی باتری های لیتیمی مثل باتری های دگمه ای که در ساعت ها استفاده می شوند قابل شارژ نیستند.**

**برخی باتری های لیتیمی مثل باتری های تلفن و رایانه همراه را می توان بارها و بارها شارژ کرد.**

**توجه کنید که در همه ی باتری های دگمه ای ، لیتیمی نیستند به عنوان مثال در باتری های روی –نقره واکنش زیر انجام می شود :**

$$Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$$

## بازیافت باتری ها :

**سالانه میلیاردها تن باتری لیتیمی درون دستگاه های الکترونیک در سرتاسر جهان استفاده می شود و سرانجام این دستگاه ها به همراه باتری های درون خود به شکل پسماند دور ریخته می شوند ؛**

**۱. این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون ، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند ، زیرا محیط زیست را آلوده می کنند.**

**۲. برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران قیمت منبعی برای بازیافت این مواد هستند.**

کدام گزینه مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی را در نیروگاه ها از راست به چپ ، به درستی نشان می دهد؟

۱ انتقال سوخت – تبخیر سوخت – سوزاندن بخار – راه اندازی توربین – تولید برق – انتقال برق

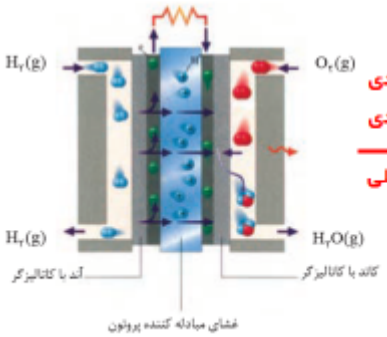
۲ انتقال سوخت – راه اندازی توربین – تبخیر سوخت – سوزاندن بخار – تولید برق – انتقال برق

۳ انتقال سوخت – سوزاندن سوخت – تولید بخار – راه اندازی توربین – تولید برق – انتقال برق

۴ انتقال سوخت – راه اندازی توربین – سوزاندن سوخت – تولید بخار – تولید برق – انتقال برق

## سلول سوختی :

**سلول سوختی ساختاری همانند سلول های گالوانی دارد. در رایج ترین سلول سوختی ، گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.**




نیم واکنش آندی: $2H_2(g) \rightarrow 4H^+(aq) + 4e^-$

نیم واکنش کاتدی: $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2OH^-(aq) + H_2(g)$

واکنش کلی: $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$


@mohandes_aref_rabieyan

پتانسیل کاهشی استاندارد هیدروژن برابر صفر است ، بنابراین emf سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن ، برابر پتانسیل کاهشی نیم واکنش کاتدی آن است.

$$\text{emf یا } E^\circ \text{ (سلول سوختی)} = E^\circ \text{ (کاتد)} - E^\circ \text{ (آند)} = 1/2 - 0 = 1/2\ V$$

بازده سلول های سوختی را می توان به کمک رابطه زیر بدست آورد:

$$\text{بازده سلول سوختی} = \frac{\text{ولتاژ عملی}}{emf} \times 100$$

آگر در عمل ، ولتاژ سنج نیروی الکتروموتوری یک سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن را ۰/۳۶ V نشان دهد ، بازده این سلول چند درصد است؟

پاسخ: ۳۰ درصد

در سلول سوختی هیدروژنی ، مجموع ضرایب اجزای نیم واکنش موازنه شده در کاتد (با کوچک ترین اعداد صحیح ممکن) کدام است؟

۱) ۷

۲) ۹

۳) ۱۱

۴) ۱۴

کدام یک از مطالب زیر در مورد سلول سوختی نادرست است؟

۱) سلول سوخت ساختاری همانند سلول گالوانی دارد.

۲) در رایج ترین سلول سوختی ، گاز $H_2$ با $O_2$ به صورت کنترل شده واکنش می دهد و بخش قابل توجهی از انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود.

۳) هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد که شامل یک غشاء ، الکترود آند و الکترود کاتد است.

۴) آند و کاتد سلول دارای کاتالیزگرهایی هستند که نیم واکنش اکسایش و نیم واکنش کاهش را سرعت می بخشند.

سلول ..... ، ..... سلول ..... از نوع الکترولیتی است.

۱) آبکاری – برخلاف – هال

۲) آبکاری – همانند – سوختی

۳) دانز – برخلاف – سوختی

۴) سوختی – برخلاف – آبکاری