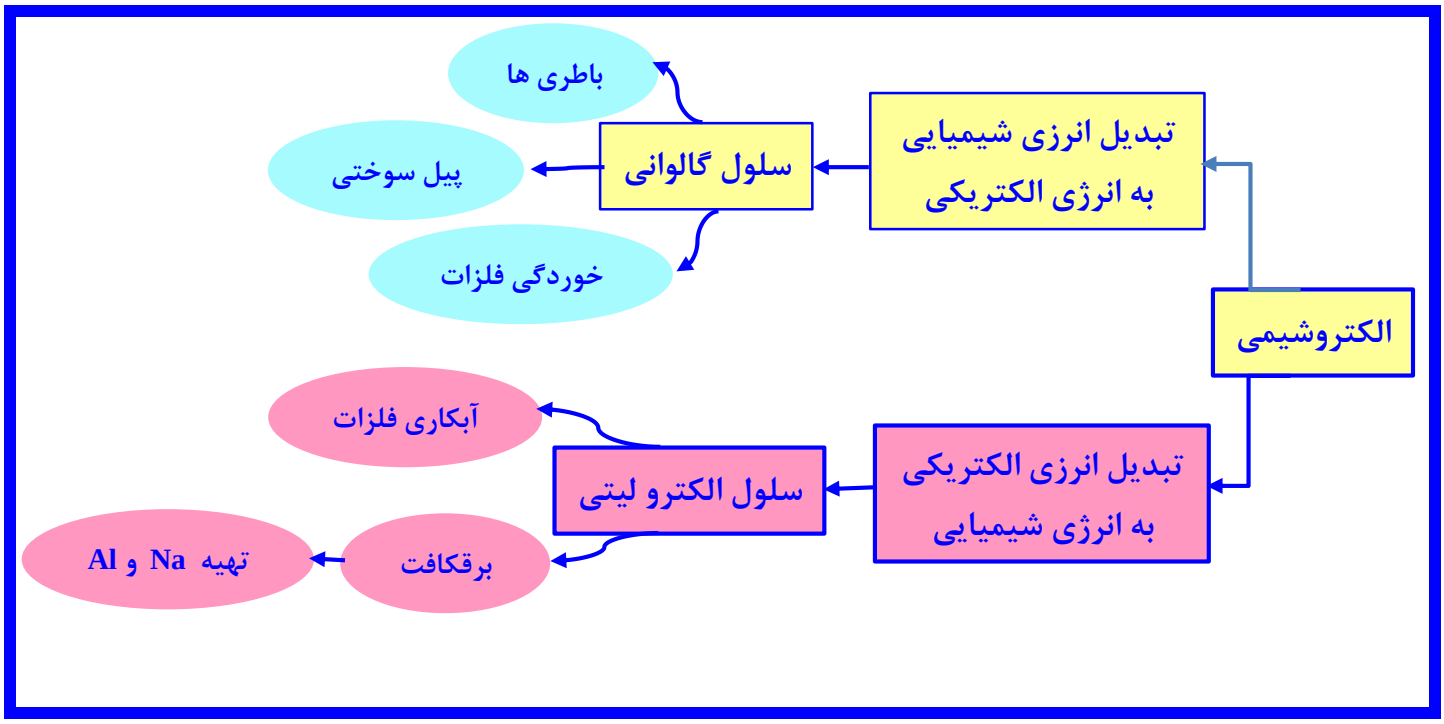
فصل ۲ آسایش و رفاه در سایه شیمی



هُوَ الَّذِی یُرِیکُمُ الْبَرْقَ خَوْفًا وَ طَمَعًا... (سورهٔ رعد، آیهٔ ۱۲)

اوست که برق را به شما نشان می‌دهد که هم مایه ترس و هم مایه امید است.

پدیده‌های طبیعی همچون تندر و آذرخش نشان می‌دهند که انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط پیرامون جاری شود. پدیده‌هایی از این دست که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می‌گیرند سبب شد تا تلاش برای شناسایی واکنش‌های شامل داد و ستد الکترون به شکل هدفمند دنبال شود. واکنش‌هایی که مبنای تولید انرژی الکتریکی هستند. تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان دستاوردی از دانش الکتروشیمی است که در سایه فناوری‌های پیشرفته، افزایش سطح رفاه و آسایش را در جهان به دنبال داشته است. الکتروشیمی افزون بر تهیه مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی می‌تواند در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد.

رشد دانش و پیشرفت فناوری، انجام فعالیت‌های فردی، اقتصادی، صنعتی و... را آسان‌تر کرده و افزایش سطح رفاه و آسایش را به دنبال داشته است. تأمین روشنایی، گرمایش و سرمایش آسان‌تر، حمل و نقل سریع‌تر و ایمن‌تر، درمان و کاهش اثر نقص عضو و انتقال ایمن آب آشامیدنی نیم رخی از افزایش سطح رفاه و آسایش را نشان می‌دهند (شکل ۱).

آ) اتاق باتری ب) سمعک پ) قطار برقی

شکل ۱ـ نمونه‌هایی از فناوری که نقش الکتروشیمی را در آسایش و رفاه نشان می‌دهند.

دو رکن اساسی تحقق این فناوری‌ها، دستیابی به مواد مناسب و تأمین انرژی است. می‌دانید که پرکاربردترین شکل انرژی در به‌کارگیری این فناوری‌ها انرژی الکتریکی است. **الکتروشیمی**[1] شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد (شکل ۲).

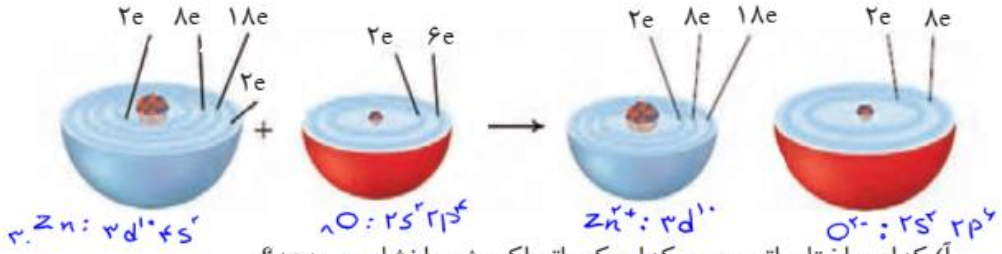
آ) تأمین انرژی (باتری‌ها، سلول سوختی و سوخت آنها) ب) تولید مواد (مانند برقکافت و آبکاری) پ) اندازه‌گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فراورده)

شکل ۲ـ برخی قلمروهای الکتروشیمی

باتری یکی از فراورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند. برای نمونه تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم‌کننده ضربان قلب، سمعک، تلفن همراه، اندام مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه قابل حمل و خودروی الکتریکی به باتری وابسته است (شکل ۳).

با هم بیندیشیم

اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می‌دهد و آنها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند، درحالی‌که با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی‌دهد. شکل زیر الگوی ساده‌ای از واکنش بین اتم‌های روی و اکسیژن را با ساختار لایه‌ای اتم نشان می‌دهد.



آ) کدام ساختار، اتم روی و کدام یک، اتم اکسیژن را نشان می‌دهد؟

ب) کدام اتم الکترون از دست داده و کدام الکترون گرفته است؟

پ) اگر گرفتن الکترون را **کاهش**[1] و از دست دادن الکترون را **اکسایش**[2] بنامیم، کدام گونه کاهش و کدام اکسایش یافته است؟

ت) شیمی‌دان‌ها هریک از فرایندهای گرفتن و از دست دادن الکترون را با یک **نیم‌واکنش**[3] نمایش می‌دهند که هر نیم‌واکنش باید از لحاظ جرم (اتم‌ها) و بار الکتریکی موازنه باشد.

اینک با قرار دادن شمار معینی الکترون، هریک از نیم‌واکنش‌های زیر را موازنه کنید.

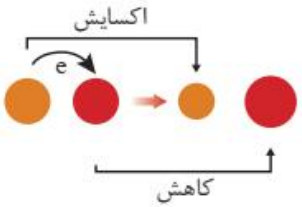
$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(s) + ...$ Oxidation

$O_2(g) + ... \rightarrow 2O^{2-}(s)$ Reduction

ث) کدام یک از نیم‌واکنش‌های بالا، نیم‌واکنش اکسایش و کدام یک نیم‌واکنش کاهش را نشان می‌دهد؟چرا؟

ج) ماده‌ای که با گرفتن الکترون سبب اکسایش گونهٔ دیگر می‌شود، **اکسنده**[4] و ماده‌ای که با دادن الکترون سبب کاهش گونهٔ دیگر می‌شود، **کاهنده**[5] نام دارد. در واکنش روی با اکسیژن، گونهٔ اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

دریافتید که در واکنش‌های اکسایش-کاهش، گونه‌های شیمیایی الکترون داد و ستد می‌کنند به‌طوری که برخی گونه‌ها با ازدست دادن الکترون اکسایش می‌یابند و در مقابل، برخی گونه‌ها با گرفتن الکترون کاهش می‌یابند.



- اکسایش: از دست دادن الکترون
- کاهش: به دست آوردن الکترون

- 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. از این رو فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند.

فلزها ← اغلب کاهنده
نافلزها ← اغلب اکسنده

جمع بندی: گونه‌ای که e می‌دهد/اکسایش یافته/کاهنده یا e دهنده است
گونه‌ای که e می‌گیرد/کاهش یافته/اکسنده یا e گیرنده است

$Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$

برای نمونه هرگاه تیغه‌ای از جنس روی درون محلول مس (II) سولفات آبی رنگ قرار گیرد، به‌تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می‌شود. این تغییر رنگ نشان‌دهنده انجام واکنش شیمیایی زیر است:

(SO_4^{2-} یون ، یون تماشاگر است)

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

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

$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e \xrightarrow{Red} Cu_{(s)}$

در این واکنش اتم‌های روی (Zn) هر یک با از دست دادن دو الکترون به یون‌های روی (Zn^{2+}) اکسایش یافته و هم‌زمان با آن، هر یون مس (Cu^{2+}) با دریافت همان دو الکترون به اتم مس (Cu) کاهش می‌یابد. در واکنش‌هایی از این دست، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند (شکل ۵).

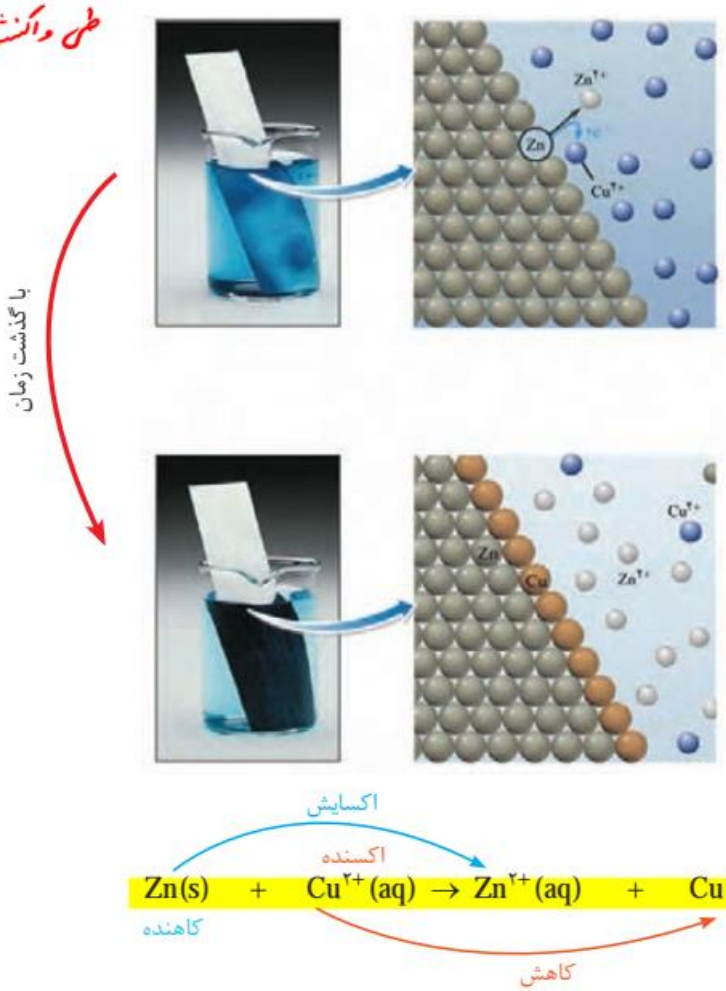
طی واکنش فوق:

$mol\ Zn \downarrow$

$[Zn^{2+}] \uparrow$

$mol\ Zn^{2+} \uparrow$

$[Zn]$ = ثابت



شکل ۵ـ واکنش فلز روی با یون‌های مس (II)

$A^- \xrightarrow{OX} A^{2+}$

$B^{2+} \xrightarrow{Red} B^+$

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت 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.

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

$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$

خود را بیازمایید

۱ـ اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می کنند. با توجه به این شکل که نمایی از این واکنش را نشان می‌دهد، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

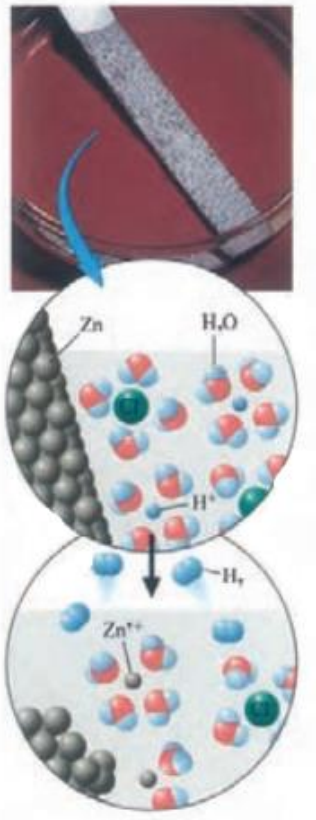
آ) کدام گونه اکسایش و کدام گونه کاهش یافته است؟ چرا؟

ب) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید و موازنه کنید.

پ) نیم‌واکنش‌ها را با هم جمع کنید تا با حذف الکترون‌ها، معادله واکنش به‌دست آید.

ت) با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت داده شده را کامل کنید.

در این واکنش، اتم‌های روی الکترون {از دست می‌دهند / به دست می‌آورند} و {کاهش / اکسایش} می‌یابند و سبب {کاهش / اکسایش} یون‌های هیدروژن می‌شوند، از این رو اتم‌های روی نقش {اکسنده / کاهنده} دارند. در حالی که یون‌های هیدروژن، الکترون {از دست می‌دهند / به دست می‌آورند} و {کاهش / اکسایش} می‌یابند و سبب {کاهش / اکسایش} اتم‌های روی می‌شوند، از این رو یون‌های هیدروژن نقش {اکسنده / کاهنده} دارند.



● واکنش فلز روی با محلول هیدروکلریک‌اسید.

۲ـ در هریک از واکنش‌های زیر، گونه‌های اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

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

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

پ) $Zn(s) + 2V^{3+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2V^{2+}(aq)$

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

$2H^+_{(aq)} + 2e \longrightarrow H_{2(g)}$

$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+} + H_{2(g)}$

گونهٔ کاهنده: گونه‌ای است که الکترون از دست می‌دهد، عدد اکسایش آن بالا می‌رود، بنابراین اکسایش یافته و موجب کاهش گونه‌ی مقابل می‌شود پس گونهٔ کاهنده است.

اکسایش می‌یابد = عدد اکسایش آن بالا می‌رود ≅ الکترون(e^-) از دست می‌دهد : گونهٔ کاهنده

گونهٔ اکسنده: گونه‌ای است که الکترون می‌گیرد، عدد اکسایش آن پایین می‌آید، بنابراین کاهش یافته و موجب اکسایش گونه‌ی مقابل می‌شود پس گونهٔ اکسنده است.

کاهش می‌یابد = عدد اکسایش آن پایین می‌آید ≅ الکترون(e^-) می‌گیرد : گونهٔ اکسنده

عـــدد اکـــسایـــش

عدد اکسایش؛ صفر، عدد منفی یا مثبتی است که با فرض یونی بودن همه پیوندها بر روی اتم ها ظاهر می شود.

الکترونگاتیوی؛ تمایل به جذب الکترون از سوی هریک از اتم های شرکت کننده در پیوند را گویند.

الکترونگاتیوی : $F > O > N > Cl > Br > I , S , C > H$

I) تعیین عدد اکسایش از روی ساختار لویس:

۱) ابتدا ساختار لویس گونه را رسم می کنیم

۲) الکترون های پیوندی را به اتمی که خاصیت نافلزی (الکترونگاتیوی) بیشتر دارد، نسبت می دهیم.

۳) الکترون های ناپیوندی را به اتمی نسبت می دهیم که روی آن قرار دارد.

۴) از روی فرمول زیر عدد اکسایش محاسبه می شود.

تعداد الکترون موجود ــ تعداد الکترون ظرفیت = عدد اکسایش

SO_2 :

SO_3 :

OF_2 :

H_2O_2 :

PO_4^{3-} :

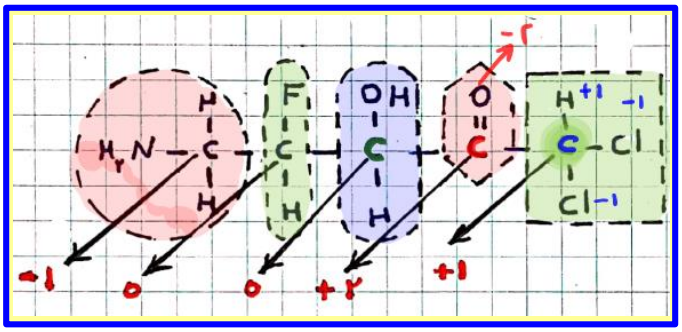
CH_2F_2 :

CH_3CH_2OH :

CH_3OH :

$C_6H_5 - COOH$

نکته: برای محاسبه عدد اکسایش کربن در ترکیب های پیچیده، هر کربن با اتم های غیر کربن مجاور را به عنوان یک واحدی انتخاب می کنیم که مجموع اعداد اکسایش آن واحد صفر است



نـکات تعیین عـدد اکـسایـش

۱- حاصل جمع عدد اکسایش مولکول ها صفر و در یون ها برابر بار یون است.

۲- عدد اکسایش عناصر در حالت آزاد عنصری صفر است. $Na = 0 \ , N_2 \ , F_2 \ , P_4$

۳- عدد اکسایش F در همه ترکیبات برابر ۱- است.

۴- عدد اکسایش اکسیژن اغلب ۲- ، در پراکسیدها ۱- ودر ترکیب با فلوئور مثبت است.

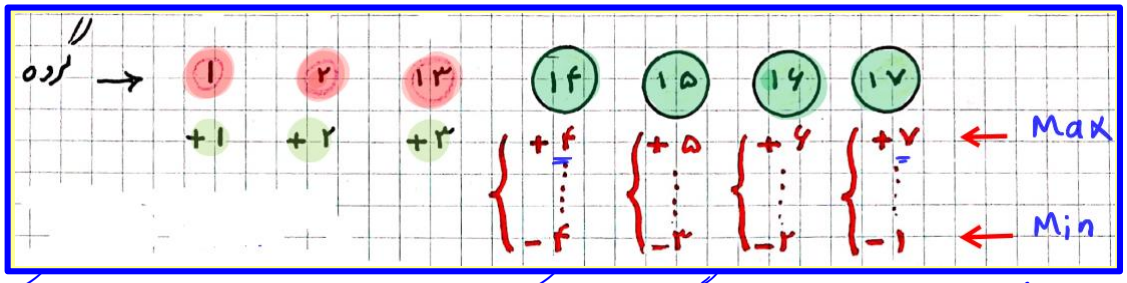
$H_2O_2 \rightarrow -1 \qquad OF_2 \rightarrow +2 \qquad O_2F_2 \rightarrow +1 \qquad CO_2^{2-} \rightarrow -2$

۵- عدد اکسایش H در ترکیب های یونی (باغلزات) ۱- و ترکیب های کووالانسی (با نافلزها) ۱+ است.

$C_2H_6 \rightarrow +1 \qquad H_2O \rightarrow +1 \qquad NaH \rightarrow -1$

۶- عدد اکسایش یون ها برابر بار آنها است. $Fe^{3+} \rightarrow +3 \qquad S^{2-} \rightarrow -2$

۷- ماکزیمم عدد اکسایش هر عنصر، شماره گروه آن عنصر است.



* توجه !!! اکسیژن و فلوئور برخلاف عنصرهای هم گروه خود عدد اکسایش محدودی دارند و شرایط بیشترین عدد اکسایش را ندارند. $F \rightarrow 0 \ , -1 \qquad O \rightarrow 0 \ , -1 \ , -2 \ , +2 \ , +1$

* برای عدد اکسایش عنصری در یک ترکیب یونی، می توان، آنیون و کاتیون ترکیب را از هم جدا کرد.

$FeSO_3 \rightarrow Fe^{2+} \ \text{و} \ SO_3^{2-} \rightarrow$

اگر عدد اکسایش S در SO_3^{2-} برابر ۴+ است قطعا داخل $FeSO_3$ نیز ۴+ است.

* در برخی ترکیب ها یک عنصر می تواند دو نوع عدد اکسایش داشته باشد.

NH_4NO_3:

$(NH_4)_2Cr_2O_7$:

سـوال۱: در معادله‌ی موازنه شده‌ی 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؟

ریاضی خارج ۱۴۰۰

۱) ۳, ۷

۲) ۱۲, ۷

۳) ۳, ۹

۴) ۱۲, ۹

سـوال۲: با توجه به واکنش داده شده، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ تجربی داخل ۱۴۰۰

$$۶I^-(aq)+۲MnO_۴^-(aq)+۴H_۲O(l) \longrightarrow ۲MnO_۲(s)+۳I_۲(s)+۸OH^-(aq)$$

* 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 گونه 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

سـوال۳: درچند تبدیل زیر عدد اکسایش فلز کاهش می یابد؟ تجربی داخل ۱۴۰۰

* $SnO_۲ \longrightarrow SnO_۳^{۲-}$
* $MnO_۴^- \longrightarrow MnO_۴^{۲-}$
* $CrO_۴^{۲-} \longrightarrow CrO_۳$
* $Cr_۲O_۷^{۲-} \longrightarrow CrO_۴^{۲-}$
* $Cu(OH)_۲ \longrightarrow CuO$
* $MnO_۲ \longrightarrow Mn^{۲+}$

۱) دو ۲) سه ۳) چهار ۴) پنج

سوال۴: نسبت مجموع تغییر عدد اکسایش اتم های کربن در سوختن کامل یک مول نفتالن، به مجموع عدد اکسایش اتم های کربن در مولکول نفتالن، کدام است؟ ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳

۱) ۶- ۲) ۳- ۳) ۴- ۴) ۱۲-

موازنه واکنش های اکسایش ـ کاهش

درموازنه واکنش های اکسایش و کاهش، تغییر عدد اکسایش هر اتم را در اندیس مربوط به همان اتم (سمت چپ معادله واکنش) ضرب می کنیم و به عنوان ضریب گونه مجاور قرار می دهیم و سپس موازنه را به روش وارسی پیش می بریم، توجه کنید واکنش از لحاظ جرم و بارالکتریکی باید موازنه باشد.

توجه!!! اگر سمت راست معادله واکنش، عنصری با بیش از یک نوع عدد اکسایش وجود داشته باشد، معادله واکنش را از سمت راست موازنه می کنیم.

سـوال۵: واکنش های اکسایش و کاهش زیر را موازنه کنید.

۱) $Cr^{۲+} + Sn^{۲+} \longrightarrow Cr^{۳+} + Sn$

۲) $Al_۲O_۳ + C \longrightarrow Al + CO_۲$

۳) $HNO_۳ + P_۴ \longrightarrow H_۳PO_۴ + NO_۲ + H_۲O$ (تجربی- آزمون مجدد - ۱۴۰۱)

۴) $NaCl + MnO_۲ + H_۲SO_۴ \longrightarrow NaHSO_۴ + MnSO_۴ + H_۲O + Cl_۲$ (تجربی داخل ۱۴۰۲)

۵) $MnO_۴^- + I^- + H^+ \longrightarrow Mn^{۲+} + I_۲ + H_۲O$

۶) $I_۲ + ClO_۳^- + H_۲O \longrightarrow IO_۳^- + Cl^- + H^+$

۷) $N_۲O_۴ + NH_۳ \longrightarrow NO + H_۲O$

سـوال۶: با توجه به واکنش داده‌شده، پس از موازنهٔ معادلهٔ آن، کدام مورد، نادرست است؟

$$KO_2(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)\rightarrow KHCO_3(s)+O_2(g)$$

۱) عدد اکسایش اتم‌های کربن، در مجموع، ۳۲ واحد تغییر کرده است.

۲) تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، برابر ۳ است.

۳) نسبت شمار مولکول(های) چند اتمی واکنش، به شمار آنیون(های) چنداتمی فراورده، برابر ۱/۵ است.

۴) جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن، ۴ برابر جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن است.

سـوال۶: با توجه به پتانسیل کاهشی استاندارد نیم‌سلول‌های داده شده، کدام مورد درست است؟

$$E^\circ(Fe^{2+}/Fe)=-0/41\,V \quad , \quad E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+})=+0/77\,V \quad , \quad E^\circ(Br_2/2Br^-)=+1/09\,V$$

$$E^\circ(Fe^{3+}/Fe)=-0/04\,V \quad , \quad E^\circ(Cl_2/2Cl^-)=+1/35\,V \quad , \quad E^\circ(I_2/2I^-)=+0/54\,V$$

۱) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش: $Fe^{3+}(aq)+Fe(s)\rightarrow Fe^{2+}(aq)$، پس از موازنهٔ معادلهٔ آن برابر ۶ است و به‌طور طبیعی انجام می‌شود.

۲) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش: $Fe^{2+}(aq)+I_2(s)\rightarrow FeI_2(aq)$، پس از موازنهٔ معادلهٔ آن، برابر ۷ است و به‌طور طبیعی انجام می‌شود.

۳) ید، برم و محلول آهن (II) کلرید را می‌توان در ظرفی از جنس آهن نگهداری کرد.

۴) قدرت کاهندگی یون یدید، کمتر از قدرت کاهندگی فلز آهن و یون برمید است.

جاری شدن انرژی با سفر الکترون

در برخی واکنش‌های اکسایش ـ کاهش افزون بر داد و ستد الکترون، انرژی نیز آزاد می‌شود. در شیمی ۱ دیدید که فلزهایی مانند منیزیم و سدیم در اکسیژن می‌سوزند، نور و گرما تولید می‌کنند.

همچنین از واکنش میان فلزهایی مانند روی، آهن و آلومینیم با محلول مس (II) سولفات گرما آزاد می‌شود. شکل ۶، واکنش بین فلز آلومینیم با محلول مس (II) سولفات را همراه با معادله شیمیایی آن نشان می‌دهد.

واکنش الیاف آهن با محلول مس(II) سولفات.

$Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$

$$2Al(s) + 3Cu^{2+}(aq) \longrightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Cu(s)$$

شکل ۶ـ هنگامی که Al(s) درون $CuSO_4(aq)$ قرار گیرد، بر اثر واکنش اکسایش ـ کاهش، دمای محلول افزایش می‌یابد.

در واکنش بالا هر اتم آلومینیم سه الکترون از دست می‌دهد و اکسایش می‌یابد در حالی که هر یون مس دو الکترون می‌گیرد و کاهش می‌یابد. با این توصیف بر اساس معادله موازنه شده واکنش، چند الکترون میان اتم‌های آلومینیم و یون‌های مس داد و ستد می‌شود؟

خود را بیازمایید

جدول زیر داده‌هایی را از قرار دادن برخی تیغه‌های فلزی درون محلول مس (II) سولفات در دمای ۲۰°C نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

نام فلز	نشانه شیمیایی فلز	دمای مخلوط واکنش پس از مدتی (°C)
آهن	Fe	۲۳
طلا	Au	۲۰
روی	Zn	۲۶
مس	Cu	۲۰

با Cu^{2+} واکنش نمی‌دهد

با کاتیون خودش واکنش نمی‌دهد

$Cu + Zn^{2+} \rightarrow$ no

تیغه مس در محلول روی سولفات پس از مدت طولانی تغییری نمی‌کند.

آ) تغییر دمای مخلوط واکنش نشان‌دهنده چیست؟

ب) هریک از واکنش‌های زیر را کامل کرده سپس گونه‌های کاهنده و اکسنده را مشخص کنید.

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

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

پ) با توجه به تغییر دمای هر سامانه، کدام فلز تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون دارد؟ چرا؟

ت) فلزهای Au، Fe، Zn و Cu را بر اساس قدرت کاهندگی مرتب کنید.

ث) پیش‌بینی کنید هرگاه تیغه مس درون محلول روی‌سولفات قرار گیرد، آیا واکنشی انجام می‌شود؟ چرا؟

کاهندگی: $Al > Zn > Fe > Cu > Au$

$Fe + Cu^{2+} \rightarrow$ ✓ $\quad Au + Cu^{2+} \rightarrow$ ×

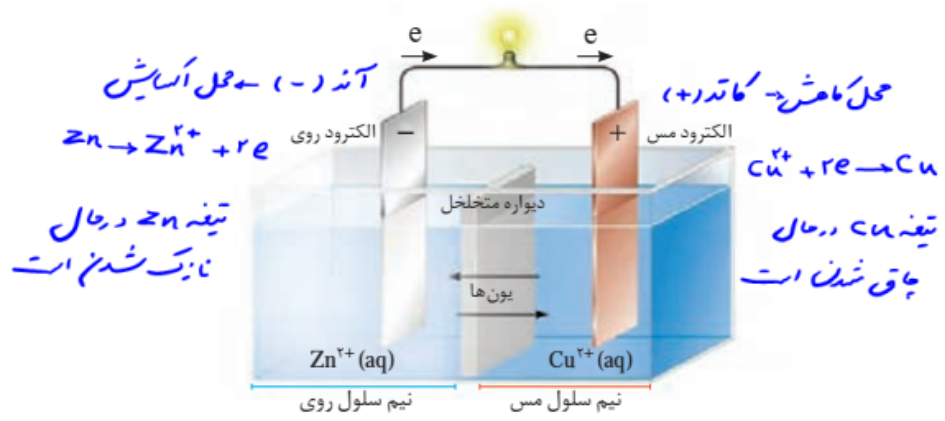
آموختید که تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در محلول‌های آبی یکسان نیست. به دیگر سخن فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند. برای نمونه فلز روی کاهنده‌تر از مس است. با این توصیف در یک واکنش اکسایش ـ کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد، می‌تواند با برخی کاتیون‌های فلزی واکنش دهد و آنها را به اتم‌های فلزی بکاهد.

در واکنش‌هایی از این دست، مخلوط واکنش گرم‌تر می‌شود زیرا سامانهٔ واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد. به نظر شما آیا می‌توان این واکنش‌ها را به گونه‌ای انجام داد تا همراه با تولید گرما، از الکترون‌های داد و ستد شده برای ایجاد جریان الکتریکی استفاده کرد؟

واکنش‌های شیمیایی و سفر هدایت شده الکترون‌ها

برای ایجاد جریان الکتریکی باید الکترون‌ها را از یک مسیر معین عبور داد یا از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا نمود. اگر به‌جای داد و ستد مستقیم الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده 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 ـ کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود. آیا می‌دانید برای دستیابی به این هدف چه تغییری باید در شرایط و چگونگی انجام یک واکنش اکسایش ـ کاهش صورت گیرد؟

شیمی‌دان‌ها در پژوهش‌ها دریافتند که هرگاه تیغه روی درون محلولی از روی سولفات (نیم سلول روی) و تیغه مس درون محلولی از مس (II) سولفات (نیم سلول مس)قرار گیرد و نیم‌سلول‌ها همانند شکل زیر به یکدیگر وصل شوند، الکترون‌ها در مدار بیرونی جابه‌جا شده و جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. جریانی که سبب روشن شدن لامپ خواهد شد. نتایج حاصل از چنین پژوهش‌هایی منجر به ساخت **سلول گالوانی**[1] شد (شکل ۷).



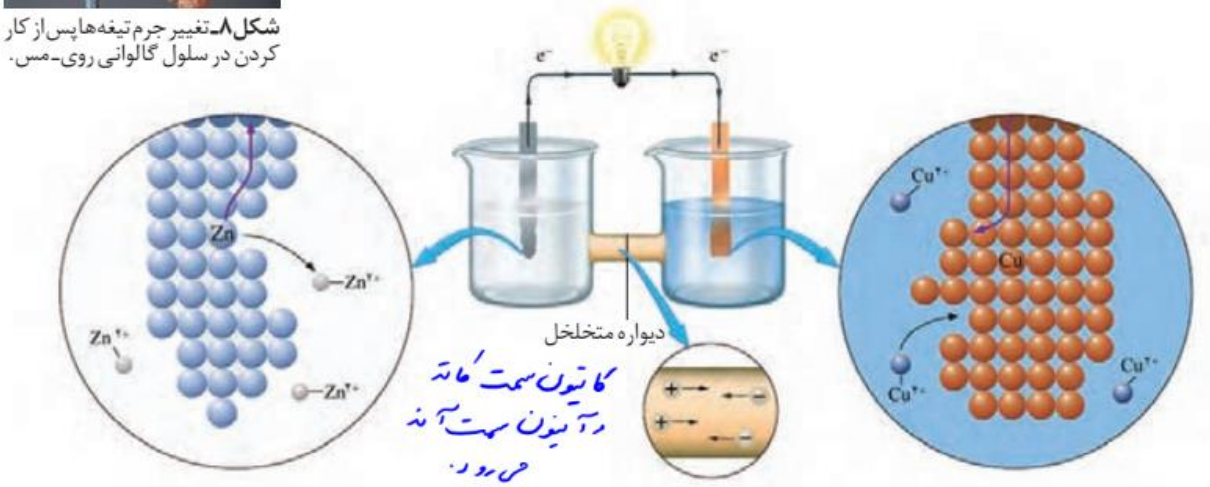
شکل ۷ـ نمایی از سلول گالوانی Zn_Cu

اگر پس از انجام واکنش، تیغه‌های روی و مس را از سلول گالوانی جدا کنید، خواهید دید که از جرم تیغه روی کاسته شده و بر جرم تیغه مس افزوده شده است (شکل ۸).

شکل ۸ـ تغییر جرم تیغه‌ها پس از کار کردن در سلول گالوانی روی ـ مس.

با هم بیندیشیم

شکل زیر نمای ذره‌ای از سلول گالوانی روی ـ مس (Zn ـ Cu) را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

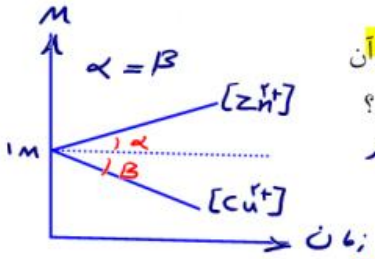


آ) نیم‌واکنش‌های انجام شده در هر نیم سلول و واکنش کلی سلول را بنویسید.

ب) **آند**[1] الکترودی است که در آن نیم‌واکنش اکسایش و **کاتد**[2] الکترودی است که در آن نیم‌واکنش کاهش رخ می‌دهد. با این توصیف، کدام الکترود نقش آند و کدام نقش کاتد را دارد؟

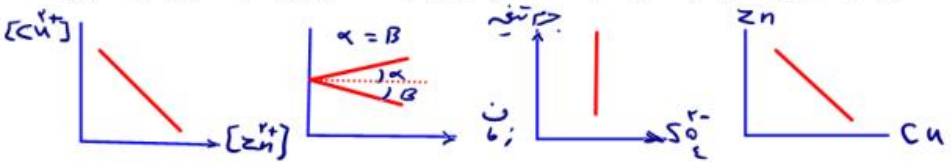
پ) در مدار بیرونی، حرکت الکترون‌ها در چه جهتی است؟ چرا؟

ت) توضیح دهید چرا پس از مدتی جرم تیغه روی کم و جرم تیغه مس زیاد شده است؟



آموختید که سلول گالوانی، دستگاهی است که می‌تواند بر اساس قدرت کاهندگی فلزها انرژی الکتریکی تولید کند. برای نمونه در سلول گالوانی روی ـ مس، نیم‌واکنش اکسایش در آند (الکترود روی) انجام می‌شود و هر اتم روی دو الکترون از دست می‌دهد و به شکل یون روی وارد محلول می‌شود. به دلیل تولید الکترون در این الکترود آن را با علامت منفی نشان می‌دهند. الکترون‌های تولید شده در سطح الکترود روی از طریق مدار بیرونی (سیم رابط) به سوی کاتد (الکترود مس) روانه می‌شوند. هر یون مس موجود در محلول، این دو الکترون را می‌گیرد و به شکل اتم مس بر سطح تیغه می‌نشیند. انتظار می‌رود با ادامه این روند به تدریج در محلول

- نیم‌واکنش اکسایش را نیم‌واکنش آندی و نیم‌واکنش کاهش را نیم‌واکنش کاتدی می‌نامند.

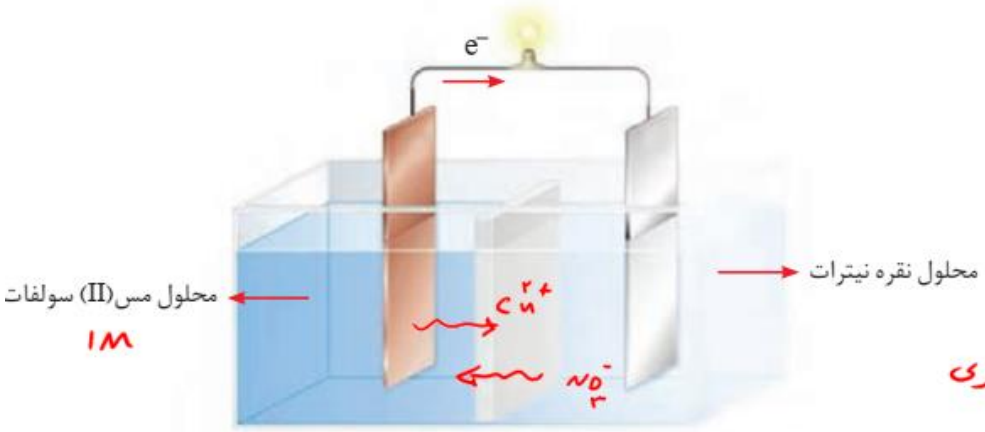


$[SO_4^{2-}] < [Zn^{2+}]$

پیرامون الکترود آند، غلظت کاتیون روی از آنیون‌ها بیشتر شده اما در محلول پیرامون الکترود کاتد، غلظت آنیون‌ها از کاتیون مس بیشتر شود. جالب اینکه در عمل هیچ‌گاه چنین پدیده‌ای رخ نمی‌دهد زیرا برای ادامه واکنش اکسایش ـ کاهش، محلول‌های موجود در هر دو ظرف باید از نظر بار الکتریکی خنثی بمانند. این مهم هنگامی امکان‌پذیر است که کاتیون‌ها از نیم‌سلول آند به کاتد و آنیون‌ها از نیم‌سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت کنند.

خود را بیازمایید

شکل زیر سلول گالوانی مس ـ نقره (Cu ـ Ag) را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



با توجه به ضریب استوکیومتری Cu^{2+} برابر Ag^+ است

آ) علامت الکترودهای مس و نقره را مشخص کنید.

ب) نیم‌واکنش‌های انجام شده در آند و کاتد را بنویسید.

پ) با انجام واکنش، جرم الکترودها چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

ت) جهت حرکت یون‌ها را از دیواره متخلخل مشخص کنید.

با ساختار و شیوه کار سلول گالوانی آشنا شدید. سلولی که به دلیل تولید انرژی الکتریکی، ویژگی‌های یک باتری را دارد. با اینکه هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد اما در آنها با تغییر هر یک از اجزای سلول، ولتاژ تغییر می‌کند. آیا می‌دانید این ولتاژ ناشی از چیست؟ چگونه می‌توان آن را اندازه‌گیری کرد؟

اگر در سلول گالوانی به‌جای لامپ، ولت‌سنج قرار گیرد، ولتاژی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول است. کمیتی که به **نیروی الکتروموتوری**[1] معروف است و با emf نمایش داده می‌شود. اینک می‌پرسید برای تعیین سهم هر یک از نیم‌سلول‌ها در ولتاژ سلول چه باید کرد؟

(SHE)

اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به‌طور جداگانه ممکن نیست و باید این کمیت به‌طور نسبی اندازه‌گیری شود. شیمی‌دان‌ها برای دستیابی به این هدف، نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به‌عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر گرفتند. در ادامه با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم سلول با SHE توانستند پتانسیل بسیاری از نیم‌سلول‌ها را اندازه‌گیری کرده و در جدولی ثبت کنند (جدول ۱). این اندازه‌گیری‌ها در دمای ۲۵°C، فشار ۱ atm و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت‌ها انجام شده است. در این شرایط پتانسیل اندازه‌گیری شده را **پتانسیل استاندارد**[۱] نیم‌سلول می‌نامند و با E° نمایش می‌دهند.

جدول ۱ـ پتانسیل کاهشی استاندارد برای برخی نیم‌سلول‌ها

نیم‌واکنش کاهش		E° (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
$Sn^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Sn(s)$	-۰/۱۴
$Fe^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Fe(s)$	-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
$Li^+(aq) + e^-$	$\rightarrow Li(s)$	-۳/۰۵

اکسنده قوی‌تر

کاهنده قوی‌تر

همان‌گونه که مشاهده می‌کنید در این جدول، نیم‌واکنش‌ها به شکل کاهش نوشته شده‌اند و این پیشنهاد آیوپاک برای هماهنگی در همه منابع علمی معتبر به‌کار می‌رود. در هر نیم‌واکنش، گونه کاهنده در سمت راست و گونه اکسنده در سمت چپ نوشته می‌شود. در این جدول علامت E° فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری از H_2 دارند، منفی و علامت E° فلزهایی که قدرت کاهندگی کمتری از H_2 دارند، مثبت است.

آیا می‌دانید

SHE شامل یک الکترود پلاتینی است که در محلولی با pH=۰ و دمای ۲۵°C قرار دارد و گاز هیدروژن با فشار ۱ atm از روی آن عبور داده می‌شود.

● رتبه‌بندی فلزها براساس E° آنها در یک جدول، **سری الکتروشیمیایی** نامیده می‌شود.

آیا می‌دانید

هر یک از نیم‌واکنش‌های جدول E°، می‌تواند بسته به شرایط انجام واکنش کلی، در جهت رفت یا برگشت پیش بروند.

خود را بیازمایید

با استفاده از جدول ۱ مشخص کنید در سلول گالوانی ساخته شده از نقره و منیزیم :

آ) کدام الکترود آند و کدام کاتد خواهد بود؟ چرا؟

ب) نیم‌واکنش‌های انجام شده را بنویسید و واکنش کلی سلول را به‌دست آورید.

پیوند با ریاضی

۱ـ با مراجعه به جدول ۱، هریک از جاهای خالی را پر کنید.

$E^\circ(Cu^{2+}/\dots) = + \cdots V$ $\qquad$ $E^\circ(\dots/Zn) = - \cdots V$

۲ـ در سلول گالوانی تشکیل شده از دو نیم‌سلول بالا مشخص کنید کدام یک نقش آند و کدام یک نقش کاتد را دارد؟

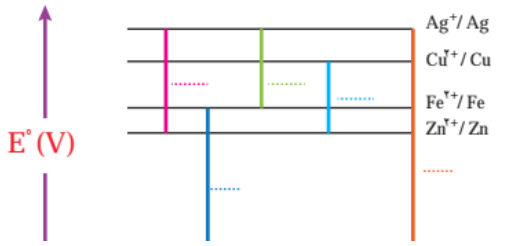
۳ـ شکل زیر سلول گالوانی استاندارد روی ـ مس را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

آ) emf این سلول را از روی شکل مشخص کنید.

ب) کدام رابطهٔ زیر برای محاسبه این کمیت به‌کار رفته است؟ توضیح دهید.

☐ $emf = E^\circ(\text{آند}) - E^\circ(\text{کاتد})$ $\qquad$ ☐ $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند})$

۴ـ در نمودار زیر هر خط رنگی نشان‌دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز را نشان می‌دهد. با توجه به جدول پتانسیل استاندارد به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) نخست برای هر سلول گالوانی، آند و کاتد را مشخص کرده سپس emf را حساب کنید و در جای خالی بنویسید.

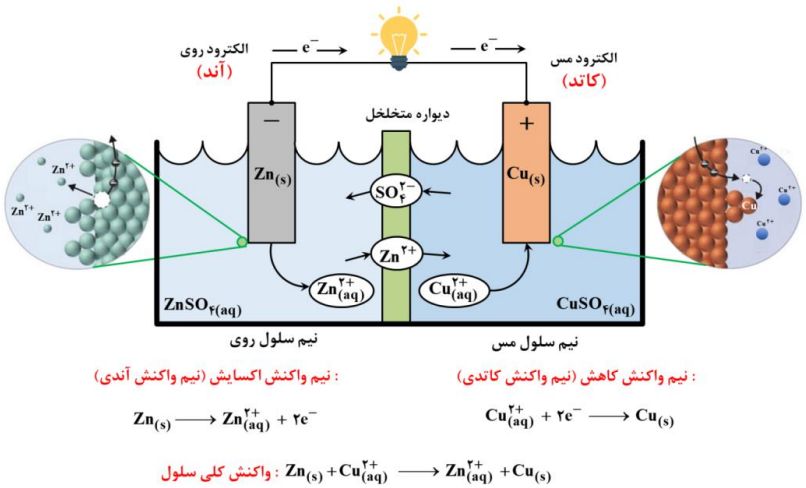
ب) اگر چند نیم سلول در اختیار داشته باشید و بخواهید از آنها یک سلول گالوانی با بیشترین ولتاژ بسازید، از کدام نیم‌سلول‌ها استفاده می کنید؟ چرا؟

۵ ـ با استفاده از جدول ۱، emf سلولی را حساب کنید که واکنش اکسایش ـ کاهش زیر در آن رخ می‌دهد.

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

همه سوالات از سلول گالوانی:

۱- با توجه به E_o دو الکترود، آند وکاتد، اکسنده و کاهنده را معلوم کنید.



۲- قطب مثبت و منفی را معلوم کنید.

۳- جهت جریان در مدار خارجی را توضیح دهید.

۴- جرم کدام تیغه کاهش و کدام تیغه افزایش می یابد؟

۵- نیمه واکنش کاهش و اکسایش را نوشته و واکنش کلی سلول را بدست آورید. یون ناظر را معرفی نمائید.

$$E_o \frac{Cu^{2+}}{Cu} = +0/34 \ , E_o \frac{Zn^{2+}}{Zn} = -0/76$$

۶- به ازای کاهش ۰/۰۱ مول از آند چند گرم به جرم کاتد افزوده می شود؟

۷- اگر $3/01 \times 10^{24}$ الکترون مبادله بشود چند گرم از جرم آند کاسته می شود؟

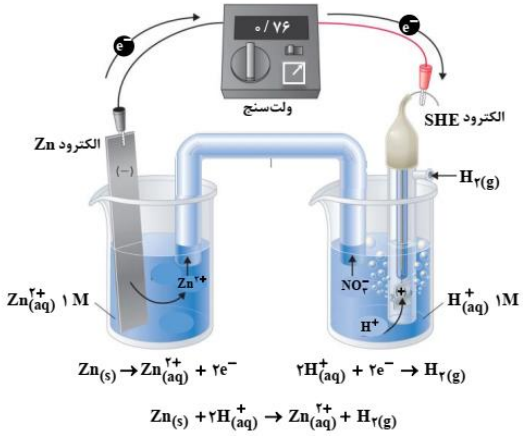
۸- E_o سلول را محاسبه کنید.

۹- تغییر غلظت آنیون ها و کاتیون ها در دوظرف چگونه خواهد بود و نقش دیواره متخلخل در سلول گالوانی چیست؟

۱۰- اگر جای تیغه Zn را با Ag عوض کنیم چه تغییری در عملکرد سلول بوجود می آید؟

۱۱- اگر بخواهیم با الکترود های Zn ، Ag ، Al و Cu بهترین سلول گالوانی را بسازیم کدام الکترود ها را انتخاب می کنید؟ چرا؟

باتوجه به شکل پاسخ دهید.



۱۲- با ذکر دلیل آند وکاتد و قطب مثبت و منفی را معلوم کنید.

۱۳-فرآورده کاتد و فرآورده آند چیست؟

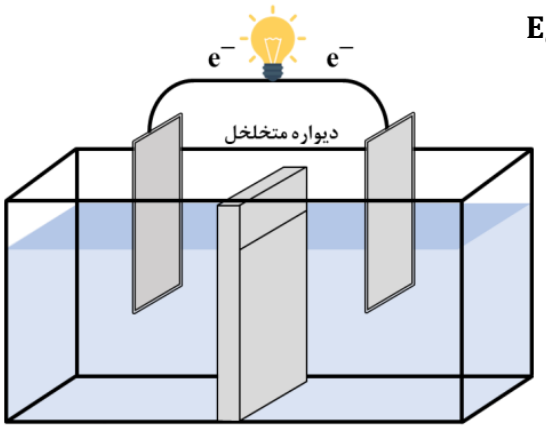
۱۴- نیمه واکنش آندی و کاتدی را نوشته واکنش کلی را بدست آورید.

۱۵-عدد نوشته شده بر روی ولت سنج چه معنی می دهد؟

۱۶- اگر به جای الکترود **Zn** از **Ag** استفاده می کردیم عدد ولت سنج و جهت جریان و واکنش کلی چه تغییراتی می کرد؟

۱۷- با توجه به سلول گالوانی (Mg - Ag) و E_o های داده شده ، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

$$E_o \frac{Cu^{2+}}{Cu} = +0/34 \, , E_o \frac{Zn^{2+}}{Zn} = -0/76$$



۱) آند، کاتد، قطب مثبت و قطب منفی سلول را مشخص کنید.

۲) نیم‌واکنش کاتدی، نیم‌واکنش آندی و واکنش کلی سلول را بنویسید.

۳) جهت حرکت الکترون‌ها، کاتیون‌ها و آنیون‌ها را مشخص کنید.

۴) تعیین کنید با گذشت زمان، جرم تیغه **Mg** ، جرم تیغه **Ag** ، $[Mg^{۲+}]$ و $[Ag^{+}]$افزایش می‌یابد یا کاهش؟

۵) **emf** سلول را محاسبه کنید.

تمرین ۱۸- باتری‌های «روی-نقره»، از جمله باتری‌های دکمه‌ای‌اند که در آن‌ها واکنش:

$Zn_{(s)} + Ag_۲O_{(s)} \longrightarrow ZnO_{(s)} + ۲Ag_{(s)}$ انجام می‌شود. با توجه به آن، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

$(Ag = ۱۰۸ g.mol^{-۱})$

تجربی داخل ۱۴۰۱

$$E^{\circ}(Zn^{۲+}/Zn) = -۰/۷۶V \, , E^{\circ}(Ag^{+}/Ag) = +۰/۸۰V$$

* **emf** آن، برابر ۱/۵۶ ولت است.
* اتم‌های روی در آن، نقش کاهنده را دارند.
* اتم‌های نقره در آن، نقش اکسنده را دارند.
* روی، آند (قطب مثبت) و نقره، کاتد (قطب منفی) آن را تشکیل می‌دهند.
* با آزاد شدن ۵×۱۰^{-۴} مول الکترون، ۵۴ میلی‌گرم فلز نقره در آن تشکیل می‌شود.

۱) پنج ۲) چهار ۳) سه ۴) دو

تمرین ۱۹– اگر از سلول الکتروشیمیایی «$Cd-Ag$» برای روشن کردن یک لامپ استفاده شود، کدام گزینه درست است؟ $(E^\circ(Cd^{2+}/Cd)=-0/4V\ ,\ E^\circ(Ag^+/Ag)=+0/8V)$ تجربی داخل ۱۴۰۲

۱) واکنش کلی سلول: $Ag^+_{(aq)}+Cd_{(s)}\longrightarrow Ag_{(s)}+Cd^{2+}_{(aq)}$، است و الکترون‌ها از الکترود Cd به الکترود Ag حرکت می‌کنند.

۲) emf سلول برابر $+1/2$ ولت است و جرم تیغهٔ نقره افزایش و جرم تیغهٔ کادمیم کاهش می‌یابد.

۳) غلظت یون $Ag^+_{(aq)}$ در کاتد افزایش و غلظت یون $Cd^{2+}_{(aq)}$ در آند کاهش می‌یابد.

۴) غلظت یون $Ag^+_{(aq)}$ در آند افزایش و غلظت یون $Cd^{2+}_{(aq)}$ در کاتد کاهش می‌یابد.

تمرین ۲۰– دربارهٔ سلول الکتروشیمیایی «آلومینیم ـ منگنز»، که منجر به تولید انرژی می‌شود، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ $E^\circ(Al^{3+}/Al)=-1/66V, E^\circ(Mn^{2+}/Mn)=-1/18V$ ریاضی داخل ۱۴۰۱

* در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش آن، در مجموع ۶ الکترون مبادله می‌شود.
* شیب تغییرات غلظت یون‌های آلومینیم و منگنز، ضمن انجام واکنش، قرینهٔ یکدیگر است.
* ضمن واکنش، الکترون‌ها از آند به کاتد در مدار بیرونی حرکت می‌کنند و از جرم تیغهٔ قطب مثبت کاسته می‌شود.
* محلول منگنز (II) سولفات، می‌تواند در انجام نیم‌واکنش کاتدی شرکت کند.

۱) چهار ۲) سه ۳) دو ۴) یک

تمرین ۲۱– در باره سلول گالوانی استاندارد« آلومینیوم ـ هیدروژن » کدام موارد زیر درست است؟

(حجم هریک از محلول های پیرامون آند و کاتد، برابر یک لیتر است، $E_o\frac{Al^{3+}}{Al}=-01/66V$ ، $H=1\ ,\ Al=27:\ g.\ m0l^{-1}$) تجربی داخل ۱۴۰۳

الف) نسبت تغییرات جرم آند به تغییرات جرم کاتد، برابر ۹ است.

ب) اگر غلظت $H^+(aq)$ ، ۰/۳ مولار کاهش یابد، غلظت $Al^{3+}(aq)$ ، ۰/۹ مولار افزایش خواهد داشت.

پ) اگر ۰/۵۴ گرم از جرم آند کاسته شود، ۶۷۲ میلی لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP، تشکیل شده است.

ت) در نمودار « مول ـ زمان » برای این سلول ، شیب تغییر یون شرکت کننده در نیم واکنش کاتدی، ۳ برابر شیب تغییریون شرکت کننده در نیم واکنش آندی است.

۱) « پ » و « ت » ۲) « ب » و « پ » ۳) « الف » و « ب » ۴) « الف » و « ت »

تمرین ۲۲– در باره سلول گالوانی استاندارد « روی ـ هیدروژن » کدام موارد زیر درست است؟ تجربی خارج ۱۴۰۳

$(E_o\frac{Zn^{2+}}{Zn}=-1/76V\ ,\ H=1\ ,\ Zn=65:\ g.\ m0l^{-1})$

الف) با گذشت زمان ، مجموع غلظت مولی یون ها در سلول کاهش می یابد.

ب) اگر ۰/۰۱ مول از جرم آند کاسته شود، ۰/۰۲ گرم به جرم کاتد اضافه می شود.

پ) با کاهش ۰/۶۵ گرم از جرم آند، PH محلول پیرامون کاتد، یک واحد کاهش می یابد.

ت) اگر با گذشت زمان ، غلظت یون روی ، ۰/۱ مولار افزایش یابد، PH محلول پیرامون کاتد ، کوچکتر از یک واحد تغییر می کند.

۱) « الف » و « ت » ۲) « الف » و « ب » ۳) « ب » و « پ » ۴) « پ » و « ت »

تمرین ۲۳– اگر در سلول گالوانی استاندارد تشکیل شده از فلز M و فلز مس، به ازای مصرف ۲ مول فلز M ، $3/612\times 10^{24}$ الکترون مبادله شود و نسبت تغییرات جرم تیغه مس به تغییرات جرم تیغه M ، برابر ۱/۸۴ باشد، جرم مولی فلز M، به تقریب کدام است؟ ($Cu = 64\ g.mol^{-1}$)

ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳

۱) ۴۵ ۲) ۵۲ ۳) ۷۰ ۴) ۵۹

تمرین ۲۴– با توجه به شکل داده‌شده که سلول گالوانی استاندارد تشکیل‌شده از دو نیم‌سلول را نشان می‌دهد،کدام مورد، عبارت زیر را از نظر علمی به‌درستی کامل می‌کند؟ ($Fe = 56\ g.mol^{-1}$)

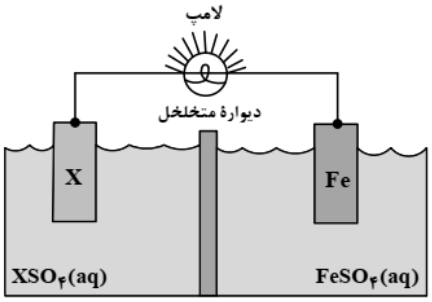
«اگر X الکترود ..... باشد، ..... .»

ریاضی خارج ۱۴۰۳

$E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\,V$

$E^\circ(Mn^{2+}/Mn) = -1/18\,V$

$E^\circ(Pt^{2+}/Pt) = +1/20\,V$



۱) Mn ؛ کاتیون‌های محلول نمک Mn برخلاف جهت جریان الکتریکی، از دیوارهٔ متخلخل عبور می‌کنند

۲) Pt ؛ به ازای تغییر جرم تیغهٔ آهن به میزان ۰/۵۶ گرم، $1/2004\times 10^{21}$ الکترون مبادله شده است

۳) Pt ؛ آنیون‌های محلول نمک Pt به سمت الکترود آهن، از دیوارهٔ متخلخل عبور می‌کنند

۴) Mn ؛ گونهٔ Fe^{2+} نقش اکسنده را دارد و E° سلول، برابر ۱/۶۲ ولت است

تمرین ۲۵– با توجه به شکل داده‌شده که سلول گالوانی استاندارد تشکیل‌شده از دو نیم‌سلول را نشان می‌دهد، کدام مورد، عبارت زیر را از نظر علمی به‌درستی کامل می‌کند؟ ($Zn = 65\ g.mol^{-1}$)

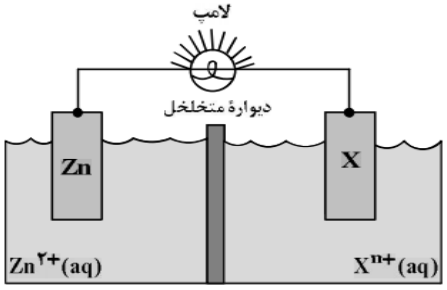
«اگر X الکترود ..... باشد، ..... . »

ریاضی داخل ۱۴۰۳

$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76\,V$

$E^\circ(V^{2+}/V) = -1/20\,V$

$E^\circ(Ag^{+}/Ag) = +0/80\,V$



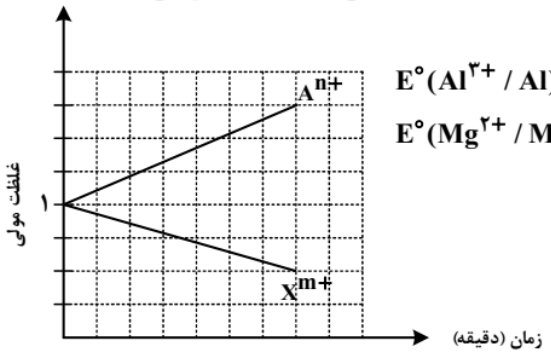
۱) Ag ؛ به‌ازای مبادلهٔ ۰/۰۲ مول الکترون، جرم الکترود روی، ۱/۳ گرم کاهش می‌یابد

۲) V ؛ جهت حرکت الکترون‌ها با جهت حرکت آنیون‌های نمک محلول وانادیم، همسو است

۳) Ag ؛ جهت حرکت کاتیون‌های محلول نقره به سمت الکترود روی است

۴) V ؛ E° سلول، برابر ۰/۴۴ + ولت و Zn^{2+}، گونهٔ اکسنده است

تمرین ۲۶– با توجه به نمودار داده‌شده، که تغییرات غلظت یون‌ها را در یک سلول گالوانی استاندارد نشان می‌دهد، کدام مورد دربارهٔ این سلول درست است؟ (A و X فلزند.)



$E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1/66\ V$ ، $E^\circ(Cr^{3+}/Cr) = -0/74\ V$

$E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2/37\ V$ ، $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76\ V$

۱) A و X، می‌توانند به‌ترتیب، کروم و روی باشند و $Cr^{3+}(aq)$، در سلول، نقش اکسنده را دارد.

۲) در این سلول گالوانی، به‌ازای مصرف ۰/۰۶ مول از فلز X، $1/0836\times10^{23}$ الکترون مبادله می‌شود.

۳) نمودار می‌تواند مربوط به سلول گالوانی «منیزیم ـ آلومینیم» باشد، که مقدار m، ۱/۵ برابر مقدار n، است.

۴) الکترود E° (X^{m+}/X)، از الکترود E° (A^{n+}/A) کوچک‌تر است و با گذشت زمان، از جرم تیغهٔ A کاسته می‌شود.

انجام شدن طبیعی (خود به خودی) واکنش های اکسایش ـ کاهش

برای بررسی انجام پزیر بودن یا نبودن یک واکنش اکسایش ـ کاهش و پیشرفت خود به خودی آن به شکل زیر عمل می کنیم:

۱- اگر واکنش و E° نیم‌واکنش‌ها به ما داده شود، می‌توانیم گونه‌های اکسنده و کاهنده را در واکنش تعیین کنیم و با توجه به اینکه کدام گونه آند و کدام گونه کاتد است، emf کلی سلول را محاسبه کنیم، اگر عدد به دست آمده عددی مثبت باشد، واکنش انجام‌پذیر است و اگر عدد به‌دست آمده، عددی منفی باشد، واکنش انجام ناپذیر است.

۲- اگر مقدار E° چندین نیم‌واکنش به ما داده شود، می‌توانیم ابتدا نیم‌واکنش‌ها را با توجه به مقدار E° آن‌ها از بالا به پایین، از بزرگ‌ترین E° به کوچک‌ترین E°، مرتب کنیم، به طوری‌که نیم واکنش با E° بزرگتر و مثبت‌تر بالاتر و نیم‌واکنش با E° کوچک‌تر و منفی‌تر، پایین‌تر قرار بگیرد، سپس با توجه به نکات زیر درباره انجام‌پذیر بودن یا نبودن واکنش‌ها اظهار نظر می‌کنیم:

الف) در سری الکتروشیمیایی، گونه سمت راست پایین‌تر، کاهنده‌ای قوی‌تر و گونه سمت چپ بالاتر، اکسنده‌ای قوی‌تر است.

ب) در یک سری الکتروشیمیایی، گونه‌ی سمت راست پایین‌تر، با گونه‌ی سمت چپ بالاتر از خود، می‌تواند واکنش دهد.

یادآوری! چنانچه یک واکنش اکسایش ـ کاهش، به‌طور طبیعی انجام شود، گونه کاهنده سمت چپ واکنش از گونه کاهنده سمت راست واکنش قوی‌تر است و گونه اکسنده سمت چپ واکنش نیز از گونه اکسنده سمت راست قوی‌تر است.

$$\underbrace{A^+}_{\text{کاهنده قوی‌تر}} + \underbrace{2B^{2+}}_{\text{اکسنده قوی‌تر}} \longrightarrow \underbrace{A^{3+}}_{\text{اکسنده ضعیف‌تر}} + \underbrace{2B^+}_{\text{کاهنده ضعیف‌تر}}$$

گونه‌های پایدارتر

$\Rightarrow$ قدرت کاهندگی: $A^+ > B^+$

قدرت اکسندگی: $B^{2+} > A^{3+}$

تمرین ۲۷– با توجه به E^o های نیم واکنش های داده شده، کدام مطلب های زیر درست اند؟

$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)}, E^\circ = +0/77(V)$

$Mn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mn_{(s)}, E^\circ = -1/18(V)$

$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(s)}, E^\circ = -1/66(V)$

$Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)}, E^\circ = +1/36(V)$

$Sn^{4+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)}, E^\circ = +0/15(V)$

۱) Mn می تواند Cl_2 را بکاهد.

۲) Mn^{2+} می تواند Al را اکسید کند.

۳) Sn^{2+} می تواند با Fe^{3+} واکنش دهد.

۴) Fe^{2+} می‌تواند با Cl^- واکنش دهد.

۵) Al^{3+} می تواند با Fe^{2+} واکنش دهد.

۶) Mn می تواند با Sn^{4+} واکنش دهد.

تمرین ۲۸– کدام واکنش های زیر در جهت طبیعی پیش می روند و E^o کدام واکنش بزرگتر است؟

تجربی خارج ۱۴۰۰

آ) $Cu_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)}$, $E^\circ[Fe^{2+}_{(aq)} / Fe_{(s)}] = -0/44V$

ب) $V_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)} \rightarrow V^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)}$, $E^\circ[V^{2+}_{(aq)} / V_{(s)}] = -1/2V$

پ) $V_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow V^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$, $E^\circ[Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}] = +0/34V$

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

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

تمرین ۲۹– با توجه به واکنش اکسایش ــ کاهش زیر، پس از موازنه معادله آن ، چند مورد از موارد زیر درست است؟

ریاضی داخل ۱۴۰۲

$E^o\ Cu^{2+}/Cu = +0/34\,V$, $E^o\ AuI_4^-/Au + 4I^- = +0/57\,V$

$AuI_4^-(aq) + Cu(s) \longrightarrow Au(s) + Cu^{2+}(aq) + I^-(aq)$

* این واکنش، به طور طبیعی پیش می رود.
* در این واکنش، ۶ مول الکترون مبادله می شود.
* یک یون چند اتمی در این واکنش، نقش اکسنده را دارد.
* مجموع ضرایب استو کیومتری مواد در این واکنش، برابر ۱۸ است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

تمرین ۳۰– با توجه به اینکه واکنش الکتروشیمیایی $Sn^{2+} + Mn \longrightarrow Sn + Mn^{2+}$ ، در جهت طبیعی پیشرفت دارد،چند مورد از مطالب زیر، در باره آن درست است؟

تجربی خارج ۱۴۰۱

* Sn^{2+}، اکسنده و Mn ، گونه کاهش یافته است.
* E^o الکترود Sn^{2+}/Sn ، از E^o الکترود Mn^{2+}/Mn ، بزرگتر است.
* به ازای مصرف ۰/۲۵ مول منگنز ، نیم مول الکترون مبادله می شود.
* با انجام واکنش در سلول، به تدریج سطح تیغه قلع، از الکترون انباشته می شود.
* در سلول گالوانی تشکیل شده از دو الکترود، جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی، ازتیغه منگنز به تیغه قلع است.

۱) پنج ۲) چهار ۳) سه ۴) دو

توجه! فلزی با محلول یک اسید $(H^+_{(aq)})$ واکنش می‌دهد که در سری الکتروشیمیایی، فلز مورد نظر نسبت به $H_{2(g)}$ پایین‌تر باشد.

توجه! نگهداری محلول‌ها (کاتیون‌های نمک محلول) در ظرف فلزی امکان پذیر است که ظرف (اتم خنثی) در سری الکتروشیمیایی بالاتر از اتم خنثی مربوط به کاتیون آن نمک، قرار داشته باشد. درنتیجه قدرت کاهندگی ظرف(اتم خنثی) نسبت به قدرت کاهندگی اتم خنثی کاتیون نمک ، کمتر است و ظرف با کاتیون‌های نمک محلول، وارد واکنش نمی‌شود.

تمرین ۳۱– درستی یا نادرستی مطالب زیر را مشخص کنید.

۱) محلولی از نمک های مس را می توان در ظرفی از جنس فلز روی، نگهداری کرد.

۲) محلول هیدروبرمیک اسید را می توان در ظرف آلومینیومی نگهداری کرد.

۳) محلولی از نمک های منیزیم را می توان در ظرفی از جنس مس نگهداری کرد.

۴) در صورت ریختن گرد روی در محلول نقره سولفات، واکنش خود به خودی انجام می گیرد. (تجربی داخل ۱۴۰۲)

۵) در صورت ریختن محلول هیدروکلریک اسید روی یک صفحه مسی، واکنش خود به خودی انجام می گیرد. (تجربی داخل ۱۴۰۲)

تمرین ۳۲– با توجه به E^o های داده شده ، کدام مطلب (های) زیر درست است؟

$$E^\circ(Ag^+/Ag)=+0/80V, E^\circ(Pt^{2+}/Pt)=+1/20V, E^\circ(Zn^{2+}/Zn)=-0/76V, E^\circ(Pb^{2+}/Pb)=-0/13V$$

۱) محلول نقره نیترات را می توان در ظرفی از جنس روی نگهداری کرد.

۲) محلول هیدرو کلریک اسید را می توان در ظرف پلاتینی نگهداری کرد.

۳) محلولی از نمک سرب را می توان در ظرفی از جنس نقره نگهداری کرد.

۴) ریختن محلول هیدروکلریک اسید در ظرفی از جنس روی، با آزاد شدن گاز هیدروژن همراه است.

پیوند با زندگی

لیتیم، فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی

اگر به پیرامون خود توجه کنید وسایلی را می‌یابید که با باتری کار می‌کنند. ساعت مچی و تلفن همراه از جمله وسایلی هستند که انرژی الکتریکی آنها با استفاده از باتری تأمین می‌شود. باتری‌هایی که در شکل، اندازه و کارایی با یکدیگر تفاوت آشکاری دارند اما در همه آنها با انجام شدن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.

با رشد و پیشرفت چشمگیر صنایع گوناگون هر روز نیاز و تقاضا پیوسته برای ساخت باتری‌ها با ویژگی‌های گوناگون و کاربرد معین افزایش یافته است. شیمی‌دان‌ها در پی پاسخ به این نیازها طی پژوهش‌های بسیاری توانستند به فناوری ساخت باتری‌های جدید دست‌یابند. در این فناوری، نقش فلز لیتیم پررنگ است زیرا لیتیم در میان فلزها، کمترین چگالی و E° را دارد. این ویژگی‌های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار شود. باتری‌های لیتیمی از نوع دگمه‌ای در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به‌کار می‌رود. دسته‌ای دیگر از باتری‌های لیتیمی آنهایی هستند که در تلفن و رایانه همراه به کار می‌روند و می‌توان آنها را بارها شارژ کرد (شکل ۹).

شکل ۹ـ نمونه‌هایی از باتری‌های لیتیمی

افزایش تقاضا برای باتری‌های لیتیمی، سبب شد این فلز جایگاه ممتازی در تأمین انرژی جهان پیدا کند به‌طوری که سالانه از میلیاردها باتری لیتیمی درون دستگاه‌های الکترونیک در سرتاسر جهان استفاده می‌شود و سرانجام این دستگاه‌ها به همراه باتری‌های درون خود به شکل پسماند دور ریخته می‌شوند. به این ترتیب حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی مانند تلفن و رایانه همراه، باتری‌های لیتیمی و... تولید می‌شود. این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند ① و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند زیرا محیط زیست را آلوده می‌کنند. ② از سوی دیگر برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

باید بازیافت شوند

سلول سوختی، منبعی برای تولید انرژی سبز

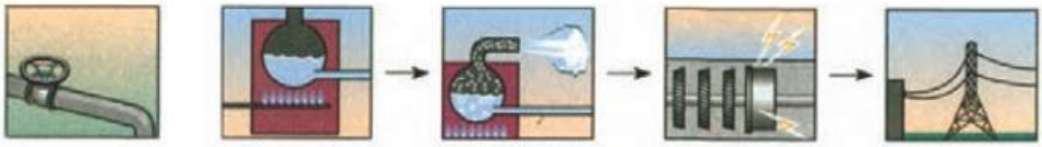
هنوز رایج‌ترین است

سوخت‌های فسیلی رایج‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند. از این رو استخراج و مصرف بی‌رویهٔ این سوخت‌ها سبب شده تا از ذخایر آنها به سرعت کاسته شود. از سوی دیگر گسترش روزافزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، جهان را با چالشی نگران‌کننده روبه‌رو کرده است. با این توصیف، یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی به ویژه در خودروها ضروری است. **سلول سوختی**[1] نوعی سلول گالوانی است که شیمی‌دان‌ها برای گذر از این تنگنای تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط‌زیست پیشنهاد می‌دهند. این سلول‌ها افزون بر کارایی بیشتر می‌توانند ردپای کربن‌دی‌اکسید را کاهش دهند به‌طوری که دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می‌روند.

خود را بیازمایید

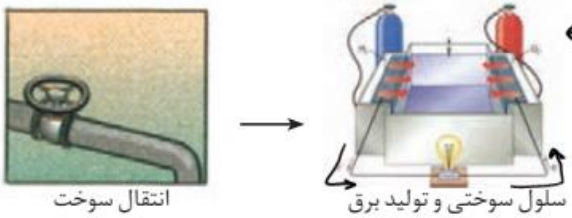
در هر یک از روش‌های زیر مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی نشان داده شده است. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

روش ۱



بازدهی ۲۰٪

روش ۲



بازدهی ۶۰٪

جهت حرکت e آندرا نشان می دهد.

آ) در کدام روش اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است؟ چرا؟

ب) کدام روش کارایی بالاتری دارد؟ توضیح دهید.

رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن ـ اکسیژن است. دستگاهی که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به‌صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود (شکل ۱۰).

- سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر افزایش می‌دهد.

$E^\circ_{H_2} = 0\ V$

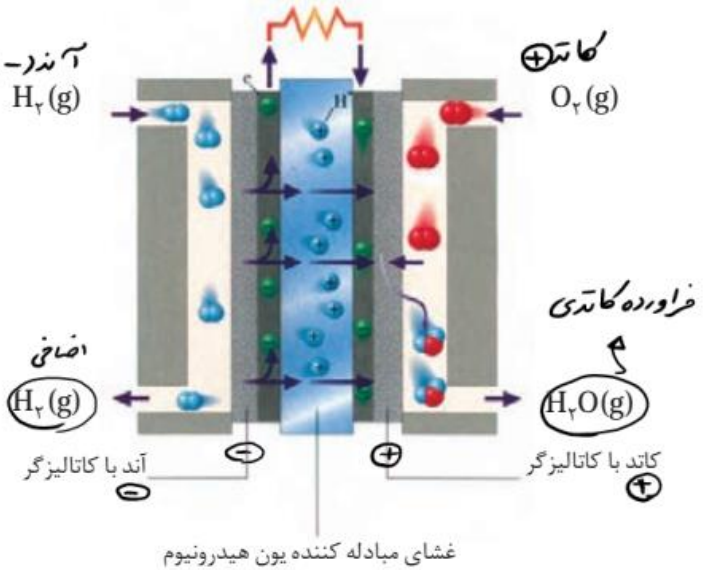
$E^\circ_{O_2} = 1/28\ V$

آند: $H_2 \xrightarrow{Ox} 2H^+ + 2e$

کاتد: $O_2 + 4H^+ + 4\bar{e} \xrightarrow{Red} 2H_2O$

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

4mole مبادله می‌شود



شکل ۱۰ ـ نوعی سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن

همان‌گونه که شکل ۱۰ نشان می‌دهد هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد به‌طوری که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد است. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند. واکنش کلی در چنین سلولی به‌صورت زیر است:

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$$

از عملکرد این سلول 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. به راستی در واکنش‌هایی از این دست چگونه می‌توان گونه‌های اکسنده و کاهنده را مشخص کرد؟ شیمی‌دان‌ها با معرفی **عدد اکسایش**[1] راه حل مناسبی برای حل این مشکل ارائه کردند.

با هم بیندیشیم

۱ ـ با توجه به واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) ساختار الکترون ـ نقطه‌ای گونه‌های شرکت‌کننده را رسم کنید.

H_2 ، O_2 ، H_2O

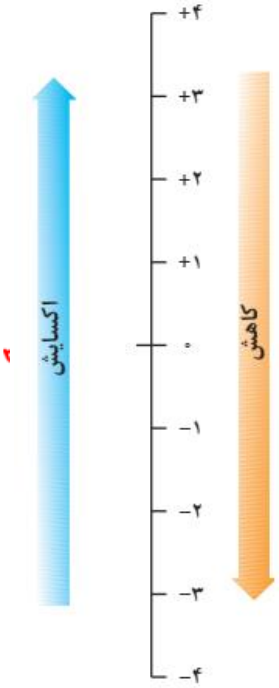
ب) در هر ساختار:

- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت دهید.
- همه الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت دهید.
- به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت، هر دو الکترون را به اتم با خصلت نافلزی بیشتر نسبت دهید.

پ) الکترون‌های نسبت داده شده به هر اتم را بشمارید و آن را از شمار الکترون‌های ظرفیت همان اتم کم کنید. عدد به دست آمده عدد اکسایش اتم مورد نظر را نشان می‌دهد.

۲ـ هرگاه بدانید که بیشتر شدن عدد اکسایش، نشان‌دهنده اکسایش یافتن و کمتر شدن آن نشان دهنده کاهش یافتن اتم‌هاست، در واکنش زیر گونه‌های اکسایش یافته، کاهش یافته، اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$



افزایش عدد اکسایش به معنای از دست دادن الکترون و فرایند اکسایش است درحالی‌که کاهش آن به معنای به‌دست آوردن الکترون و فرایند کاهش است. این نمودار گسترهٔ عدد اکسایش در گروه ۱۴ را نشان می‌دهد.

۳ـ دانش‌آموزی نیم‌واکنش‌های انجام شده در نوعی سلول سوختی هیدروژن ـ اکسیژن را به‌صورت زیر از منابع علمی معتبر استخراج کرده است.

$$O_2(g) + H^+(aq) + e^- \longrightarrow H_2O(l) \qquad E^\circ = +1/23\ V$$

$$H_2(g) \longrightarrow H^+(aq) + e^- \qquad E^\circ = 0/00\ V$$

آ) هر یک از نیم واکنش‌ها را موازنه کنید سپس واکنش کلی سلول را به دست آورید.

ب) emf این سلول را حساب کنید.

۴ـ با پیشرفت علم و فناوری، سلول‌های سوختی تازه‌ای طراحی شده‌اند که در آنها به جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می‌شود. با توجه به معادله واکنش کلی زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

آ) با تعیین عدد اکسایش اتم‌ها، گونه‌های اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

ب) از دید محیط زیست گاز هیدروژن چه مزیتی نسبت به گاز متان دارد؟

با تعیین عدد اکسایش اتم‌ها در یک گونه شیمیایی آشنا شدید. برای نمونه عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن به حالت آزاد برابر با صفر است. از این رو عدد اکسایش دیگر عنصرها نیز به حالت آزاد مانند Fe، Mg و Cl_2 برابر با صفر خواهد بود. در حالی که عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر با بار الکتریکی آنهاست. برای نمونه عدد اکسایش یون اکسید و یون کلسیم در CaO به ترتیب برابر با ۲− و ۲+ است. همچنین دریافتید که با تغییر عدد اکسایش اتم‌ها در یک واکنش می‌توان گونه‌های اکسنده و کاهنده را تعیین کرد. روشی که به کمک آن می‌توان واکنش اکسایش ـ کاهش را از دیگر واکنش‌ها تشخیص داد.

● اغلب نافلزها و فلزهای واسطه عدد اکسایش گوناگونی در ترکیب‌های خود دارند. برای نمونه عدد اکسایش آهن در $FeCl_2$ و $FeCl_3$ به ترتیب ۲+ و ۳+ است. به همین دلیل این ترکیب‌ها را آهن (II) کلرید و آهن (III) کلرید می‌نامند. همچنین عدد اکسایش اتم گوگرد در SO_2 و SO_3 به ترتیب ۴+ و ۶+ است. (چرا؟)

خود را بیازمایید

۱ـ در هر مورد با تعیین عدد اکسایش مشخص کنید که آن اتم اکسایش یا کاهش یافته است؟

آ) $Cu^{2+}(aq) \rightarrow Cu(s)$

ب) $Cr^{2+}(aq) \rightarrow Cr^{3+}(aq)$

پ) $C(s) \rightarrow CO(g)$

ت) $NH_3(g) \rightarrow N_2(g)$

۲ـ در هر یک از واکنش‌های زیر با محاسبه تغییر عدد اکسایش، گونه کاهنده و اکسنده را تعیین کنید.

آ) $2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(s)$

ب) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

اینک می‌پذیرید که برای تأمین انرژی الکتریکی می‌توان از واکنش‌های اکسایش ـ کاهش در سلول‌های گالوانی مانند باتری‌ها و سلول‌های سوختی بهره برد. با اینکه سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی کنند اما در آنها نیز پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده، مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود. یکی از چالش‌هایی که در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن ـ اکسیژن خودنمایی می کند، تأمین سوخت آنهاست. آیا با استفاده از دانش الکتروشیمی می‌توان راهی برای تولید گاز هیدروژن یافت؟

سلول های سوختی

انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت را به کمک دو روش زیر می‌توان به انرژی الکتریکی تبدیل کرد:

انتقال برق ← راه‌اندازی توربین و تولید برق ← تولید بخار ← سوزاندن سوخت ← انتقال سوخت: موتور درون‌سوز

سلول سوختی و تولید برق ← انتقال سوخت: سلول‌سوختی

سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است که نسبت به موتور درون‌سوز، کارایی بیشتری برای تأمین انرژی دارد و باعث حفظ بیشتر ذخایر سوخت‌های فسیلی و کاهش مصرف بی‌رویه آن‌ها می‌شود و با کاهش ردپای کربن دی‌اکسید حاصل از سوزاندن سوخت‌های فسیلی، به عنوان منبع انرژی سبز و دوستدارمحیط زیست به شمار می‌آید.

تفاوت‌های سلول سوختی و موتور درون‌سوز:

۱- سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد درحالی‌که اکسایش آن در سلول سوختی، بازده را تا سه برابر افزایش می‌دهد.

۲- اتلاف انرژی به صورت گرما در سلول سوختی، نسبت به موتور درون‌سوز کمتر است، زیرا سوخت مورد استفاده درسلول سوختی، به جای سوختن، اکسایش می‌یابد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی موجود در آن به‌جای تولید انرژی گرمایی، به‌طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

سلول سوختی(هیدروژن-اکسیژن): رایج‌ترین سلول سوختی، سلول (هیدروژن- اکسیژن) است. دستگاهی که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد، به‌طوری‌که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد است. آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند. 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. واکنش کلی در چنین سلولی به صورت $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ است.

نکات سلول سوختی(هیدروژن-اکسیژن):

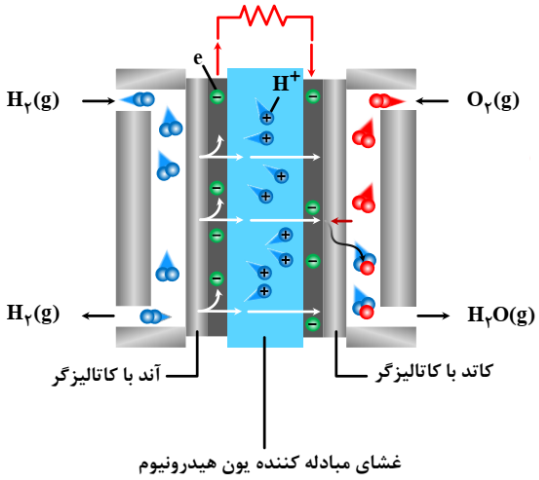
۱- در بخش آندی سلول سوختی (هیدروژن – اکسیژن)، الکترون‌های حاصل از اکسایش هیدروژن، از طریق مدار بیرونی (سیم رابط) به سمت کاتد سلول، جریان می‌یابند و به این ترتیب جریان برق بوجود می‌آید.

۲- یون‌های هیدرونیوم $(H^+_{(aq)})$ حاصل از اکسایش هیدروژن در بخش آندی سلول سوختی، به غشای مبادله کننده یون هیدرونیم نفوذ کرده و به سمت الکترود کاتد مهاجرت می‌کنند.

۳- همانطور که در شکل سلول سوختی مشخص است، بخشی از گاز هیدروژن که در واکنش شرکت نکرده است از سمت آندی سلول خارج می‌شود.

۴- گاز اکسیژن وارد شده در بخش کاتدی سلول سوختی، به همراه پروتون‌ها $(H^+_{(aq)})$ و الکترون‌هایی که از بخش آندی به بخش کاتدی مهاجرت کرده‌اند، در انجام نیم‌واکنش کاهش شرکت می‌کنند و گاز اکسیژن در کاتد، کاهش می‌یابد و بخار آب تولید شده از سمت کاتدی سلول خارج می‌شود.

تمرین ۳۳– : با توجه به شکل عبارت های درست و نادرست را معلوم کنید.



۱– آند و کاتد، دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش های اکسایش و کاهش سرعت می بخشد.

۲– حجم گاز مصرف شده در آند، دو برابر حجم گاز مصرف شده در کاتد است.

۳– **emf** سلول برابر ۱/۲۳ + ولت است.

۴–جرم گاز مصرف شده در کاتد، ۸ برابر جرم گاز مصرف شده در آند است.

۵– نیم واکنش آندی سلول $2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$ است.

۶–بازدهی این سلول تا حدود سه برابر بازده موتور درون سوز بوده و درحدود ۶۰ در صد است.

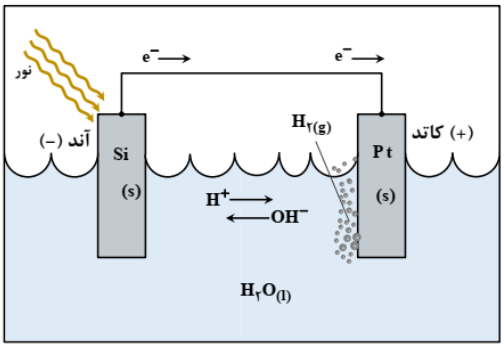
۷– جریان الکترون ها در مدار بیرونی همانند جریان پروتون ها در غشای مبادله کننده یون هیدرونیم، از آند به کاتد است.

۸– در واکنش کلی سلول، عدد اکسایش هر اتم هیدروژن یک درجه افزایش و عدد اکسایش هر اتم اکسیژن، دو درجه کاهش می یابد.

۹– به ازای مصرف هر مول گاز در کاتد، ۴ مول پروتون در آند تولید می شود.

سلول های نور الکتروشیمیایی

این سلول‌ها نوعی سلول گالوانی هستند که در آن‌ها برای انجام واکنش اکسایش – کاهش از نور بهره می‌برند. از نوعی از آن‌ها برای تهیه گاز هیدروژن از آب، استفاده می‌شود. در این سلول‌ها دست‌کم یکی از الکترودها از جنس یک نیم‌رسانا یا شبه‌فلز(مانند سیلیسیم) است. مواد نیم‌رسانا این ویژگی را دارند که بر اثر تابش نور به آن‌ها، الکترون‌های اتم‌های آن‌ها برانگیخته شده و تحرک و آزادی عمل بیش‌تری پیدا کنند که موجب افزایش رسانایی الکتریکی مواد نیم‌رسانا و همچنین افزایش آمادگی آن‌ها برای مبادله‌ی الکترون در واکنش‌های اکسایش – کاهش می‌شود.



نیم‌واکنش اکسایش : $Si_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow SiO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + 4e$

نیم‌واکنش کاهش : $2H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$

واکنش کلی سلول : $Si_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow SiO_{2(s)} + 2H_{2(g)}$

نکات سلول نور الکتروشیمیایی:

۱- در اطراف آند سلول نور الکتروشیمیایی، $H^+_{(aq)}$ تولید می‌شود، بنابراین pH محلول اطراف آند، کاهش می‌یابد.

۲- در اطراف کاتد سلول نور الکتروشیمیایی، $OH^-_{(aq)}$ تولید می‌شود، بنابراین pH محلول اطراف کاتد، افزایش می‌یابد.

۳- pH محلول الکترولیت در سلول، به‌طور کلی ثابت می‌ماند، زیرا $H^+_{(aq)}$ تولید شده در آند، با $OH^-_{(aq)}$ تولید شده در کاتد، برابر است.

۴- یکی از کاربردهای سلول نور الکتروشیمیایی، تولید گاز هیدروژن است.

۵- از معایب سلول نورالکتروشیمیایی می‌توان به داشتن emf کم، بازده کم و سرعت پایین انجام واکنش در آن اشاره کرد.

۶- مزیت مهم سلول نورالکتروشیمیایی، استفاده از انرژی پاک و تجدیدپذیر نور خورشید است. به همین دلیل استفاده از آن را برای تهیه گاز هیدروژن، توصیه می‌کنند.

تمرین ۳۴-: با توجه به سلول نور الکتروشیمیای و E^o نیم واکنش های موازنه نشده زیر ، کدام مطلب (ها) درست است؟

$$SiO_{2(s)} + H^+_{(aq)} + e^- \longrightarrow Si_{(s)} + H_2O_{(l)}, E^\circ = -0/84(V)$$

$$H_2O_{(l)} + e^- \longrightarrow H_{2(g)} + OH^-_{(aq)}, E^\circ = -0/83(V)$$

۱) واکنش کلی سلول $Si_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow SiO_{2(s)} + 2H_{2(g)}$ است.

۲) emf سلول برابر $+0/01$ ولت است.

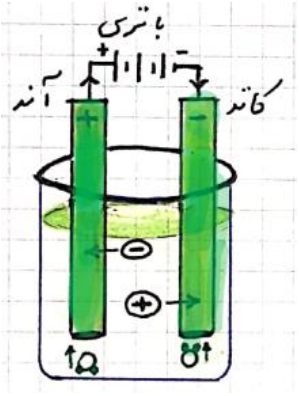
۳) این سلول برای تهیهٔ هیدروژن کاربرد دارد.

۴) رنگ کاغذ pH در اطراف آند به رنگ قرمز و در اطراف کاتد به رنگ آبی در می‌آید.

۵) pH محلول الکترولیت، به‌طور کلی ثابت باقی می‌ماند.

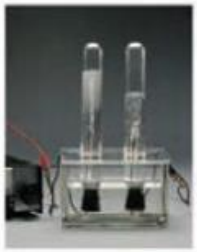
۶) emf سلول، بازده سلول و سرعت انجام فرایند در این سلول، کم است و استفاده از آن توصیه نمی‌شود.

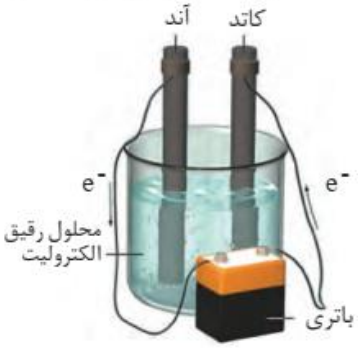
برقکافت آب، راهی برای تولید گاز هیدروژن



تاکنون با سلول‌هایی آشنا شدید که در آنها با انجام واکنش‌های اکسایش ـ کاهش انرژی تولید می‌شود. نوع دیگری از سلول‌های الکتروشیمیایی وجود دارند که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش راند.

این سلول‌ها به **سلول‌های الکترولیتی**[1] معروف هستند و **برقکافت**[2] آب یک نمونه از واکنش‌هایی است که در آنها انجام می‌شود (شکل ۱۱) .

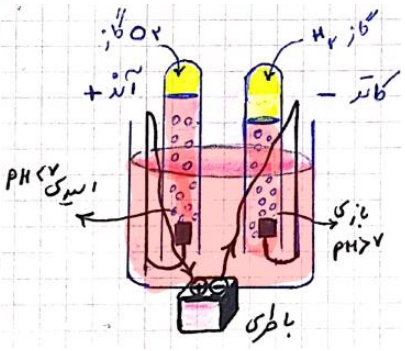




شکل ۱۱ـ تجزیه آب به گازهای هیدروژن و اکسیژن با مصرف انرژی الکتریکی

- آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود.

خود را بیازمایید



نیم واکنش‌های انجام شده در سلول الکترولیتی هنگام برقکافت آب به صورت زیر است:

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

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

آ) با وارد کردن نماد الکترون در هر نیم واکنش مشخص کنید کدام نیم واکنش، آندی و کدام کاتدی است؟

ب) هر یک از نیم واکنش‌ها را موازنه کنید و معادله کلی واکنش را به‌دست آورید.

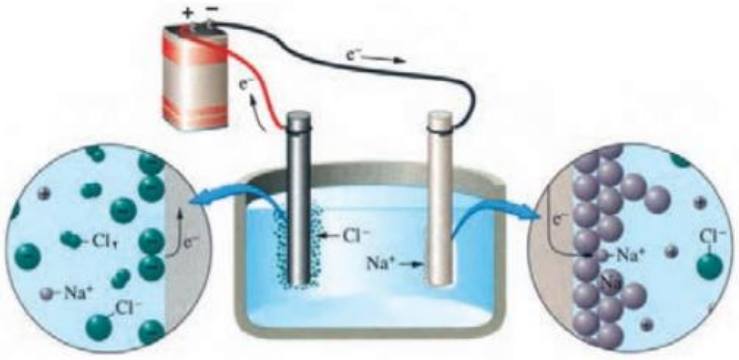
پ) پیش‌بینی کنید کاغذ pH در محلول پیرامون آند و کاتد به چه رنگی درمی‌آید؟ چرا؟

دریافتید که در سلول الکترولیتی، دو الکترود درون یک الکترولیت قرار دارند، الکترودهایی که اغلب گرافیتی هستند. در این سلول‌ها، کاتد الکترودی است که به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است و الکترولیت محتوی یون‌هایی است که آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

در واقع الکترولیت، یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است. هنگامی که به این سلول ولتاژ معینی اعمال شود، یون‌ها به سوی الکترود با بار ناهمنام حرکت می‌کنند. به‌طوری که کاتیون‌ها به سوی کاتد و آنیون‌ها به سوی آند روانه می‌شوند تا به سطح الکترودها برسند و در نیم واکنش اکسایش و کاهش شرکت کنند.

برقکافت NaCl (l) و تهیه فلز سدیم

فلز سدیم یک کاهنده قوی است که در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود، عنصری که در ترکیب‌های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد. این واقعیت نشان می‌دهد که یون‌های سدیم بسیار پایدارتر از اتم‌های آن هستند. به همین دلیل برای تهیه فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد. شکل ۱۲، تهیه این فلز را از برقکافت سدیم کلرید مذاب در یک سلول الکترولیتی نشان می‌دهد.



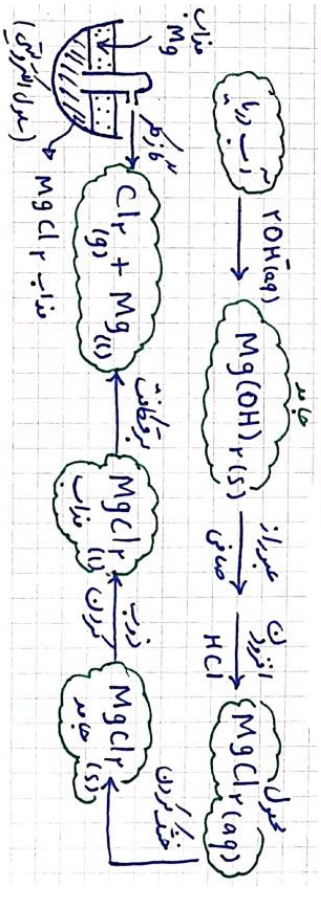
شکل ۱۲ـ برقکافت سدیم کلرید مذاب، با نوشتن نیم‌واکنش‌ها، معادله واکنش کلی را برای آن به‌دست آورید.

نکات

• سدیم کلرید خالص در ۸۰۱°C ذوب می‌شود. افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن، دمای ذوب را تا حدود ۵۸۷°C پایین می‌آورد. این کار از نظر اقتصادی چه مزیتی دارد؟

از آنجا که دیگر فلزهای فعال نیز کاهنده‌های قوی هستند، باید آنها را همانند سدیم از برقکافت نمک مذاب آنها تهیه کرد. برای نمونه فلز منیزیم را در صنعت از برقکافت منیزیم کلرید مذاب تهیه می‌کنند.

استخراج منیزیم از آب دریا



تاکنون با دو نوع سلول الکتروشیمیایی آشنا شدید. در سلول گالوانی، انجام یک واکنش اکسایش ـ کاهش منجر به تولید انرژی الکتریکی شده اما در سلول الکترولیتی با اعمال ولتاژ بیرونی معین، یک واکنش اکسایش ـ کاهش دلخواه انجام می‌شود. واکنش‌های انجام شده در هر دو سلول، مطلوب و سودمند هستند، این در حالی است که پیرامون ما واکنش‌های اکسایش‌ـکاهش زیادی مانند سیاه شدن وسایل نقره‌ای، فساد مواد خوراکی و... انجام می‌شوند که مطلوب ما نیستند و گاهی زیان‌هایی به دنبال دارند.

مقایسه سلول‌های گالوانی با سلول‌های الکترولیتی:

	ویژگی / سلول	گالوانی	الکترولیتی
شباهت‌ها	جهت حرکت الکترون‌ها	از آند به کاتد	از آند به کاتد
	آند	محل انجام نیم‌واکنش اکسایش	محل انجام نیم‌واکنش اکسایش
	کاتد	محل انجام نیم‌واکنش کاهش	محل انجام نیم‌واکنش کاهش
	جهت حرکت آنیون‌ها	به سمت آند	به سمت آند
	جهت حرکت کاتیون‌ها	به سمت کاتد	به سمت کاتد
تفاوت‌ها	نوع تبدیل انرژی	شیمیایی به الکتریکی	الکتریکی به شیمیایی
	قطب منفی	منطبق بر آند	منطبق بر کاتد
	قطب مثبت	منطبق بر کاتد	منطبق بر آند
	جنس الکترودها	فلزی	اغلب گرافیتی
	انجام‌پذیری واکنش	طبیعی(خودبه‌خودی)	غیرخودبه‌خودی(با صرف انرژی)
	پایداری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها	واکنش دهنده‌ها< فراورده‌ها	فراورده‌ها < واکنش دهنده‌ها

تمرین ۳۵– با توجه به فرایند تهیه منیزیم از آب دریا، کدام مطلب (های) زیر درست است؟

۱) مخلوط حاصل از واکنش یون های منیزیم آب دریا با یون های هیدروکسید را ، از صافی عبور می دهند.

۲) محلول منیزیم کلرید به دست آمده را ابتدا خشک و سپس ذوب می کنند.

۳) در این روش، فلز منیزیم در کاتد و گاز کلر در آند به دست می آید . (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۴) در این فرآیند ، تنها حالت های مایع و جامد از مواد مختلف دخالت دارد. (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۵) در سلول برقکافت ، با عمال ولتاژ بیرونی و معین، محلول $MgCl_2$ ، تجزیه می شود. (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۶) هیدروکلریک اسید لازم را از واکنش گاز کلر آزاد شده با هیدروژن ، تامین می کنند. (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

۷) نخست، یون منیزیم موجود در حوضچه ای از آب دریا را به صورت هیدروکسید رسوب می دهند. (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

تمرین ۳۶– با توجه به فرآیند برقکافت سدیم کلرید مذاب ، کدام مطلب (های) زیر نادرست است؟

۱) نیم واکنش کاتدی آن به صورت $Na^+(aq) + e^- \longrightarrow Na(l)$ است.

۲) برای تبدیل فلز سدیم به یون آن ، انرژی زیادی مصرف می شود.

۳) نیم واکنش آندی آن به صورت $Cl^-(g) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ است.

۴) به ازای تولید دو مول فلز سدیم در کاتد سلول ، یک مول گاز کلر در آند بدست می آید.

۵) اتم های سدیم بدست آمده ، نسبت یون های سدیم پایدارترند.

۶) کاتیون سدیم ، کاهنده ای قوی است و در طبیعت به صورت آزاد وجود ندارد.

ظرف نقره‌ای که در اثر انجام واکنش اکسایش ـ کاهش، جلا می‌یابد.

خوردگی به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش ـ کاهش گفته می‌شود. زنگ زدن آهن و زنگار سبز بر سطح مس نمونه‌هایی از خوردگی هستند.

خوردگی، یک واکنش اکسایش ـ کاهش ناخواسته

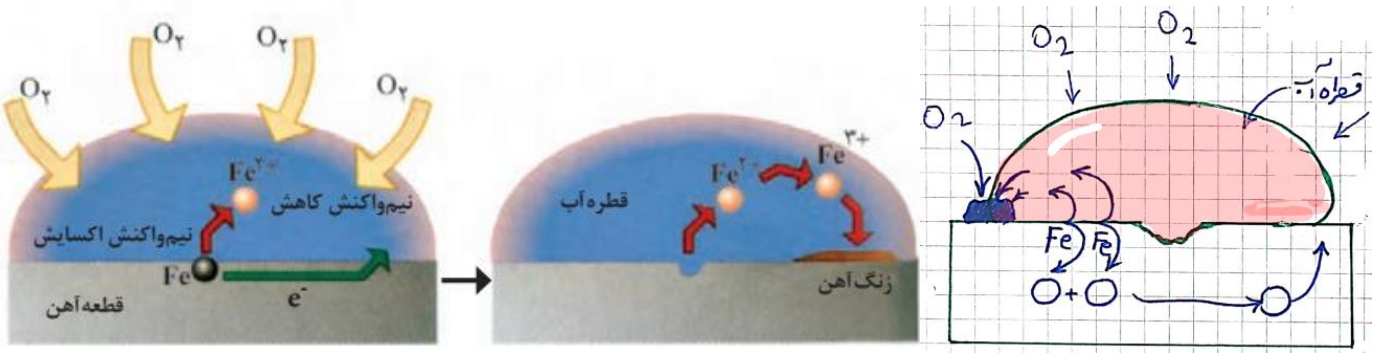
سالانه صدها میلیون تن از فلزهای گوناگون به‌ویژه آهن برای ساختن اسکله نفتی، اسکلت ساختمان، پل، کشتی، لوکوموتیو و راه آهن، خودرو، هواپیما و... مصرف می‌شود. هنگامی که فلزها در هوا قرار می‌گیرند، اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می‌آیند. در فلزهایی مانند آهن با ادامه اکسایش، لایه‌ای ترد و شکننده تشکیل می‌شود که به‌تدریج فرو می‌ریزد. در این حالت می‌گویند فلز خورده شده است.

از آنجا که آهن پر مصرف‌ترین فلز در جهان است، خوردگی آن خسارت‌های هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند به طوری که سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده شده مصرف می‌شود.

پتانسیل کاهشی اغلب فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهشی اکسیژن مثبت است. با این توصیف اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آنها را اکسید کند. هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند، یک واکنش اکسایش ـ کاهش انجام می‌شود. واکنشی که به‌طور طبیعی باعث اکسایش آهن می‌شود و از زیبایی و استحکام آن می‌کاهد (شکل ۱۳).

با هم بیندیشیم

۱ ـ با توجه به شکل‌های زیر، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) چگونگی تشکیل زنگ آهن را توصیف کنید.

ب) هر یک از نیم واکنش‌های زیر را موازنه کنید.

$$Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + \cdots$$

$$O_2(g) + H_2O(l) + \cdots \longrightarrow OH^-(aq)$$

پ) با توجه به اینکه زنگ آهن حاوی یون آهن (III) است، نیم واکنش اکسایش یون آهن(II) به یون آهن(III) را بنویسید.

ت) فراورده نهایی خوردگی، زنگ آهن است. اگر فرمول شیمیایی آن را $Fe(OH)_3$ در نظر بگیریم، معادله واکنش زیر را به روش وارسی موازنه کنید.

$$Fe(s) + H_2O(l) + O_2(g) \longrightarrow Fe(OH)_3(s)$$

۲- با توجه به نیم واکنش‌های زیر توضیح دهید چرا :

$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e \longrightarrow 2H_2O(l)$ $\quad E^\circ = +1/23\ V$

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

$Au^{3+}(aq) + 3e \longrightarrow Au(s)$ $\quad E^\circ = +1/50\ V$

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

آ) خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می‌دهد؟

ب) با گذشت زمان فلز طلا در هوای مرطوب و حتی در اعماق دریا همچنان درخشان باقی می‌ماند؟

پی بردید که فلزهای نجیبی مانند طلا و پلاتین حتی در محیط‌های اسیدی اکسایش نمی‌یابند اما وسایل آهنی در هوای مرطوب دچار خوردگی می‌شوند. واکنش ناخواسته‌ای که در شهرهای بندری و ساحلی بیشتر خودنمایی می‌کند. بدیهی است که ساده‌ترین راه برای جلوگیری از خوردگی آهن، ایجاد یک پوشش محافظ است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری کند. پوششی که با روش‌هایی مانند رنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن ایجاد می‌شود. باید توجه داشت که چنین روش‌هایی نمی‌توانند به‌طور کامل از خوردگی پیشگیری کنند زیرا به‌تدریج رطوبت و اکسیژن از روزنه‌های این پوشش‌ها به درون نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و خوردگی دوباره آغاز می‌شود. با توجه به آنچه که آموخته‌اید چه روش دیگری پیشنهاد می‌کنید که تا حد امکان آسیب‌ها و زیان‌های خوردگی را کاهش دهد؟

عوامل موثر در زنگ زدن آهن:

۱- دو عامل مهم و موثر بر زنگ زدن آهن؛ وجود اکسیژن (O_2) و وجود رطوبت (H_2O) می باشد. هرچه غلظت اکسیژن و مقدار آب و بخار آن در محیط بیشتر باشد، سرعت و مقدار خوردگی بیشتر خواهد بود.

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

۲- در واکنش خوردگی آهن ؛

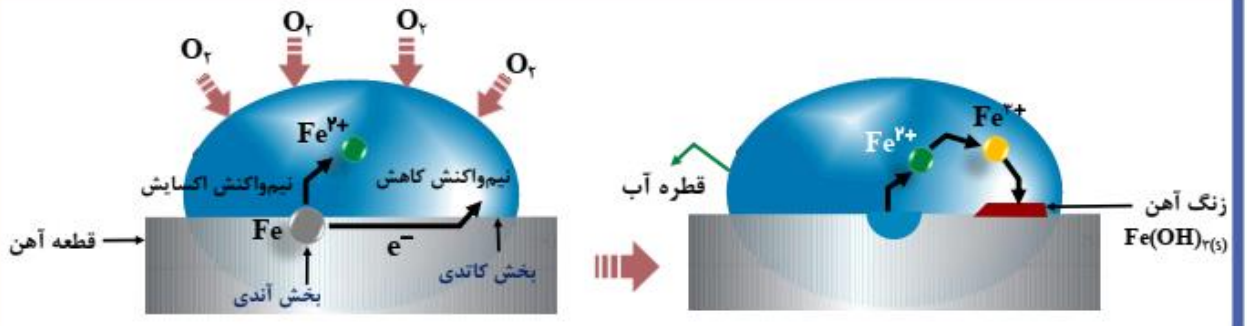
a) آب مدار بیرونی است و وجود آن برای جابه جایی یون Fe^{2+} پس از اکسایش ضروری است. (رسانای یونی)

b) خوردگی آهن نقش مدار داخلی را دارد و رسانای الکترونی است.

۳- استفاده از الکترولیت مناسب مانند NaCl ، سرعت زنگ زدن را افزایش می دهد.

(نمک خنثی و نمک های اسیدی)

۴- آهن در محیط اسیدی بهتر و بیشتر اکسید شده و زنگ می زند زیرا اکسیژن (O_2) در محیط اسیدی E^o بزرگتر داشته ($E^o = +1/23\ V$) و اکسنده قوی تری است.



: نیم‌واکنش کاهش

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

: نیم‌واکنش‌های اکسایش

$$I)\ Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq)+2e^-$$

$$II)\ Fe^{2+}(aq) \xrightarrow{\text{به کمک } O_2 \text{ و } H_2O} Fe^{3+}(aq)+e^-$$

واکنش کلی : $4Fe(s)+3O_2(g)+6H_2O(l) \longrightarrow 4Fe(OH)_3(s)$

رسوب قرمز مایل به قهوه‌ای زنگ‌آهن

نکات فرایند زنگ‌زدن آهن:

۱- بخشی از قطعه آهن که در آن نیم‌واکنش اکسایش اتم‌های آهن انجام می‌گیرد، نقشی همانند آند یک سلول گالوانی را دارد.

۲- بخشی از آهن که در آن نیم‌واکنش کاهش مولکول‌های اکسیژن انجام می‌گیرد، نقشی همانند کاتد یک سلول گالوانی را دارد.

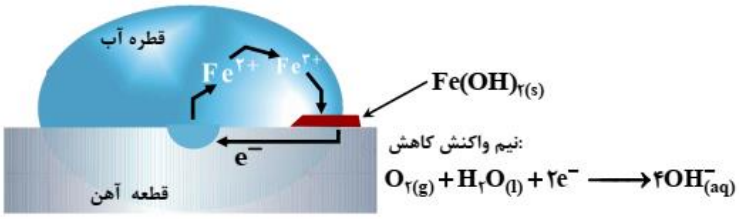
۳- قطره آب، نقشی همانند الکترولیت یک سلول گالوانی را دارد و کاتیون‌های $Fe^{2+}(aq)$ و آنیون‌های $OH^-(aq)$ در آن جابه‌جا می‌شوند.

۴- الکترون‌های حاصل از اکسایش اتم‌های آهن، همانند یک سلول گالوانی از بخش آندی به بخش کاتدی از طریقه قطعه آهنی، مهاجرت می‌کنند.

۵- رسوب قرمز مایل به قهوه‌ای رنگ $Fe(OH)_3(s)$ (زنگ آهن)، در بخش کاتدی تشکیل می‌شود.

توجه! آلومینیم $(E^\circ(Al^{3+}/Al)=-1/66V)$، فلزی فعال است که به سرعت در هوا اکسید می‌شود ولی خورده نمی‌شود. این فلز با تشکیل لایهٔ متراکم و چسبنده Al_2O_3 از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند به‌طوری که لایه‌های زیرین برای مدت طولانی دست‌نخورده باقی می‌مانند و استحکام خود را حفظ می‌کنند.

تمرین ۳۷– در شکل زیر که فرآیند زنگ زدن آهن را نشان می دهد، چند مورد به نادرستی مشخص شده است؟



۱) صفر
۲) یک
۳) دو
۴) ۳

تمرین ۳۷– در بار ه زنگ زدن آهن ، کدام موارد زیر درست است؟

تجربی داخل ۱۴۰۲

الف) در این فرایند، فلز، نقش اکسنده و نافلز، نقش کاهنده را دارد.
ب) Fe^{2+} ، به‌صورت غیرمستقیم در تشکیل زنگ آهن نقش دارد.
پ) رطوبت به‌عنوان یکی از اجزای فرایند، در نیم‌واکنش اکسایش نقش دارد.
ت) در انجام واکنش کلی، مواد شرکت‌کننده با سه حالت فیزیکی متفاوت نقش دارند.

۱) «الف» و «پ» ۲) «ب» و «ت» ۳) «الف» و «ت» ۴) «ب» و «پ»

تمرین ۳۸– در بار ه زنگ زدن آهن ، چند مورد از موارد زیر درست است؟

تجربی داخل ۱۴۰۲

★ E° واکنش کلی آن مثبت است.
★ تنها فراوردهٔ نیم‌واکنش اکسایش، آنیونی محلول در آب است.
★ گونه‌های اکسنده و کاهنده در واکنش کلی، به‌ترتیب گاز و جامدند.
★ به‌ازای تبدیل هر مول فلز آهن به زنگ آهن، سه مول الکترون مبادله می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تمرین ۳۹– با توجه به E^o های داده شده کدام مطلب (های) زیر درست است؟

$$E^\circ(Pt^{2+}/Pt)=+1/25(V)\ ,E^\circ(Au^{3+}/Au)=+1/50(V)\ ,E^\circ(Ag^+/Ag)=+0/80(V)$$
$$O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \longrightarrow 2H_2O(l)\quad ,\quad E^\circ=+1/23(V)$$
$$O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)\quad ,\quad E^\circ=0/40(V)$$

۱) قدرت اکسندگی اکسیژن، درمحیط اسیدی بیش‌تر از محیط خنثی است.
۲) نقره با پتانسیل کاهشی مثبت، در حضور اکسیژن اکسایش نمی‌یابد و همانند طلا و پلاتین، جزو فلزات نجیب است.
۳) قدرت اکسندگی اکسیژن در محیط‌های اسیدی و خنثی، از قدرت اکسندگی کاتیون‌های فلزات نجیب، کمتر است.
۴) سرعت و شدت خوردگی آهن $(E^\circ(Fe^{2+}/Fe)=-0/44V)$، با کاهش pH محیط، افزایش می‌یابد.
۵) قدرت کاهندگی آلومینیم $(E^\circ(Al^{3+}/Al)=-1/66V)$ بیشتر از آهن $(E^\circ(Fe^{2+}/Fe)=-0/44V)$ است و در شرایط یکسان، شدیدتر از آهن دچار خوردگی می‌شود.

تماس دو فلز در هوای مرطوب و رقابت برای اکسایش یافتن (حفاظت کاتدی)

فداکاری فلزها برای حفاظت آهن

هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند. بدیهی است که فلز کاهنده‌تر در این رقابت برنده می‌شود. برای پیش بینی فلز برنده باید از پتانسیل کاهشی استاندارد کمک گرفت. اینک به E° فلزهای زیر توجه کنید.

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

$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76\ V$ $\quad$ $E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2/37\ V$

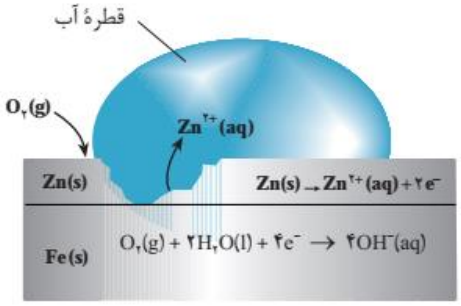
تصور کنید فلز روی یا منیزیم در هوای مرطوب با آهن تماس داشته باشد، با توجه به E° آنها بی‌شک روی یا منیزیم است که در رقابت برنده شده و اکسید می‌شود. اکسایشی که نشان از فداکاری آنها داشته و سبب پیشگیری از اکسایش آهن خواهد شد. این در حالی است که اگر فلز مس در تماس با آهن باشد در این رقابت، آهن دچار خوردگی می‌شود. اینک می‌پذیرید که مهندسین با تکیه بر دانش الکتروشیمی توانسته‌اند روش‌های عملی و مؤثرتری برای حفاظت از آهن در محیط‌های گوناگون به‌کارگیرند (شکل ۱۴).

باید توجه داشت که با گذشت زمان منیزیم اکسایش یافته و مصرف می‌شود. از این رو باید به شکل دوره‌ای تکه‌های منیزیم را تعویض کرد.

شکل ۱۴ـ حفاظت از آهن با منیزیم ، آ) بدنه کشتی ب) لوله‌های نفتی

فداکاری فلز روی برای حفاظت از آهن سبب شد تا در صنعت ورقه‌های آهنی با پوششی از فلز روی تهیه شود. این نوع آهن به **آهن گالوانیزه**[1] (آهن سفید) معروف است و در ساخت تانکر آب، کانال کولر و... به کار می‌رود.

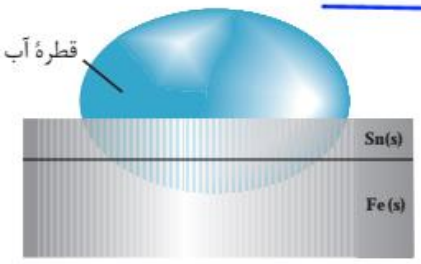
هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می‌آید، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می‌گیرند و برای اکسایش رقابت می‌کنند. بدیهی است که فلز روی، اکسید شده و آهن محافظت می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ رقابت آهن و روی در آهن گالوانیزه

خود را بیازمایید

شکل زیر بخشی از یک ورقهٔ آهنی را نشان می‌دهد که با لایهٔ نازکی از قلع پوشیده شده است. به این نوع آهن، حلبی می‌گویند. از ورقه‌های حلبی برای ساختن قوطی‌های روغن نباتی و کنسرو استفاده می‌شود. با مراجعه به جدول E°:



آ) در اثر ایجاد خراش در سطح این نوع آهن، کدام فلز خورده می‌شود؟ کدام فلز در برابر خوردگی محافظت می‌شود؟

ب) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.

پ) توضیح دهید چرا برخلاف حلبی از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده کرد؟

نکات مربوط به تماس دو فلز در هوای مرطوب:

۱- فلزی که در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر است و E° کوچک‌تری دارد، نقش آند را بر عهده دارد و اکسایش می‌یابد.

۲- فلزی که در سری الکتروشیمیایی بالاتر است و E° بزگ‌تری دارد، نقش کاتد را بر عهده دارد و محافظت می‌شود.

۳- نیم‌واکنش کاهشِ اکسیژن در سطح فلزی که کاهندگی کم‌تری دارد و نقش کاتد را برعهده دارد، انجام می‌شود.

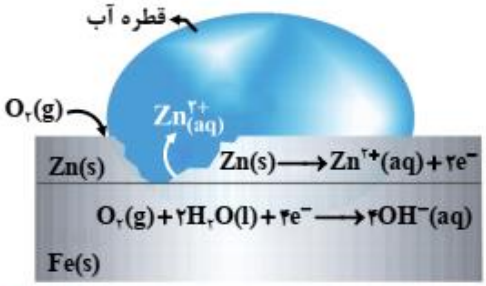
۴- نیم‌واکنش اکسایش، در سطح فلزی که کاهندگی بیش‌تری دارد و نقش آند را برعهده دارد، انجام می‌شود.

۵- الکترون‌های حاصل از اکسایش فلز کاهنده‌تر، در سطح کاتد(فلز با کاهندگی کم‌تر) موجب کاهش اکسیژن می‌شوند.

۶- نیم واکنش کاهش، همواره در محیط خنثی به صورت $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$ است.

۷- فلزاتی مانند آهن که به طور طبیعی دچار خوردگی می‌شوند، در صورت تماس با فلزاتی که کاهندگی کمتری نسبت به آن‌ها دارند، سریع‌تر و شدیدتر خورده می‌شوند.

آهن گالوانیزه



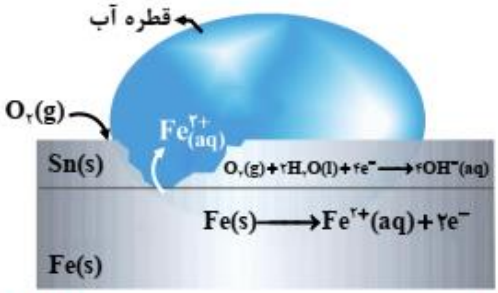
نیم‌واکنش کاهش :

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

نیم‌واکنش اکسایش :

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

حلبی



نیم‌واکنش کاهش :

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

نیم‌واکنش اکسایش :

$Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

تمرین ۴۰– در تماس بین منیزیم و آهن در هوای مرطوب و با توجه به E^o ها کدام مطلب (های) زیر درست است؟

$$E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44(V),\quad E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2/37(V)$$

۱) در رقابت بین منیزیم و آهن برای اکسایش یافتن، منیزیم برنده می‌شود.

۲) منیزیم، نقش کاهنده و مولکول‌های اکسیژن، نقش اکسنده را دارند.

۳) منیزیم، نقش آند را دارد و اکسایش می‌یابد و آهن، نقش کاتد را دارد و محافظت می‌شود.

۴) الکترون‌های حاصل از اکسایش منیزیم، در سطح منیزیم، مولکول‌های اکسیژن را می‌کاهند.

تمرین ۴۱–در صورت تماس دو فلز در هوای مرطوب و با توجه به E^o ها کدام مطلب (های) زیر درست است؟

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

$$E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2/37V\quad ,\quad E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44V$$

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

۱) در تماس فلز روی با مس، فلز مس از خوردگی محافظت می‌شود و روی اکسایش می‌یابد.

۲) تماس مس با آهن، موجب تسریع و تشدید فرایند خوردگی آهن می‌شود.

۳) برای حفاظت کاتدی اشیای فولادی(آهنی)، از بین فلزات داده شده، منیزیم مناسب‌تر است.

۴) در تماس مس و منیزیم، منیزیم نقش کاهنده و کاتیون‌های مس، نقش اکسنده را دارند.

تمرین ۴۱– با توجه به شکل که قطعه ای خراشیده شده از نوعی آهن در هوای مرطوب را نشان می دهد، کدام مطلب (های) زیر درست است؟

۱) در صورت خراشیدگی حلبی در هوای مرطوب، آهن اکسید شده و از قلع محافظت می‌شود.

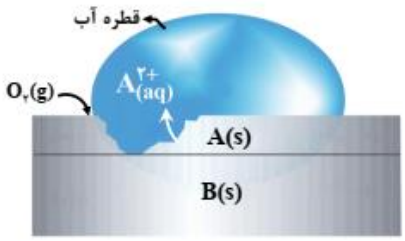
۲) در حلبی خراشیده شده در هوای مرطوب، نیم‌واکنش $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$ در سطح فلز قلع، انجام می‌شود.

۳) در حلبی خراشیده شده در هوای مرطوب، کاتیون‌های $Fe^{2+}(aq)$ وارد قطره آب می‌شوند.

۴) در صورت خراشیدگی حلبی در هوای مرطوب، آهن سریع‌تر و شدیدتر دچار خوردگی می‌شود.

۵) برای ساخت قوطی‌های نگهداری مواد غذایی، از حلبی که آلیاژی از فلز قلع و آهن است، استفاده می‌شود.

تمرین ۴۲– با توجه به شکل که قطعه ای خراشیده شده از نوعی آهن در هوای مرطوب را نشان می دهد، کدام مطلب (های) زیر درست است؟



۱) $A(s)$، فلز روی و $B(s)$، فلز آهن را می‌تواند نشان دهد.

۲) $A^{2+}(aq)$، کاتیون $Fe^{2+}(aq)$ است که وارد آب شده است.

۳) $A(s)$، نقش آند را دارد و $B(s)$، نقش کاتد را دارد و محافظت می‌شود.

۴) نیم‌واکنش $O_2(g)+2H_2O(l)+4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$، در سطح فلز $B(s)$ انجام می‌شود.

۵) شکل مربوط به آهن سفید است که برای ساخت تانکر آب و کانال کولر از آن استفاده می‌شود.

پیوند با زندگی

در زندگی روزانه از وسایل و ابزار گوناگونی مانند وسایل آشپزخانه، شیرآلات ساختمان، دستگیره در و... استفاده می‌شود که فلز اصلی سازنده آنها آهن یا مس است. خوردگی این فلزها از یک سو سبب از بین رفتن زیبایی وسیله می‌شود و از سوی دیگر به سلامتی بدن آسیب می‌رساند. به همین دلیل، سطح اغلب این وسایل فلزی را با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می‌پوشانند (شکل ۱۶).

شکل ۱۶ـ نمونه‌هایی از برخی وسایل فلزی

پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، **آبکاری**[1] نام دارد. فرایندی که در سلول الکترولیتی انجام می‌شود.

خود را بیازمایید

آبـکاری فـلزات

شکل زیر آبکاری یک قاشق فولادی را با فلز نقره نشان می‌دهد با توجه به آن:

آ) قاشق فولادی به کدام قطب باتری متصل است؟

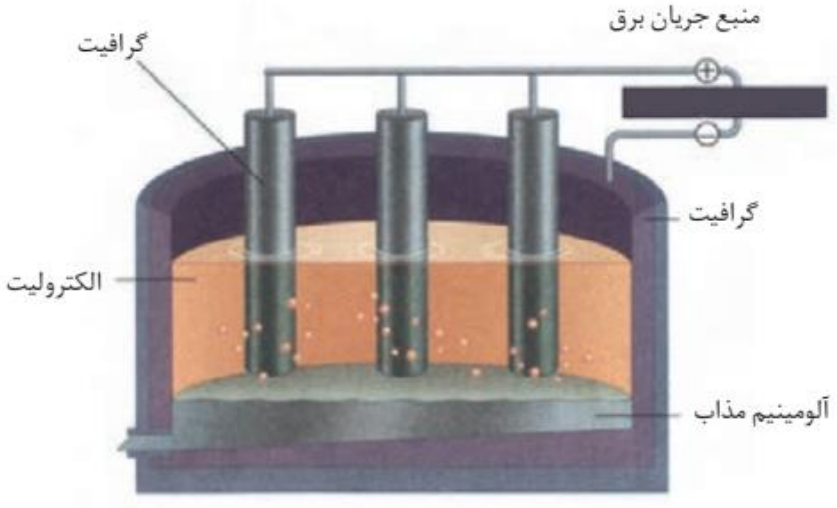
ب) نیم واکنش کاتدی را بنویسید.

پ) چرا الکترولیت را محلولی از نمک نقره انتخاب کرده‌اند؟

برخی فلزها با اینکه اکسایش می‌یابند اما خورده نمی‌شوند. از این فلزها می‌توان برای ساخت وسایل گوناگونی بهره برد که برای مدت طولانی‌تری استحکام خود را حفظ می‌کنند. آلومینیم یکی از این فلزهاست. فلزی فعال که به‌سرعت در هوا اکسید می‌شود ($E^\circ (Al^{3+}/Al = -1/66V$). این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم Al_2O_3 از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند به‌طوری که لایه‌های زیرین برای مدت طولانی دست نخورده باقی می‌ماند و استحکام خود را حفظ می‌کند. این ویژگی آلومینیم سبب شده که از آن در ساخت لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و ... استفاده کرد (شکل ۱۷).

با این توصیف فلز آلومینیم نقش کلیدی در صنایع گوناگون دارد و فناوری تولید آن بسیار ارزشمند است. آلومینیم همانند دیگر فلزهای فعال در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود از این رو این فلز هم از برقکافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید. رایج‌ترین روشی که به **فرایند هال**[1] معروف است (شکل ۱۸).

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



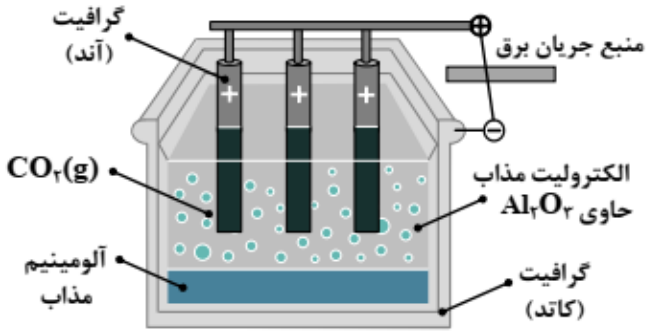
شکل ۱۸ـ فرایند هال برای تولید آلومینیم از Al_2O_3

فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینهٔ بالایی دارد؛ از این رو با بازیافت فلز آلومینیم می‌توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدید ناپذیر طبیعت، برخی از هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد. برای نمونه تولید قوطی‌های آلومینیمی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷درصد از انرژی لازم برای تهیهٔ همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

خود را بیازمایید

لوحه آموزشی زیر، آبکاری یک قاشق مسی را با فلز نقره نشان می‌دهد. درباره آن در کلاس گفت‌وگو کنید.

سلول هال



نیم‌واکنش کاهش (نیم‌واکنش کاتدی) : $Al^{3+}(l)+3e^- \longrightarrow Al(l)$

نیم‌واکنش اکسایش(نیم‌واکنش آندی) : $2O^{2-}(l)+C(s) \longrightarrow CO_2(g)+4e^-$

واکنش کلی: $\underbrace{4Al^{3+}(l)+6O^{2-}(l)}_{2Al_2O_3(l)}+3C(s) \longrightarrow 4Al(l)+3CO_2(g)$

نکات فرایند هال:

۱- در سلول هال، آند و کاتد از جنس گرافیت هستند و کاتد بدنه ظرف محسوب می‌شود.

۲- تیغه‌های آند با گذشت زمان به علت واکنش با اکسیژن، خورده می‌شوند و باید به‌صورت دوره‌ای تعویض شوند.

۳- چگالی آلومینیم از چگالی الکترولیت سلول بیشتر است، به همین دلیل آلومینیم درکف سلول جمع می‌شود.

۴- فرایند هال به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد، درحالی‌که در صورت بازیافت آلومینیم، ضمن افزایش عمر یکی از منابع تجدید ناپذیر طبیعت، برخی هزینه‌های تولید این فلز کاهش می‌یابد.

۵- تولید قوطی‌های آلومینیمی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷ درصد از انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.

تمرین ۴۲– با توجه به فرآیند هال، کدام مطلب (های) زیر درست است؟

۱) در آند سلول، نیم‌واکنش $2O^{2-}(l)+C(s) \longrightarrow CO_2(g)+4e^-$ انجام می‌شود.

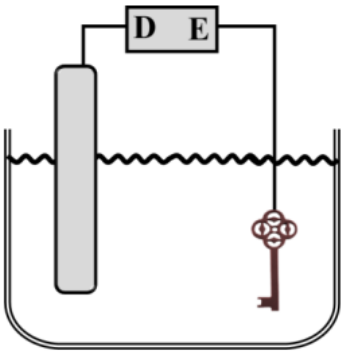
۲) آند و کاتد از جنس گرافیت هستند و آند سلول در واکنش شرکت می‌کند و مصرف می‌شود.

۳) به ازای اکسایش هر مول کربن، ۴ مول الکترون بین الکترودهای آند و کاتد مبادله می‌شود.

۴) به ازای کاهش هر مول یون آلومینیم در کاتد، ۳ مول الکترون مبادله می‌شود.

۵) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در واکنش کلی موازنه شدهٔ سلول، با شمار الکترون‌های مبادله شده در واکنش، برابر است.

تمرین ۴۳– شکل زیر آبکاری کلید فولادی (آهنی)، توسطفلز نقره را نشان می دهد. با توجه به آن، کدام مطلب (های) زیر، درس ت است؟



۱) D، قطب منفی و E، قطب مثبت باتری را نشان می‌دهد.

۲) کلید نقش کاتد را دارد و کاتیون‌های نقره در سطح آن کاهش می‌یابند.

۳) اگر کلید به قطب D و تیغه نقره به قطب E باتری متصل شود، نیم‌واکنش $Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq)+2e^{-}$ در سطح کلید انجام می‌شود.

۴) الکترولیت سلول می‌تواند محلول $FeSO_4(aq)$ باشد.

۵) غلظت کاتیون‌های نقره، طی فرایند آبکاری ثابت می‌ماند.

تمرین ۴۴– از انرژی الکتریکی آزاد شده از چند سلول گالوانی تشکیل شده از الکترودهای زیر می توان برای آبکاری یک قطعه مسی با طلا استفاده کرد؟

تجربی داخل ۱۴۰۱

a) $E^o\ Al^{3+}/Al = -1/66\ V$, b) $E^o\ Au^{3+}/Au = +1/50\ V$

c) $E^o\ Zn^{2+}/Zn = -0/76\ V$, d) $E^o\ Cu^{2+}/Cu = +0/34\ V$

۱) دو ۲) سه ۳) چهار ۴) پنج

تمرین‌های دوره‌ای

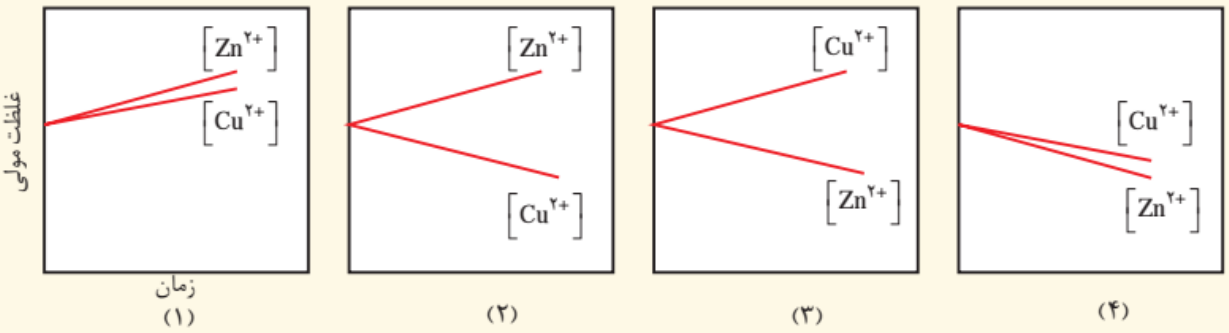
۱ـ برای هر یک از جمله‌های زیر دلیلی بنویسید.

آ) فلز پلاتین را می‌توان در بخش‌های مختلف بدن هنگام جراحی به کار برد.

ب) فلوئور، اکسنده‌ترین عنصر در جدول دوره‌ای است.

پ) عدد اکسایش اکسیژن در OF_2 برابر با ۲+ است.

۲ ـ با مراجعه به جدول ۱، توضیح دهید کدام نمودار تغییر غلظت یون‌ها را در سلول گالوانی روی ـ مس در بخشی از زمان نشان می‌دهد.



۳ـ emf سلولی که واکنش زیر در آن رخ می‌دهد برابر با ۱/۹۸ V است. E° نیم سلول A را حساب کرده و با مراجعه به جدول ۱، مشخص کنید A کدام فلز است؟

$$A(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow A^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

۴ـ عدد اکسایش اتم نشان داده شده با ستاره را مشخص کنید.

آ) $\overset{*}{S}O_4^{2-}$

ب) $H-\overset{H}{\underset{|}{C}}=\overset{*}{C}-H$ (H: $H-C=C-H$)

پ) $H-\overset{*}{C}-\overset{*}{C}-O-H$ (H: $H-C-C-O-H$)

۵ ـ در هر یک از واکنش‌های زیر گونه‌های اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

آ) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

ب) $Cl_2(g) + 2KI(aq) \rightarrow I_2(s) + 2KCl(aq)$

پ) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

۶ ـ باتری‌های روی ـ نقره از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آنها واکنش زیر انجام می‌شود.

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

آ) گونه‌های اکسنده و کاهنده را در آن مشخص کنید.

ب) آند و کاتد را در این باتری مشخص کنید.

۷ـ با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

نیم‌واکنش کاهش	E°(V)
$A^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow A(s)$	+۱/۳۳
$B^{۲+}(aq) + ۲e^{-} \rightarrow B(s)$	+۰/۸۷
$C^{۳+}(aq) + e^{-} \rightarrow C^{۲+}(aq)$	−۰/۱۲
$D^{۳+}(aq) + ۳e^{-} \rightarrow D(s)$	−۱/۵۹

آ) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین اکسنده است؟

ب) کدام گونه قوی‌ترین و کدام ضعیف‌ترین کاهنده است؟

پ) کدام گونه(ها) می‌توانند $C^{۲+}$ را اکسید کنند؟

۸ـ با توجه به واکنش‌های زیر که به‌طور طبیعی انجام می‌شوند، گونه‌های کاهنده و گونه‌های اکسنده را بر حسب کاهش قدرت مرتب کنید.

$۲Cr^{۲+}(aq) + Sn^{۲+}(aq) \rightarrow ۲Cr^{۳+}(aq) + Sn(s)$

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

$Fe(s) + ۲Cr^{۳+}(aq) \rightarrow Fe^{۲+}(aq) + ۲Cr^{۲+}(aq)$

۹ـ با توجه به جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد توضیح دهید محلول هیدروکلریک اسید را در کدام ظرف (مسی یا آهنی) می‌توان نگه داشت؟

۱۰ـ قدر مطلق پتانسیل کاهشی دو عنصر X و Y در زیر داده شده است. هنگامی‌که این دو نیم‌سلول را به هم وصل می‌کنیم، جریان الکتریکی از اتم X به اتم Y برقرار می‌شود و با اتصال نیم‌سلول X به نیم‌سلول هیدروژن، الکترون‌ها از اتم X به سمت نیم‌سلول هیدروژن جاری می‌شوند. نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی شامل این دو نیم‌سلول را حساب کنید.

$Y^{۲+} + ۲e^{-} \rightarrow Y \qquad |E^{\circ}| = ۰/۳۴ \text{ V}$

$X^{۲+} + ۲e^{-} \rightarrow X \qquad |E^{\circ}| = ۰/۲۵ \text{ V}$

۱۱ـ شیمی‌دان‌ها در برخی سلول‌های الکتروشیمیایی برای انجام واکنش اکسایش ـ کاهش از نور بهره می‌برند و آنها را سلول نور الکتروشیمیایی می‌نامند.

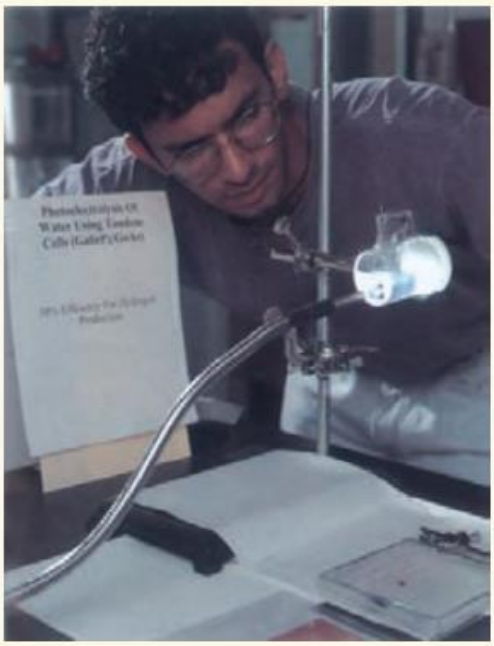
در نمونه‌ای از آنها که برای تهیه گاز هیدروژن از آب به کار می‌رود، با توجه به نیم‌واکنش‌های زیر:

$SiO_2(s) + 4H^+(aq) + 4e \rightarrow Si(s) + 2H_2O(l)$ ، $E^\circ = -0/84\ V$

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

آ) نیم سلول آند و کاتد را مشخص و emf سلول را حساب کنید.

ب) یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که افزون بر emf، بازده و سرعت انجام واکنش در این سلول پایین است، با این توصیف چرا برخی استفاده از آنها را برای تهیه گاز هیدروژن مناسب می‌دانند؟



۱۲ـ در یک آزمایش چهارفلز A، B، C و D رفتارهای زیر را نشان داده‌اند:

- فقط فلزهای A و C با محلول ۰/۱ M هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن تولید می‌کنند.

● با قرار دادن فلز C در محلول‌های حاوی یون‌های D^{2+}، B^{2+} و A^{2+} به ترتیب فلزهای D، B و A رسوب می کنند.

● یون B^{2+} اکسنده قوی‌تری از D^{2+} است.

با توجه به این داده‌ها، ترتیب کاهندگی این چهار فلز را مشخص کنید.

۱۳ـ جدول زیر نیروی الکتروموتوری سه سلول گالوانی را نشان می‌دهد:

	B^{2+}/B	C^{2+}/C
A^{2+}/A	۰/۸۹ V	۰/۵۸ V
B^{2+}/B	–	۰/۳۱ V

اگر $E^\circ C^{2+}/C = ۰/۰۰$ V و فلز A با یون C^{2+} واکنش ندهد:

آ) مقدار پتانسیل کاهشی استاندارد را برای دو عنصر A و B به‌دست آورید.

ب) نماد اکسنده‌ترین و کاهنده‌ترین گونه را بنویسید.

تست درس چربی ـ صابون ـ کلوئید

● **اسیدهای کربوکسیلیک:** $R-COOH$ یا $C_nH_{2n}O_2$

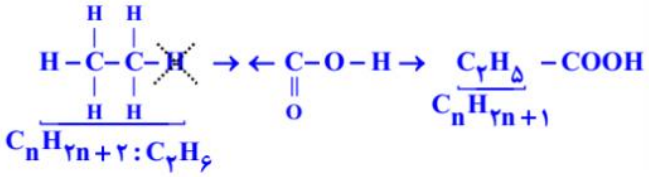
۱- دسته‌ای از ترکیبات آلی که حداقل یک گروه $-C(=O)-\ddot{O}-H$ یا $COOH$ دارند و فرمول کلی آن‌ها $R-COOH$ است. (هرگاه در ترکیبی $COOH$ باشد پیوند هیدروژنی دارد)

۲- کربوکسیلیک اسیدها دارای ۲ بخش قطبی و ناقطبی‌اند و حداکثر تا ۵ کربن در آب محلولند.

● **اسید چرب:** $R-COOH$

خارج از کتاب

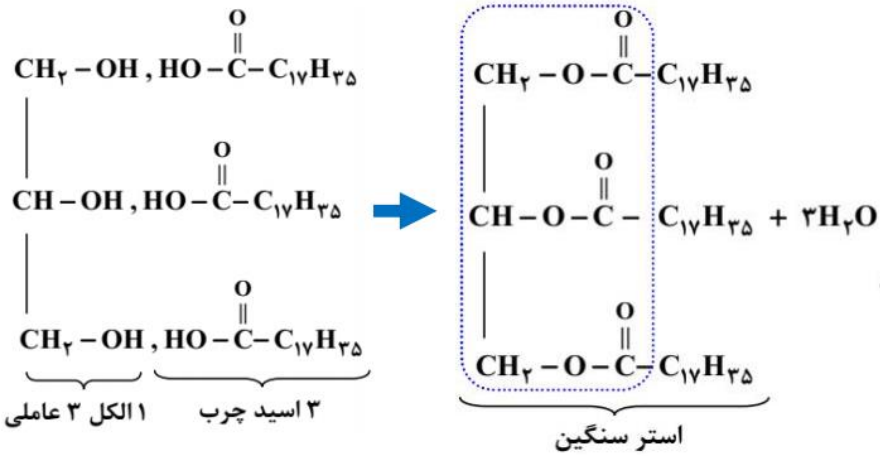
اگر R اسیدهای کربوکسیلیک دراز زنجیر باشد به آن اسید چرب می‌گویند (معمولاً ۱۴ تا ۱۸ کربن)

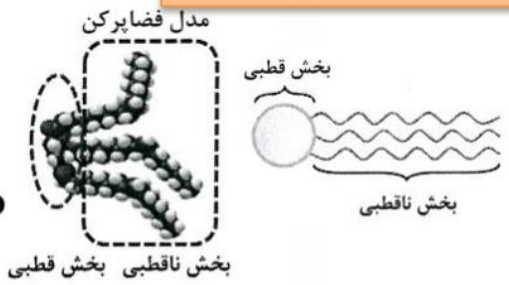


مثال : اسید چربی که R آن ۱۷ کربنه باشد وسیر شده باشد:

$C_nH_{2n+1}COOH \longrightarrow$

تهیه چربی کوهان شتر





چربی کوهان شتر: $C_{57}H_{110}O_6$

واکنش کلی تهیه صابون جامد:

از آنجا که به لطف کتاب درسی! چربی‌ها خود دو دسته هستند، که شامل:

۱- استرهای سنگین(غالباً سه عاملی)

۲- اسیدهای چرب می‌باشند، واکنش تهیه صابون را به دو صورت می‌توان در نظر گرفت:

۱) $\underbrace{(RCOO)_3C_3H_5}_{\text{استرهای سنگین(غالباً سه عاملی)}} + 3NaOH \longrightarrow \underbrace{3RCOONa}_{\text{(صابون)}} + \underbrace{C_3H_5(OH)_3}_{\text{فراورده‌های دیگر}}$

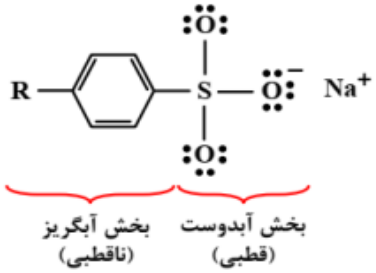
جهت اطلاع!

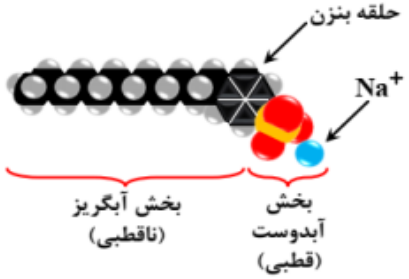
۲) $\underbrace{RCOOH_{(s)}}_{\text{اسید چرب(R دراز زنجیر!)}} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow \underbrace{RCOONa_{(aq)}}_{\text{(صابون)}} + H_2O_{(l)}$

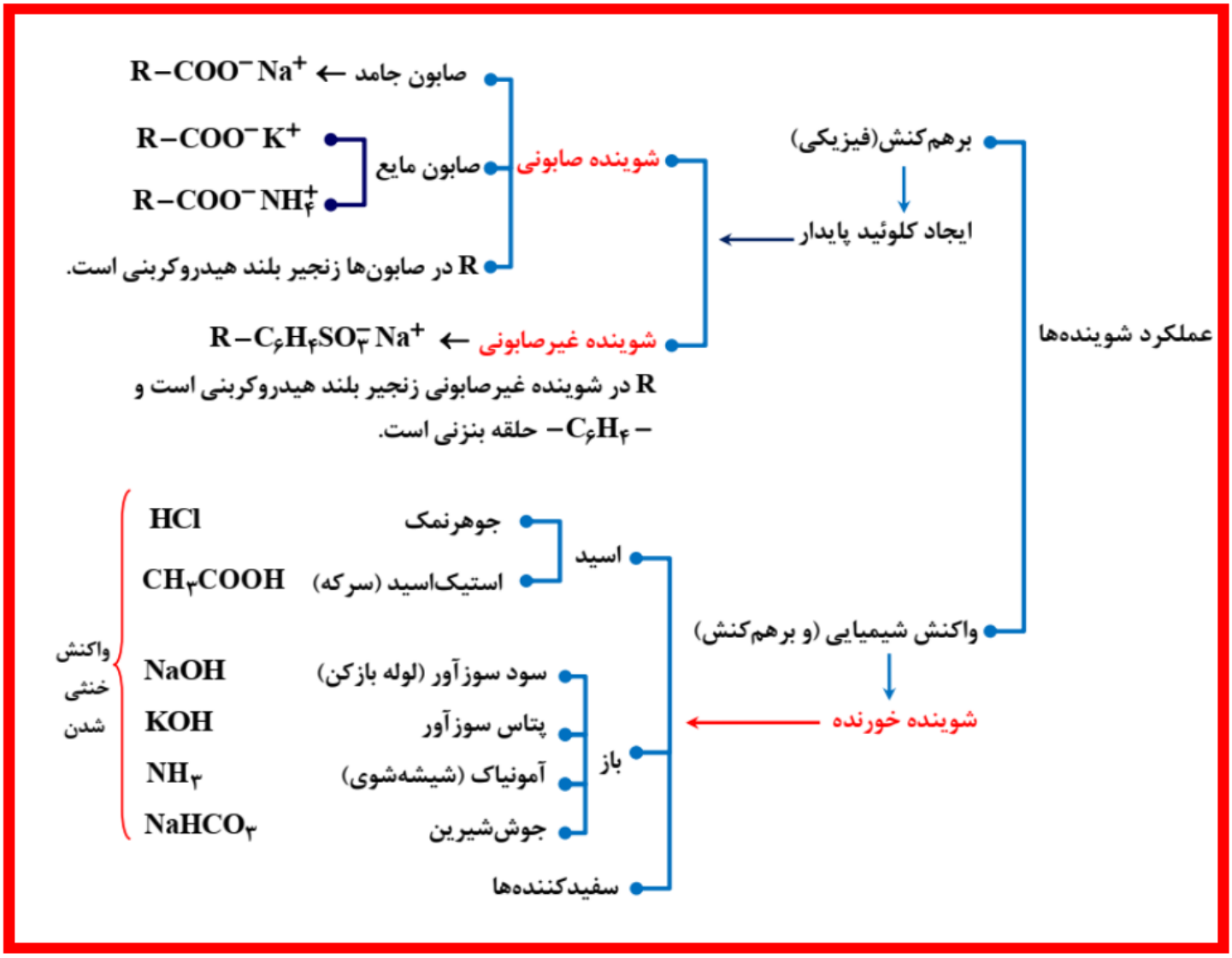
	شوینده های صابونی	شوینده های غیرصابونی
فرمول ساختاری	$R-COO^-Na^+$	$R\text{-}C_6H_4SO_3^-Na^+$
بخش ناقطبی	R	
بخش قطبی	$-COO^-$	SO_3^-
تعداد الکترون ناپیوندی	۵ جفت	۹ جفت
کربن های غیرمتصل به H	۱ اتم کربن	۲ اتم کربن
حلقه بنزنی	ندارد(آروماتیک نیست)	دارد(آروماتیک است)
تعداد اکسیژن	۲	۳
قدرت پاک کنندگی	وابسته به نوع آب، دما، نوع پارچه، وجود آنزیم، مقدارصابون است. در آب سخت کف نمی کند.	نسبت به شوینده های صابونی با تعدادکربن برابر، بیشتر است. ودر آب سخت رسوب می کند.
مواد اولیه و چگونگی تولید	از گرم کردن روغن های گوناگون یا چربی، باسدیم هیدروکسید، تولید می شود.	ازمواد پتروشیمایی طی مراحل پیچیده تولید می شود.
معایب یا مزیت	معایب : منابع محدود، گران، قدرت پاک کنندگی کم و...	مزیت: ارزان، تولید انبوه، در اب سخت کف می کند و...
عملکرد	بر اساس برهمکنش های فیزیکی و خاصیت کلوئیدی	بر اساس برهمکنش های فیزیکی و خاصیت کلوئیدی

ساختار پاک کننده غیرصابونی:

- فرمول عمومی $R\text{-}C_6H_4SO_3^-Na^+$
- R زنجیر کربنی و ناقطبی
- C_6H_4 حلقه بنزنی و ناقطبی
- SO_3^- بخش قطبی و آبدوست
- Na^+ بخش کاتیونی






عملکرد شوینده‌ها
برهم‌کنش(فیزیکی)
ایجاد کلوئید پایدار
شوینده صابونی
صابون جامد ← $R-COO^-Na^+$
صابون مایع
$R-COO^-K^+$
$R-COO^-NH_4^+$
R در صابون‌ها زنجیر بلند هیدروکربنی است.
شوینده غیرصابونی ← $R-C_6H_4SO_3^-Na^+$
R در شوینده غیرصابونی زنجیر بلند هیدروکربنی است و
$-C_6H_4-$ حلقه بنزنی است.
واکنش شیمیایی (و برهم‌کنش)
شوینده خورنده
اسید
جوهرنمک
HCl
استیک‌اسید (سرکه)
CH_3COOH
باز
سود سوزآور (لوله بازکن)
NaOH
پتاس سوزآور
KOH
آمونیاک (شیشه‌شوی)
NH_3
جوش‌شیرین
$NaHCO_3$
واکنش خنثی شدن
سفیدکننده‌ها

تست های کنکور ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳

1ـ با توجه به مطالب کتاب درسی، اگر اتم‌های هیدروژن حلقهٔ بنزنی در یک پاک‌کنندهٔ دارای ۱۸ اتم کربن و با زنجیر هیدروکربنی سیرشده، با گروه متیل جایگزین شود، جرم مولی آن، به تقریب چند درصد افزایش می‌یابد؟

$(H=1, C=12, O=16, Na=23, S=32 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۲ ۲) ۱۶ ۳) ۱۸ ۴) ۲۴

تجربی داخل ۱۴۰۳

2ـ با توجه به مطالب کتاب درسی، اگر تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن و کربن در یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده، برابر ۱۱ باشد، جرم مولی آن، برابر چند گرم است؟

$(H=1, C=12, O=16, Na=23, S=32 : g.mol^{-1})$

۱) ۳۴۶ ۲) ۳۴۸ ۳) ۳۵۰ ۴) ۳۵۲

تجربی خارج ۱۴۰۳

3ـ کدام مورد درست است؟

ریاضی خارج ۱۴۰۳

۱) در فرایند پاک کردن لکهٔ چربی از روی پارچه، آنزیم می‌تواند نقش کاتالیزگر داشته باشد.

۲) افزودن صابون به مخلوط ناهمگن آب و روغن، آن را به مخلوط پایدار و همگن تبدیل می‌کند.

۳) انحلال صابون در آب، مانند انحلال آمونیوم نیترات در آب، نوعی انحلال مولکولی به شمار می‌آید.

۴) اگر صابون حاصل از واکنش چربی با نمک فلزهای قلیایی خاکی دوره‌های سوم و چهارم جدول تناوبی به آب اضافه شود، کلوئید تشکیل می‌شود.

4ـ کدام مورد درست است؟

۱) واکنش: $2Al(s) + 2NaOH(s) + 6H_2O(l) \rightarrow 2Na[Al(OH)_4](aq) + 3H_2(g)$، گرماگیر است و خاصیت پاک‌کنندگی دارد

۲) هرچه خاصیت آب‌گریزی پارچه بیشتر باشد، پاک کردن لکهٔ چربی از آن به‌وسیلهٔ صابون، آسان‌تر است.

۳) سر آب‌دوست مولکول صابون، دارای بار منفی و سر آب‌گریز آن، دارای بار مثبت است.

۴) جرم مولی صابون، از جرم مولی اسید چرب هم‌کربن آن، بیشتر است.

ریاضی داخل ۱۴۰۳

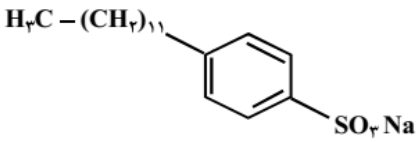
۵/۲ـ با توجه به ساختار چهار ترکیب داده‌شده، کدام موارد زیر درست است؟

$(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ , Na = ۲۳ , S = ۳۲: g.mol^{-۱})$

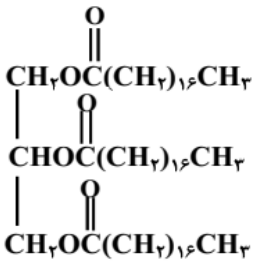
تجربی داخل ۱۴۰۲

$CH_۳(CH_۲)_{۱۴}COONa$

ترکیب (۱)



ترکیب (۲)



ترکیب (۳)

$CH_۳(CH_۲)_{۱۶}COOH$

ترکیب (۴)

الف: قدرت پاک‌کنندگی ترکیب (۲) از قدرت پاک‌کنندگی ترکیب (۱)، بیشتر است.

ب: تفاوت جرم مولی ترکیب (۱) و (۲)، برابر جرم مولی چهارمین عضو خانوادهٔ آلکین است.

پ: نسبت شمار جفت الکترون پیوندی به شمار جفت الکترون ناپیوندی در آنیون ترکیب (۱)، برابر ۹/۸ است.

ت: از واکنش جداگانهٔ یک مول از ترکیب (۳) و یک مول از ترکیب (۴) با مقدار کافی سود سوزآور، ۲ مول صابون تشکیل می‌شود.

۱) الف و ت ۲) الف و ب ۳) ب و ت ۴) ب و پ

۶/۴ـ کدام مطلب، درست است؟

ریاضی داخل ۱۴۰۱

۱) پاک‌کننده‌های غیرصابونی، ترکیب‌های سیر شده به‌شمار می‌آیند.

۲) صابون‌های فسفات‌دار، قدرت ضدعفونی‌کنندگی بیشتری در مقایسه با صابون‌های معمولی دارند.

۳) قدرت پاک‌کنندگی صابون، به میزان توانایی آن در انجام واکنش شیمیایی با آلاینده‌های موجود در محیط بستگی دارد.

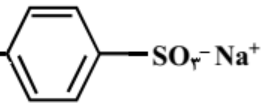
۴) شوینده‌های خورنده، واکنش‌دهنده‌های نامحلول را به فرآورده‌های محلول در آب تبدیل می‌کنند.

۷/۲ـ چند مورد از مطالب زیر درست است؟

تجربی داخل ۱۴۰۱

- اضافه کردن جوش شیرین به شوینده می‌تواند باعث افزایش قدرت پاک‌کنندگی آن شود.
- عسل، اوره و اتیلن گلیکول، از طریق جاذبه‌های بین مولکولی مشابه، در آب حل می‌شوند.
- «ایجاد کف» یکی از شواهد عینی تعیین عملکرد صابون در پاک‌کنندگی آلاینده‌های موجود در محیط است.
- مهم‌ترین تفاوت صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی، بخش قطبی تشکیل‌دهنده بار منفی در ساختار آن‌ها است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۸/۱ـ اگر به جای بخش یونی ترکیبی با فرمول  اتم هیدروژن جایگزین شود، ترکیبی به‌دست می‌آید که: $(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

تجربی خارج ۱۴۰۱

۱) جرم مولی آن، ۴/۱ برابر جرم مولی متیل متانوآت است.

۲) قابلیت سوختن آن در هوا در مقایسه با ترکیب نخست، کاهش می‌یابد.

۳) جرم مولی آن با جرم مولی آلکینی با فرمول: $C_۳H_۷ - C \equiv C - C_{۱۳}H_{۲۷}$، برابر است.

۴) انحلال‌پذیری آن در آب و حلال‌های قطبی در مقایسه با ترکیب نخست، افزایش می‌یابد.

۹/۱ـ کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟

ریاضی خارج ۱۴۰۱

الف- $(RCOO)_۲Mg$، برخلاف صابون جامد و صابون مایع، در آب نامحلول است.

ب- $RCOONa$ در آب سخت حل نمی‌شود و در آن، قدرت پاک‌کنندگی ندارد.

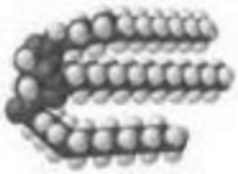
پ- آب سخت به آبی گفته می‌شود که در آن، یون‌های کلسیم یا پتاسیم یا منیزیم وجود دارد.

ت- بین مولکول‌های چربی و سر ناقطبی مولکول صابون در محیط آبی، نیروی جاذبه به‌وجود می‌آید.

۱) الف و ت ۲) الف و پ ۳) ب و پ ۴) ب و ت

۱۰/۴ـ شکل‌های زیر، مدل فضا پرکن سه ترکیب آلی را نشان می‌دهد. کدام موارد از مطالب زیر، درباره آنها، درست است؟

a


b

c

الف- b و c، هر دو از اجزای سازنده چربی‌اند.

ب- a و c، هم در چربی و هم در آب حل می‌شوند.

پ- از هر یک از ترکیب‌های a و b، می توان c را به‌دست آورد.

ت- مخلوط b با آب، با اضافه کردن c، به یک کلوئید تبدیل می‌شود.

ث- a نمایانگر یک کربوکسیلیک اسید با زنجیره بلند کربنی و c یک پاک‌کننده غیرصابونی است.

تجربی داخل ۱۴۰۱

۱) الف ـ ب ـ ث ۲) الف ـ ت ۳) پ ـ ت ـ ث ۴) پ ـ ت

11/4 ـ درباره یک پاک‌کننده غیرصابونی، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟
$(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ , Na = ۲۳ , S = ۳۲ : g.mol^{-۱})$

ریاضی داخل ۱۴۰۱

- همه اتم‌های آن، با پیوند کووالانسی به یکدیگر متصلند.
- در صنعت، با واکنش‌های پیچیده‌ای، از مواد پتروشیمیایی تولید می‌شود.
- عدد اکسایش گوگرد در آن، با عدد اکسایش گوگرد در هیدروژن سولفید، برابر است.
- به صورت سنّتی در شهر مراغه تولید می‌شود و به دلیل خاصیت بازی، برای موهای چرب مناسب است.
- اگر گروه آلکیل متصل به حلقه بنزنی در آن، دارای ۱۰ اتم کربن باشد، جرم مولی آن برابر ۳۲۲ گرم خواهد بود.

۱) سه ۲) چهار ۳) پنج ۴) دو

12/1 ـ غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم $(X^{۲+})$ در یک نمونه آب سخت به ترتیب ۰/۰۰۲۵ مولار و ۲۶۴ppm است. اگر ۲۷ گرم صابون جامد با جرم مولی $۳۰۰g.mol^{-۱}$ به ۲/۵ لیتر از این نمونه آب اضافه شود، چند درصد از صابون خاصیت پاک‌کنندگی خود را از دست می‌دهد و با توجه به اینکه نرم کننده‌های آب سخت، این یون‌ها را با یون $Na^+(aq)$ مبادله می‌کنند، به تقریب چند گرم $Na^+(aq)$ در این فرآیند لازم است؟ (جرم هر میلی‌لیتر از این نمونه آب، یک گرم در نظر گرفته شود. , $Na = ۲۳$
$(Mg = ۲۴ : g.mol^{-۱})$ $RCOONa + XCl_۲ \rightarrow (RCOO)_۲X + NaCl$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)

ریاضی داخل ۱۴۰۱

۱) ۱/۵۵ ، ۷۵ ۲) ۱/۵۵ ، ۲۵ ۳) ۰/۷۸ ، ۲۵ ۴) ۰/۷۸ ، ۷۵

13/2 ـ چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

ریاضی خارج ۱۴۰۰

- کلوئیدها، مخلوط‌های شفاف‌اند و عبور نور از آن‌ها، همانند عبور نور از محلول‌هاست.
- کلوئیدها، ظاهری همگن دارند و از توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت تشکیل شده‌اند.
- ذرات سازندهٔ کلوئیدها، از ذرات سازندهٔ محلول‌ها بزرگتر و از ذرات سازندهٔ سوسپانسیون‌ها، کوچک‌ترند.
- آب گل‌آلود، مخلوط ناهمگن از نوع سوسپانسیون است و با گذشت زمان، مواد حل شده در آن، رسوب می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

14/3 ـ کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟

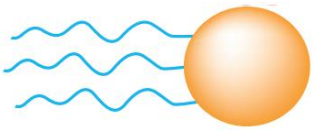
ریاضی داخل ۱۴۰۰

أ) شربت معده و شیر، مخلوط‌هایی ناهمگن از نوع سوسپانسیون‌اند.
ب) مخلوط آب و روغن با استفاده از صابون، به یک کلوئید پایدار تبدیل می‌شود.
پ) پخش کردن نور، ناهمگن بودن و ته‌نشین شدن، از ویژگی‌های کلوئیدها، به‌شمار می‌آید.
ت) ذرات سازنده محلول‌ها، یون‌ها و مولکول‌ها اما ذرات سازنده کلوئیدها، توده‌های مولکولی‌اند.

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

15/3 – چند مورد از مطالب زیر، در باره ترکیبی که ساختار مولکول آن نشان داده ، درست است؟

ریاضی خارج ۱۳۹۸



❋ به یک استر مربوط است.

❋ به یک اسید چرب سه ظرفیتی مربوط است.

❋ در بنزین حل می شود ودر آب نامحلول است.

❋ بخش ناقطبی آن بر بخش قطبی آن غلبه دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

16/2 - کدام موارد از از عبارت های زیرنادرست اند؟

ریاضی خارج ۱۳۹۷

آ) قدرت پاک کنندگی صابون های مایع برخلاف صابون جامد در آب سخت کاهش نمی یابد.

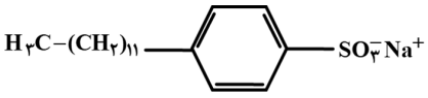
ب) در پاک کننده های غیر صابونی ، بخش آب دوست از گروه SO_3^- - تشکیل شده است.

پ) تولید گاز اکسیژن از واکنش مخلوط آلومینیوم و سدیم هیدروکسید با آب سبب افزایش قدرت پاک کنندگی این مخلوط می شود.

ت) رسوب تشکیل شده بر دیواره کتری با استفاده از پاک کننده های غیر صابونی زدوده می شود.

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

17/3 – با توجه به ساختار روبه رو ، کدام مطلب درست است؟



۱) قدرت پاک کنندگی آن کمتر از صابون است.

۲) علامت بار الکتریکی کلوئید این ماده با آب و چربی در مقایسه با کلوئید صابون، آب و چربی متفاوت است.

۳) شمار جفت الکترون های ناپیوندی بخش آب دوست آن از دوبرابر شمار این جفت الکترون ها در اوره بیشتر است.

۴) بخش آب گریز آن ۱۲ اتم کربن دارد.

ریاضی داخل ۱۳۹۷

18/3 – باحل: یک نمونه ۱۸۰/۵ گرمی ناخالص از استر زیر را با مقدار کافی محلول سود وارد واکنش می‌کنیم. اگر طی این فرایند ۷۵ گرم پاک‌کننده‌ی صابونی تولید شده باشد، درصد خلوص استر مصرف شده چقدر بوده است؟ $(Na=۲۳, O=۱۶, C=۱۲, H=۱ : g.mol^{-1})$

$$C_{۵۱}H_{۱۰۴}O_۶ \rightarrow ۳C_{۱۳}H_{۲۷}COONa$$

$$\frac{۱۸۰/۵gr \times \frac{x}{۱۰۰}}{۷۲۲} = \frac{۷۵gr}{۳\times ۲۵۰} \Rightarrow x = ۴۰\%$$

۱) ۵۰
۲) ۴۰
۳) ۲۰
۴) ۲۵

تست درس فصل اول

۱- ازبین ترکیب های زیر چند اسید آرنیوس وجود دارد؟

۱) CO_2 ۲) CH_2O ۳) N_2O_5 ۴) SO_2

۵) CH_3COOH ۶) CH_3OH ۷) NH_3 ۸) HNO_3

۹) HBr ۱۰) Fe_2O_3 ۱۱) Na_2O ۱۲) KOH

۱) ۳
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۷

اسـید آرنیـوس:

براساس مدل آرنیوس، مواد و ترکیب هایی که با حل شدن در آب ، غلظت یون هیدرونیوم (H_3O^+ (aq)) یا (H^+ (aq)) را فزایش می دهند، اسید هستند.

۱- ترکیباتی H اسیدی دارند مانند اسیدهای بدون اکسیژن (HF , HCl , HBr , HI : گروه ۱۷) و (H_2S :گروه ۱۶) و HCN

۲- اسید های اکسیژن دار معروف: H_2CO_3 . HNO_3 . H_2SO_4 . HNO_2 و ...

۳- اسید های کربوکسیلیک مانند: HCOOH و CH_3COOH و ...

۴- ترکیباتی که H اسیدی ندارند ولی با حل شدن در آب، با آب واکنش داده و یون H^+ تولید می کنند:

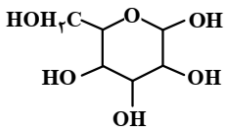
مانند اغلب اکسید های نافلزی : CO_2 . SO_2 . SO_3 . N_2O_3 . N_2O_5 . P_4O_6 . P_4O_{10}

* CO و NO و... اکسیداسیدی نیستن!!!!

*** جواب : گزینه ۳** ، ترکیبات ۱ و ۳ و ۴ و ۵ و ۸ و ۹ اسید آرنیوس هستند .

۲-از بین ترکیبات زیر چند باز آرنیوس وجود دارد؟

۱) CaO ۲) NaOH ۳) Li_2O ۴) C_2H_5OH

۵) NH_3 ۶) HCOOH ۷) CH_2OHCH_2OH ۸) 

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

بـاز آرنیـوس: براساس مدل آرنیوس، مواد و ترکیب هایی که با حل شدن در آب ، غلظت یون هیدروکسید(OH^- (aq)) را فزایش می دهند، اسید هستند.

۱- ترکیباتی که یون هیدروکسید OH^- دارندو آن را در آب آزاد می کنند. مانند اغلب هیدروکسیدهای فلزات مانند:

$Ca(OH)_2$. $Mg(OH)_2$. KOH . NaOH و ... : در اب یون OH^- آزاد می کنند.

۲- ترکیباتی که یون هیدروکسید ندارند ولی در واکنش با آب تولید می کنند.

* مانند اغلب اکسیدفلزات : Li_2O . Na_2O . K_2O , MgO , BaO

* آمونیاک (NH_3) و متیل آمین (CH_3NH_2)

جواب: گزینه ۳ (ترکیب های ۱ و ۲ و ۳ و ۵)

3/2 – کدام مطالب زیر، درست اند؟

ریاضی خارج ۱۳۹۹

نکته:

آ) همه بازهای آرنیوس در ساختار خود، یون هیدروکسید (OH^-) دارند.

ب) تعریف آرنیوس برای اسیدها یا بازها، به محلول‌های آبی محدود می‌شود.

پ) ۰/۵ مول سولفوریک اسید با ۰/۸ مول سدیم هیدروکسید، خنثی می‌شود.

ت) معادله یونش HNO_3 یک طرفه، ولی معادله یونش HCN برگشت پذیر است.

۱) آ، ب ۲) ب ، ت ۳) آ ، ت ۴)پ، ت

4/2 – چند مورد از مطالب زیر درست اند؟

- از دید آرنیوس، جامدهای یونی اکسیژن‌دار، اسید به شمار می‌آیند.
- یک ترکیب کم محلول در آب، می‌تواند یک الکترولیت قوی باشد.
- برخی از ترکیب‌های مولکولی می‌توانند در آب یونیده شوند و رسانای الکتریکی به‌شمار آیند.
- فرآیند یونش یک اسید ضعیف تا جایی پیش می‌رود که غلظت مولی یون‌ها با مولکول‌ها برابر شود.

۱ (۱ ۲ (۲ ۳ (۳ ۴ (۴

5/2 – A، D، X، Y و Z، به ترتیب از راست به چپ، عنصرهای متوالی در جدول تناوبی‌اند که مجموع عددهای اتمی آن‌ها برابر ۴۵ است. اگر Y گازی تک اتمی باشد، چند مطلب زیر نادرست است؟

تجربی خارج ۱۳۹۹

نکته:

- معادله یونش اسید HX در آب، تعادلی است.
- یونش هر دو اسید اکسیژن‌دار A در آب، کامل است.
- عنصر D، در DX_2 بالاترین عدد اکسایش خود را دارد.
- نقطه ذوب ترکیب حاصل از واکنش عنصر Z با D، بالاتر از نقطه ذوب LiF است.
- ساختار و ویژگی‌های فیزیکی ترکیب هیدروژن‌دار پایدار D، مشابه H_2S است.

۱ (۱ ۲ (۲ ۳ (۳ ۴ (۴

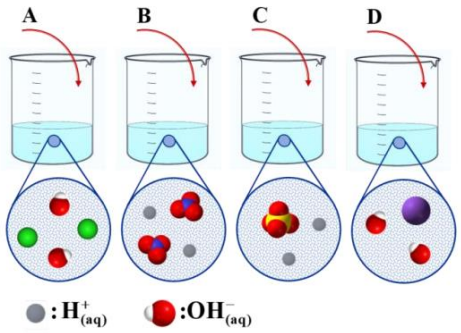
6/2 – چند مرد از مطالب زیر، درست اند؟

- بیشتر اسیدها و بازهای شناخته شده، ضعیف‌اند.
- در محلول ۰/۱ مولار HCN در دمای اتاق، $[CN^-] = 0/1$ است.
- pH محلول ۰/۰۲ مولار فرمیک اسید از pH محلول ۰/۰۲ مولار استیک اسید، کوچک‌تر است.
- آمونیاک با تشکیل پیوند هیدروژنی به‌خوبی در آب حل می‌شود و محلول الکترولیت قوی تولید می‌کند.

تجربی خارج ۱۳۹۹

۱ (۱ ۲ (۲ ۳ (۳ ۴ (۴

۷- باتوجه به شکل به پرسش ها پاسخ دهید. (هر ذره ۰/۱ مول می باشد)



۱- کدامیک از محلول ها خاصیت اسیدی و کدام قلیایی هستند؟

۲- کدام یک از انحلال اکسید بازقلیایی خاکی (گروه ۲)در آب بوجود آمده است؟

۳- کدام محلول اسیدی رسانای الکتریکی قوی تری است؟

۴- اگر A و B و C و D از اکسید های گوگرد و نیتروژن و سدیم و کلسیم انتخاب شده باشند فرمول هر ترکیب را بنویسید.

۵- اگر حجم ظرف ها ۲۵۰ میلی لیتر باشد PH محلول های A و C را بیابید.

۶- اگر محلول B را به محلول C اضافه کنیم PH چه تغییری خواهد کرد؟

پاسخ سوال۷:

۱- محلول های B و C خاصیت اسیدی (تولید یون H^+) و محلول های A و D خاصیت بازی (تولید یون OH^-) دارند.

۲- محلول D زیرا تعداد یون هیدروکسید دو برابر تعداد کاتیون است.

۳-محلول B و C اسیدی هستند و از آنجایی که رسانایی الکتریکی با تعداد یون حل شده نسبت مستقیم دارد، محلول B رساناتر است.

۴- $A = Na_2O$ ، $B = N_2O_5$ ، $C = SO_3$ ، $D = CaO$

۵- $[H^+]_c = 0/2mol \div 0/25L = 0/8mol.L^{-1} \longrightarrow PH = -\log[H^+] = -\log 8\times10^{-1} = 1 - 3\log 2 = 0/1$

$[OH^-]_A = 0/2mol \div 0/25L = 0/8mol.L^{-1} \longrightarrow POH = -\log[OH^-] = -\log 8\times10^{-1} = 1 - 3\log 2 = 0/1$

$POH = 0/1 \longrightarrow PH + POH = 14 \longrightarrow PH + 0/1 = 14 \longrightarrow PH = 13/9$

۶- وقتی دو محلول با غلظت یکسان روی هم ریخته میشن غلظت ها هیچ تغییری نمی کنه چون حجم و مول به یک نسبت اضافه می شن !!!

$\frac{8}{4}$- قدرت اسیدی کدام دو ترکیب در محلول آبی درست مقایسه نشده است؟

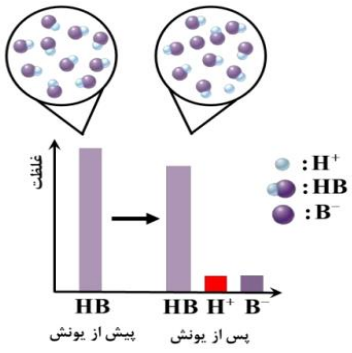
۱) $HNO_3 > HNO_2$ ۲) $H_2SO_4 > HNO_3$ ۳) $H_2SO_4 > HCN$ ۴) $CH_3COOH > HCOOH$

$\frac{9}{3}$- در دما و غلظت آغازی یکسان، مقایسه سرعت واکنش محلول آبی کدام اسید با فلز منیزیم درست است؟ تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳

۱) $HCN > HCOOH$ ۲) $H_2CO_3 > HCl$

۳) $HF > CH_3COOH$ ۴) $HNO_2 > HBr$

$\frac{10}{2}$- باتوجه به شکل کدام عبارت درست است؟



۱) محلول، الکترولیت ضعیف است و K_a از ۰/۱ کمتر است.

۲) محلول، الکترولیت ضعیف است و $\alpha < K_a$ (درجه یونش) می باشد.

۳) محلول، الکترولیت قوی است و مربوط به اسید HF است.

۴) محلول غیر الکترولیت است و با افزایش غلظت α (درجه یونش) افزایش می یابد.

پاسخ سوال ۸: جواب گزینه ۴

اسید های HNO_3 و H_2SO_4 قوی و بقیه ضعیف می باشند. (رد گزینه های ۱ و ۳)، در اسیدهای کربوکسیلیک با افزایش تعداد کربن قدرت اسیدی کاهش می یابد.

پاسخ سوال۹: جواب گزینه ۳

هرچه اسید قوی تر باشد واکنش آن با فلزات سریع تر خواهد بود.

ترتیب قدرت اسیدی : $HCN < CH_3COOH < HCOOH < HNO_2 < HF < HNO_3 < H_2SO_4 < HCl < HBr < HI$

پاسخ سوال۱۰: جواب گزینه ۲

با توجه به شکل، یونش اسید کامل نیست و تعداد کل مولکول های حل شده ۱۰ تا است و تعداد HB درتعادل ۹ تا می باشد، داریم:

$$\alpha = \frac{[H^+]}{[HB_t]} = \frac{1}{10} \qquad K_a = \frac{[H^+][B^-]}{[HB]} = \frac{1 \times 1}{9} = \frac{1}{9}$$

۱۱– دربین عبارت های زیر چند عبارت درست وجود دارد؟

a - ثابت یونش اسیدها مستقل از دمای محلول اسید است. (تجربی ۱۴۰۱)

b - ثابت یونش اسیدها به غلظت اولیه محلول اسید وابسته است. (تجربی ۱۴۰۱)

c - ثابت یونش اسیدها ملاکی برای قدرت اسیدی محلول اسیدهای ضعیف است. (تجربی ۱۴۰۱)

d - نسبت غلظت تعادلی یون هیدرونیوم به غلظت تعادلی اسید یونیده نشده، برابر با ثابت یونش اسید است. (تجربی ۱۴۰۱)

e - در سامانه تعادلی محلول هیدروفلوئوریک اسید، $[H^+]$ ثابت و برابر $[HF]$ است.(ریاضی داخل ۱۴۰۲)

f - در تفکیک یونی گاز هیدروژن کلرید در آب، یون هیدرونیوم و یون کلرید با غلظت برابر تشکیل می شود.(ریاضی داخل ۱۴۰۲)

پاسخ سوال ۱۱:

a – (غ) ثابت یونش مانند ثابت تعادل فقط به دما بستگی دارد و به غلظت محلول اسید بستگی ندارد.

b – (غ)

c – (ص) با توجه به کتاب درسی برای اسیدهای قوی ثابت یونش معرفی نمی شود و تفکیک این اسیدها همگی کامل و یک طرفه در نظر گرفته می شود، بنابراین مقایسه ای از این نظر بین اسیدهای قوی صورت نمی گیرد ولی بین اسیدهای ضعیف هرچه Ka بزرگتر باشد اسید قوی تر است.

d – (غ)، ka عبارت است از نسبت حاصل ضرب غلظت یون ها به غلظت اسید در تعادل(یونیده نشده) است.

e - (غ)، اسید HF یک اسید ضعیف است و به صورت جزئی یونش می یابد و $[H^+] << [HF]$ است.

f – (ص)، اسید HCl یک اسید قوی است و یون های تولید شده باهم برابرند.

12/3 – کدام مورد درست است؟ تجربی تیر ۱۴۰۳

۱) هرچه شمار اتم های هیدروژن در ساختار کربوکسیلیک اسید، بیشترباشد، خاصیت اسیدی بیشتر است.

۲) هرچه $[H^+]$ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی تر و هرچه $[H^+]$ در محلولی کمتر باشد، آن محلول اسیدی تر است.

۳) مدل آرنیوس، پیش بینی می کند با حل شدن SO_3 و Na_2O در آب (به طور جداگانه)، غلظت یون هیدرونیوم در کدام محلول بیشتر است.

۴)در دمای ثابت، اگر α برای اسید HA نصف α برای اسید HD باشد، رسانایی الکتریکی محلول ۰/۲ مولار HD با رسانایی الکتریکی محلول ۰/۱ مولار HA ، برابر است.

پاسخ تست ۱۲ : گزینه ۳

۱) باافزایش تعداد کربن در کربوکسیلیک اسیدها، تعداد هیدروژن نیز افزایش یافته و قدرت اسیدی کاهش می یابد. (نادرست)

۲) در محلول های اسیدی هرچه غلظت $[H^+]$ بیشتر محلول اسیدی تر است.(نادرست)

۳) طبق نظریه آرنیوس، SO_3 غلظت H^+ را افزایش و Na_2O غلظت H^+ را کاهش و OH^- را افزایش می دهد. (درست)

۴) رسانایی محلول های الکترولیت از فرمول « رسانایی = M.α .i » مقایسه می شود.

غلظت مولار = M و درجه تفکیک یونی = $\propto$ تعداد یون = i (باتوجه به اینکه α برای HA نصف HB است)داریم:

رسانایی(HD) = M.α .i = 0/2 × α × 2= 0/4 رسانایی = M.α .i = 0/1 × $\frac{1}{2}$ α × 2 = 0/1

نتیجه رسانایی HD چهار برابر HA است.

13/4 – کدام مورد درست است؟ تجربی داخل ۱۴۰۳

۱) معادله یونش اسیدهای نیتروژن دار در آب، یک طرفه است.

۲) محلول یک اسیدضعیف، نمی تواند شامل یون های آبپوشیده باشد.

۳) مخرج کسر عبارت های ثابت یونش و درجه یونش اسیدها، مشابه اند.

۴) در شرایط تعادلی یونش اسید HF در آب، غلظت مولکول های HF ، ثابت است.

14 – کدام مورد درست است؟ تجربی خارج ۱۴۰۳

۱) اگرانحلال یک ترکیب در آب، به صورت یونی باشد، محلول آن، به یقین دارای رسانایی الکتریکی بالاست.

۲) در محلول اسید های ضعیف، نسبت شمار مولکول های یونیده نشده به یون های حاصل از یونش آن، پیوسته در حال تغییر است.

۳) مدل آرنیوس می تواند غلظت یون هیدرونیوم را در محلول های آبی جداگانه ای از NH_3 و HCl (با غلظت و دمای یکسان) مقایسه کند.

۴) مدل آرنیوس پیش بینی می کند که شمار اتم های هیدروژن در مولکول یک اسید، بیشتر از شمار اتم های هیدروژن در مولکول یک باز است.

15/4 – کدام مورد درست است؟ تجربی خارج ۱۴۰۳

۱) دستگاه گوارش انسان، یک سامانه اسیدی به شمار می آید. ۲) ثابت یونش، تنها برای اسیدهای ضعیف، یک عدد معین است.

۳) باران اسیدی و باران معمولی، با توجه به نوع اسیدهای حل شده و غلظت آنها مشخص می شوند.

۴) ثابت یونش بوتانوئیک اسید، کوچکتر از ثابت یونش استیک اسید و فورمیک اسید است.

۱۶– کدام مورد در باره فرمیک اسید(محلول I) و محلول استیک اسید (محلول II) درست است؟

ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳

۱) اگر در دمای ثابت، غلظت محلول (I)، کمتر از غلظت محلول (II) باشد، PH محلول (II) ، به یقین از PH محلول (I) بیشتر است.
۲) در دمای ثابت، اگر PH دو محلول برابر باشد، شمار مولکول های محلول (I)، بیشتر از شمار مولکول های محلول (II) است.
۳) با رقیق کردن هردو محلول به یک اندازه، درجه یونش هردو اسید، به یک نسبت کاهش می یابد.
۴) در دما و غلظت متفاوت ، هردو محلول می توانند با مقدار یکسانی از سدیم هیدروکسید به طور کامل واکنش دهند.

نکته:

۱۷– کدام مورد درست است؟

تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳

۱) اگر Kb یک باز، برابر با Ka یک اسید باشد، مجموع PH محلول آنها، برابر ۱۴ است.
۲) معادله خنثی شدن اسید و باز با یکدیگر را می توان به صورت: $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$ ، نشان داد.
۳) دردما وغلظت یکسان ، خاصیت بازی و PH محلول آمونیاک، بیشتر از خاصیت بازی و PH محلول سدیم هیدروکسید است.
۴) واکنش گاز هیدروژن کلرید با محلول سدیم هیدروکسید و واکنش محلول هیدروکلریک اسید با سدیم هیدروژن کربنات، فرآورده (های) یونی محلول در آب مشابه دارد.

نکته:

۱۸- در دمای ثابت، ۵/۴ گرم اسیدضعیف HX و ۳ گرم اسید ضعیف HY در دو ظرف جداگانه، به ترتیب در ۲ و ۱ لیتر آب مقطر حل می شوند. اگر $[X^-]$ با $[Y^-]$ بابر باشد، کدام مورد در باره آنها، نادرست است؟ ($HX = 60 , HY = 50\ g.mol^{-1}$)

۱) در واکنش مقدار کافی فلز منیزیم با محلول های اسیدی، حجم گاز هیدروژن تشکیل شده در محلول HY، کمتر است.
۲) PH و شمار یون های دو محلول، برابر و Ka برای اسید HX ، بزرگتر از Ka برای اسید HY است.
۳) غلظت مولکول ها در محلول اسید HY بیشتراز غلظت مولکول ها در محلول اسید HX، است.
۴) غلظت یون هیدروکسید در محلول HX، برابر غلظت همین یون در محلول HY است.

تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳

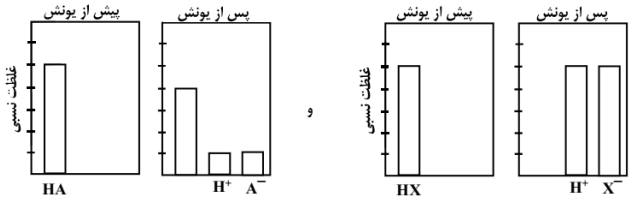
محاسبات:

۱۹–کدام مورد درست است؟

ریاضی داخل ۱۴۰۲

۱) در سامانه تعادلی محلول هیدروفلوئوریک اسید، $[H^+]$ ثابت و برابر $[HF]$ است.
۲) در تفکیک یونی گاز هیدروژن کلرید درآب، یون هیدرونیوم و یون کلرید با غلظت برابر تشکیل می شود.
۳) در دمای یکسان و با غلظت مولار برابر، خاصیت اسیدی محلول فرمیک اسید از خاصیت اسیدی محلول استیک اسید کمتر است.
۴) اگر $[H^+]$ در محلول اسید HA از $[X^-]$ در محلول اسید HX بیشتر باشد، PH محلول HX از PH محلول HA بزرگتر است.

20- با توجه به شکل زیر، که فرآیند یونش محلول اسید HA و HX (با حجم، دما و غلظت یکسان) را نشان می دهد، کدام موارد زیر درست است؟



الف) PH محلول اسید HA، کوچکتر از PH محلول اسیدHX است.

ب) $[H^+]$ در محلول اسید HX، ۴برابر $[H^+]$ در محلول اسید HA است.

پ) اگر غلظت مولار آغازین HA، برابر ۰/۸ باشد، ثابت یونش آن برابر ۰/۰۴ است.

ت) اگر A و X دو عنصر از گروه ۱۷ جدول تناوبی باشند، به یقین، جرم مولی HX از جرم مولی HA ، بیشتر است.

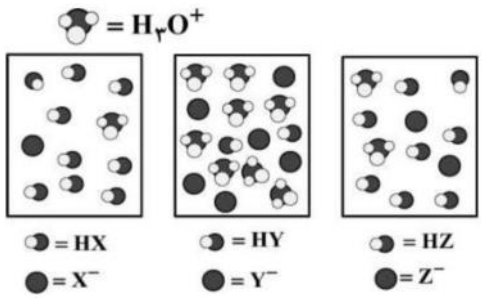
۱) الف و پ ۲) پ و ت ۳) الف و ب ۴) ب و ت جواب: ۲

ریاضی داخل ۱۴۰۲

محاسبات:

21- در شکل زیر، محلول اسیدهای HX ، HY و HZ ، با غلظت مولی ودمای یکسان ، نشان داده شده است و برای سادگی مولکول های آب حذف شده است، چند مورد از مطالب زیر، در باره آن ها درست است؟

تجربی داخل ۱۴۰۰



❋ درمیان اسیدها، HX ضعیفترین اسید است.

❋ واکنش یونش هر سه اسید در آب ، تعادلی است.

❋ قدرت اسیدی اتانوئیک اسید ، به یقین از HY کمتر است.

❋ ثابت یونش HZ ، از ثابت یونش HX بزرگتر و از ثابت یونش HY ، کوچکتر است.

❋ اگر HX، هیدرو سیانیک اسید باشد، HZ می تواند هیدروفلوئوریک اسید باشد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

22- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

ریاضی دی ۱۴۰۱

❋ براساس مدل آرنیوس، تشخیص میزان اسیدی یا بازی محلول ها، امکان پذیر است.

❋ باریم اکسید در آب حل می شود و محلول حاصل، کاغذ PH را به رنگ قرمز در می آورد.

❋ ملاک مقایسه قدرت دو اسید در شرایط یکسان ، میزان $[H_3O^+]$در محلول آبی آنها است.

❋ محلول استیک اسید و اتانول در آب، به ترتیب نمونه ای از محلول های الکترولیت و غیر الکترولیت هستند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

$\frac{23}{1}$ – چند مورد از مطالب زیر، در باره معادله واکنش شیر منیزی با اسید معده درست است؟ (Cl = 35/5 , Mg = 24 , O = 16 , H = 1)

* مجموع ضرایب مواد در واکنش موازنه شده با مجموع شمار اتم ها در ضد اسید معده که حاوی فلز قلیایی است، برابر است.
* فرآورده یونی واکنش، در آب محلول است.
* به ازای مصرف ۱۴/۵ گرم شیر منیزی خالص ، ۱۸/۲۵ گرم اسید معده خنثی می شود.

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

$\frac{24}{3}$ – همه گزینه های زیر درست اند، به جز؛

۱) صابون های جامد را می توان از گرم کردن مخلوط روغن های مختلف یا چربی با سود سوز آور تهیه کرد.

۲) اگر در محلولی از هیدرو فلوئوریک اسید غلظت یون F^- برابر $4 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$ باشد ، PH محلول ۲/۴ است.

۳) $N_2O_5(s)$ اسید آرنیوس به شمار می آید؛ زیرا با آب واکنش داده و گاز هیدروژن تولید می کند.

۴) هرچه غلظت یون H^+ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی تر است.

$\frac{25}{3}$ – با توجه به ثابت یونش اسیدهای HA ($Ka = 9 \times 10^{-8}$) و HB ($Ka = 2 \times 10^{-3}$) ، کدام نتیجه گیری همواره درست است؟

۱) PH محلول آبی اسید HB کوچکتر از PH محلول اسید HA است.

۲) رسانایی الکتریکی محلول آبی HA در دمای ۲۵°C کم تر از رسانایی الکتریکی محلول آبی HB است.

۳) غلظت یون A^- در محلول ۰/۱ مولار HA کم تراز غلظت یون B^- در محلول ۰/۱ مولار HB است.

۴) در حجم یکسان، جرم سدیم هیدروکسید لازم برای خنثی کردن محلول ۱ مولار HB بیشتر از جرم سدیم هیدروکسید لازم برای خنثی کردن محلول ۱ مولار HA است.