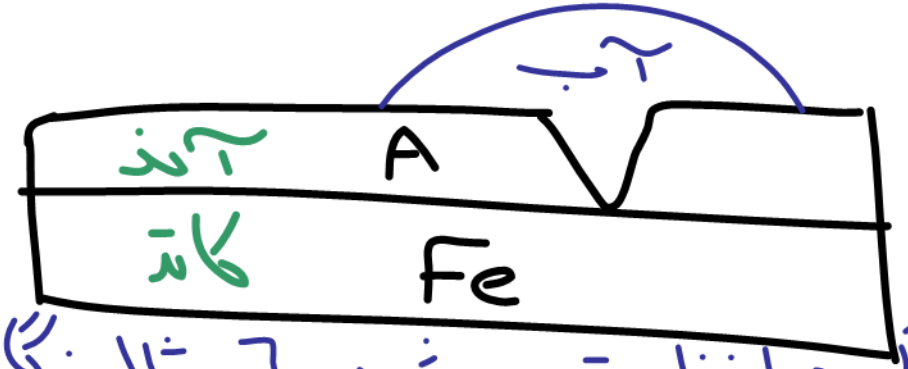
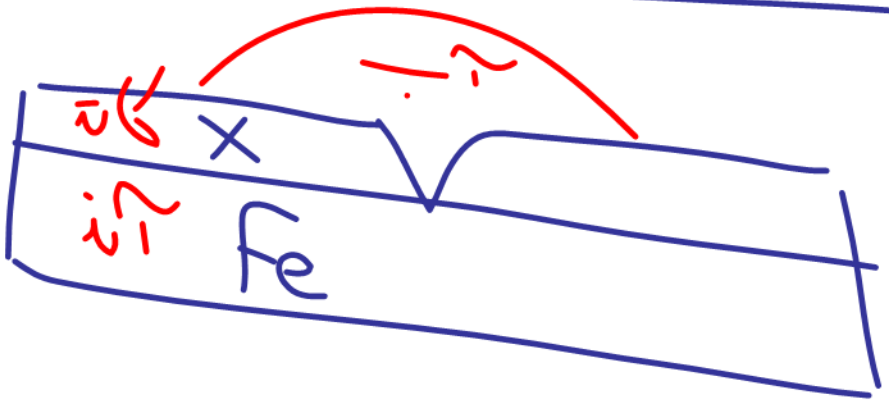


$$A \longrightarrow A^{n+} + ne^-$$

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

در این حالت آهن با خراش یا بی خراش از خوردگی محافظت میشود. [مثال: گالوانیزه]



$$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$

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

در این حالت آهن به دلیل خراش مکانیکی از بین رفته و خراش اکسید می شود. یعنی خورده می شود.

آسایش و رفاه در سایه شیمی(کنکور)

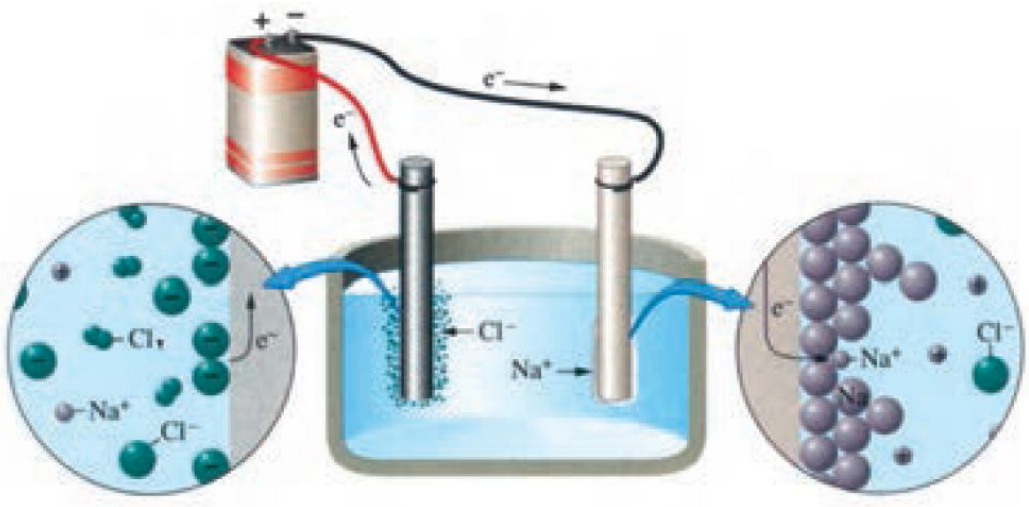
شامل :

1- نکات آموزشی

2- سؤالات کنکور و آزمون‌های آزمایشی

3 - منطبق با آخرین تغییرات کتاب درسی

4 -سؤالات تشریحی



تهیه و تنظیم : پیمان خواجوی مجد

بخش اول: اکسایش-کاهش

پدیده‌های طبیعی همچون تندر و آذرخش نشان می‌دهند که بخشی از این انرژی ممکن است به شکل انرژی الکتریکی میان سامانه واکنش و محیط پیرامون جاری شود. پدیده‌هایی از این دست که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می‌گیرند سبب شد تا تلاش برای شناسایی واکنش‌های شامل داد و ستد الکترون هدفمند دنبال شوند، 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 آسان کرده و افزایش سطح رفاه و آسایش را به دنبال داشته است. تأمین روشنایی، گرمایش و سرمایش آسان‌تر ، حمل و نقل ایمن‌تر و سریع‌تر، درمان و کاهش اثر نقص عضو و انتقال ایمن آب آشامیدنی نیم‌رخی از افزایش سطح رفاه و آسایش را نشان می‌دهد.

• 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 شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد.

مهم‌ترین قلمروهای الکتروشیمی

1) تأمین انرژی (باتری‌ها، سلول‌های سوختی و سوخت آن‌ها)

2) تولید مواد (مانند برقکافت، آبکاری)

3) اندازه‌گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فراورده)

• باتری یکی از فراورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش 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.

• الکتروشیمی دانشی است که می‌تواند دستاوردهای گوناگونی را برای رفاه بشر به ارمغان آورد و در ایجاد آسایش بیشتر برای مردم و همچنین پیشرفت کشورمان نقش داشته باشد. موارد زیر مثال‌هایی است که دستیابی به این موفقیت‌ها در گرو بهره‌گیری از الکتروشیمی است.

آ) ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های محتوی مواد غذایی و لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم هستند.

ب) اطمینان از کیفیت در تولید فراورده‌های دارویی، بهداشتی و غذایی و...

بررسی چند جملهٔ مهم

1) پرکاربردترین شکل انرژی در فناوریهای مختلف انرژی شیمیایی است. درست ○ نادرست ○

2) پدیده‌هایی از قبیل آذرخش که از ماهیت الکتریکی ماده سرچشمه می‌گیرند ، باعث شد تا تلاش برای شناسایی واکنش-هایی که مبنای تولید انرژی الکتریکی هستند، هدفمند دنبال شود. درست ○ نادرست ○

3) شکل روبه‌رو یکی از قلمروهای الکتروشیمی را نشان می‌دهد که باتری‌ها و سلول‌های سوختی در حوزه‌های کاری آن هستند. درست ○ نادرست ○

4) برای دستیابی به دانش الکتروشیمی نخست باید دانست در چه واکنش‌هایی الکترون داد و ستد می‌شود. درست ○ نادرست ○

5) دانش الکتروشیمی توانست به وسیلهٔ تولید انرژی الکتریکی، در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز گام بردارد. درست ○ نادرست ○

6) شکل روبه‌رو بیانگر کاربرد الکتروشیمی در تولید مواد می‌باشد. درست ○ نادرست ○

7) تهیهٔ مواد جدید، بهبود خواص مواد و تأمین انرژی، هر سه در حوزهٔ دانش الکتروشیمی قرار می‌گیرند. درست ○ نادرست ○

8) باتری فراوردهٔ صنعتی مهمی است که با انجام واکنش‌های شیمیایی الکتریسیته تولید می‌کند. درست ○ نادرست ○

9) شکل مقابل مربوط به تولید مواد است که باتری و سلول سوختی از جمله مثال‌های مربوط به آن است. درست ○ نادرست ○

بهره‌گیری از انرژی ذخیره شده در فلزها

• یکی از راه‌های بهره‌گیری از انرژی ذخیره شده در فلزها اتصال آن‌ها در شرایط مناسب به یکدیگر است. برای نمونه با یک تیغه مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روی و با میوه‌ای مانند لیمو می‌توان نوعی باتری ساخت که با آن می‌توان یک لامپ LED را روشن کرد.

• موتور سیکلت برقی نمونه‌ای از وسایلی است که با انرژی ذخیره شده در باتری کار می‌کند. در واقع باتری مولدی است که در آن واکنش‌های شیمیایی رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود و موتور را به حرکت درآورد.

• چراغ خورشیدی یک ابزار روشنایی است که از لامپ LED، سلول خورشیدی و باتری قابل شارژ تشکیل شده است. (شکل مقابل یک چراغ خورشیدی را نشان می‌دهد.)

عدد اکسایش :

به بار الکتریکی ظاهری نسبت داده شده به هر اتم با فرض یونی بودن پیوندها عدد اکسایش آن اتم نام دارد.

برای تعیین عدد اکسایش قواعد زیر را در نظر بگیرید:

آ) عدد اکسایش یک عنصر در حالت آزاد برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. مانند Fe , O_2 , P_4

ب) مجموع اعداد اکسایش برای عناصر یک ترکیب برابر صفر و در یون‌ها برابر با بار یون است.

پ) اعداد اکسایش متداول اتم‌های زیر را به خاطر بسپارید:

اتم	فلزات قلیایی	قلیایی خاکی	آلومینیم	هالوژن‌ها	هیدروژن	اکسیژن	روی
عدد اکسایش	+1	+2	+3	-1	+1	-2	+2

ت) برای تعیین عدد اکسایش اولویت‌بندی زیر را به‌خاطر بسپارید:

$F > H > O > Cl > Br > I > \dots > S$

سؤال تشریحی

(تمرین‌های دوره‌ای پایان فصل)

1) عدد اکسایش را در هر مورد تعیین کنید.

آ) گوگرد در یون SO_4^{2-} :

ب) اکسیژن در هیدروژن‌پراکسید :

پ) نیتروژن در آمونیوم نیترات :

ت) گوگرد در $Na_2S_2O_3$:

ث) کلر در $KClO_3$:

ج) فسفر در یون PF_4^+ :

تست‌های آموزشی

1- جمع جبری بار یون‌های نیترات، سیلیکات، فسفات و هیدروژن کربنات و عدد اکسایش اتم مرکزی آنها کدام است؟ (سراسری تجربی خارج 1401)

1) 10 2) 9 3) -1 4) -2

2- در چند تبدیل زیر، عدد اکسایش فلز کاهش می‌یابد؟ (سراسری تجربی 1401)

$MnO_4^- \rightarrow MnO_4^{2-}$

$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow CrO_4^{2-}$

$MnO_2 \rightarrow Mn^{2+}$

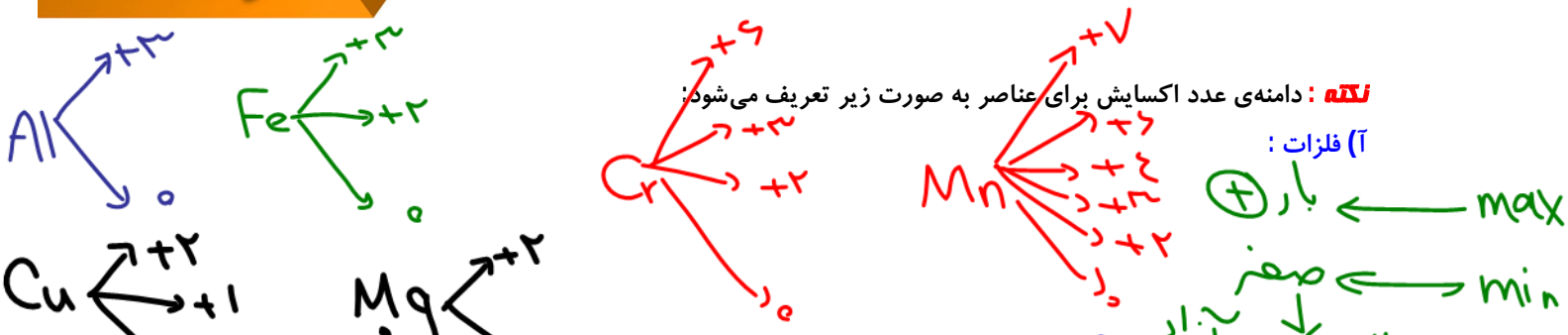
$SnO_2 \rightarrow SnO_3^{2-}$

$CrO_4^{2-} \rightarrow CrO_3$

$Cu(OH)_2 \rightarrow CuO$

1) دو 2) سه 3) چهار 4) پنج

نکته : دامنه‌ی عدد اکسایش برای عناصر به صورت زیر تعریف می‌شود:



تعیین عدد اکسایش با استفاده از ساختار :

عدد اکسایش = ظرفیت − e^- موجود

برای ترکیبات آلی کاربرد ویژه دارد.

اگر C به H و همانه فلز متصل شود e^- مال پیوند را متعلق می‌کند.

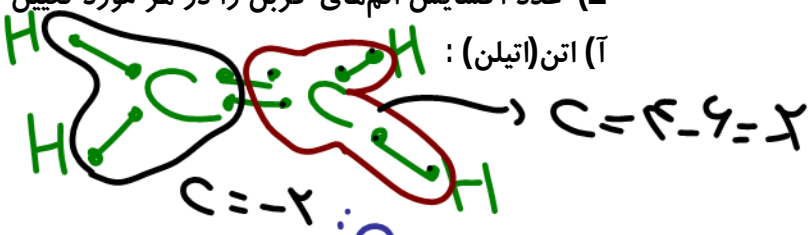
اگر C به همانه گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ متصل شود e^- مال پیوند را از دست می‌دهد.

سؤال تشریحی در حالتی که C به خودش وصل شود e^- مال پیوندی نصف می‌شود.

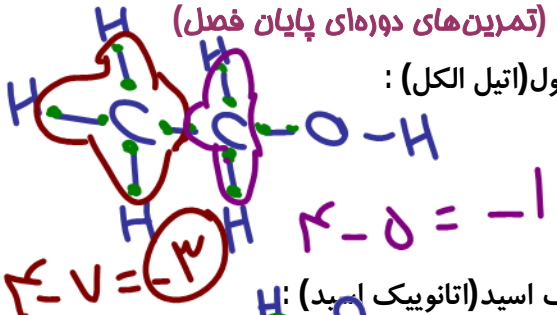
2) عدد اکسایش اتم‌های کربن را در هر مورد تعیین کنید.

(تمرین‌های دوره‌ای پایان فصل)

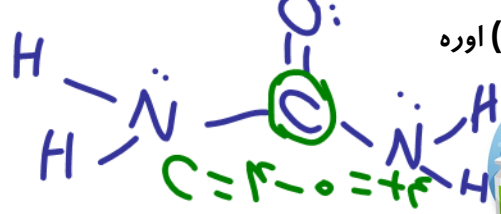
آ) اتن(اتیلن) :



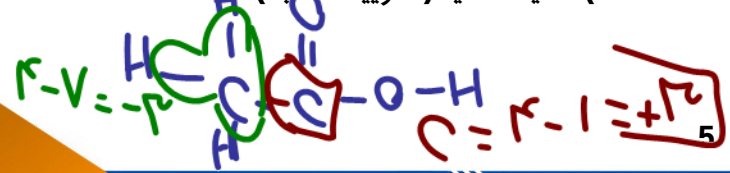
ب) اتانول(اتیل الکل) :



پ) اوره



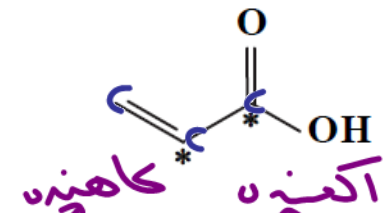
ت) استیک اسید(اتانوییک اسید) :

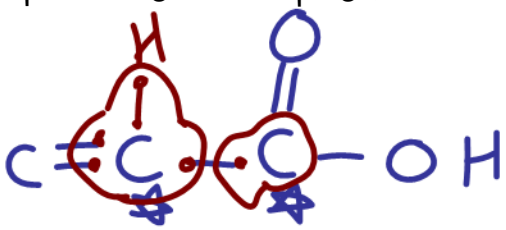


+۳ -۱

تست‌های آموزشی

3- با توجه به ساختار زیر،مجموع عددهای اکسایش اتم‌های مشخص شده کدام است؟ (گزینه دو)



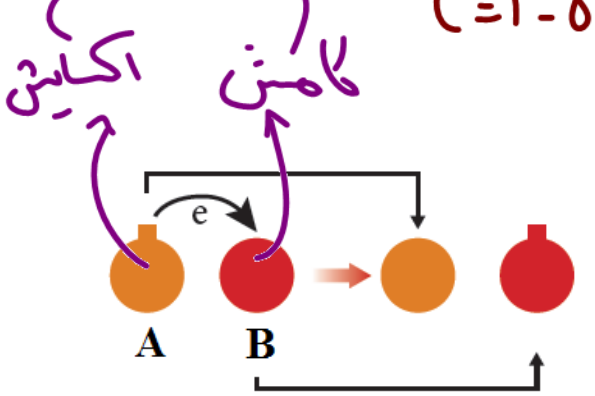


C=۴-۵=-۱ C=۴-۱=+۳

1) صفر
2) +1
3) -1
4) +2

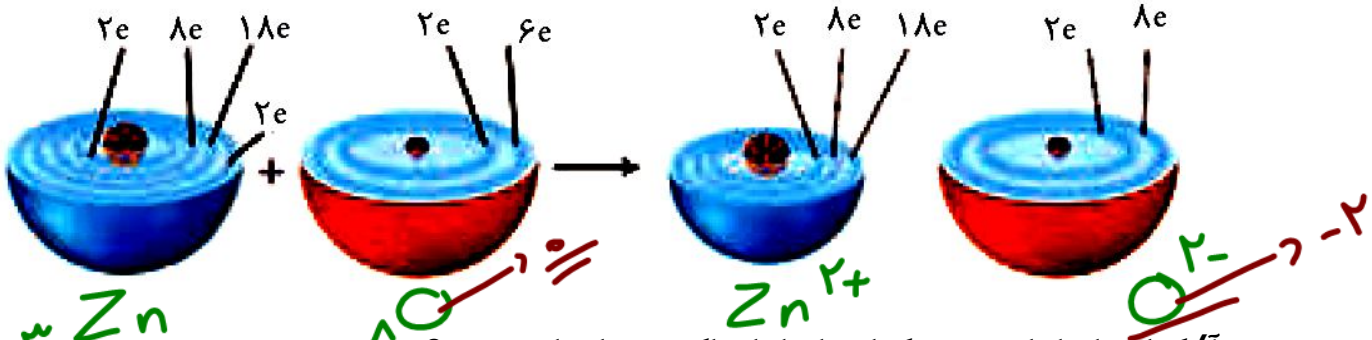
واکنش‌های اکسایش - کاهش

واکنش‌هایی که با داد و ستد الکترون همراه‌اند.
گونه‌ای که e از دست می‌دهد، اکسایش انجام می‌دهد، کاهنده نام دارد.
گونه‌ای که e می‌گیرد، کاهش انجام می‌دهد و اکسنده نام دارد.



سؤال تشریحی

1) شکل مقابل، الگوی ساده‌ای از واکنش بین اتم‌های روی و اکسیژن را با ساختار لایه‌ای اتم نشان می‌دهد.



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

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

پ) کدام گونه اکسایش و کدام گونه کاهش یافته است؟

ت) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.

ث) در این واکنش، گونه اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

* فلزهای گروه ۱ ← کاهنده ترین عناصر
هالوژن‌ها به ویژه F_2 ← اکسنده ترین عناصر

• اکسیژن، نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می‌دهد و آن‌ها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند. در حالی که با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی‌دهد.

• 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.

2) با قرار گرفتن تیغه‌ای از جنس فلز روی در محلول مس (II) سولفات:

آ) معادله واکنش انجام شده را بنویسید.

ب) معادله واکنش انجام شده را با حذف یون‌های تماشاگر بنویسید.

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

محلول آبی رنگ ← محلول بی‌رنگ

پ) تغییر رنگ محلول را با گذشت زمان بررسی کنید.

ت) پایداری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را مقایسه کنید.

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (فراورده پایدارتر)

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

ث) گونه اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

ج) چرا سطح فلز روی پس از مدتی سرخ می‌شود؟

SO_4^{2-} تماشاگر (ناقل)

Zn ← اکسایش ← کاهنده

Cu^{2+} ← کاهش ← اکسنده

به دلیل رسوب برخی اتم‌ها Cu بر سطح Zn

3) معادله واکنش فلز روی با محلول هیدروکلریک اسید را بنویسید و به سوالات زیر پاسخ دهید.

$Zn + 2HCl \rightarrow H_2 + ZnCl_2$

Cl^-: تماشاگر

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

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

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

$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ (کاهش)

Zn ← اکسایش ← کاهنده

H^+ ← کاهش ← اکسنده

4) در هر یک از واکنش‌های زیر، گونه اکسنده و کاهنده را مشخص کنید. (تمرین دوره‌ای کتاب درسی)

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

Al ← از دست دادن $3e$ ← اکسایش ← کاهنده

Cu^{2+} ← گرفتن $2e$ ← کاهش ← اکسنده

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

K^+ K^+

Cl_2 ← گرفتن $2e$ ← کاهش ← اکسنده

I^- ← از دست دادن $1e$ ← اکسایش ← کاهنده

$Cl_2 + 2I^- \rightarrow I_2 + 2Cl^-$

بررسی چند جملهٔ مهم

1) اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می‌کنند. ○ درست ○ نادرست

2) اگر متان به طور کامل بسوزد عدد اکسایش اتم کربن چهار واحد افزایش می‌یابد. ○ درست ○ نادرست

$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

3) در گذشته برای عکاسی از سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می‌شد. در این واکنش، منیزیم با نور سفید خیره‌کننده‌ای با اکسیژن می‌سوزد و به $MgO(s)$ تبدیل می‌شود. ○ درست ○ نادرست

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

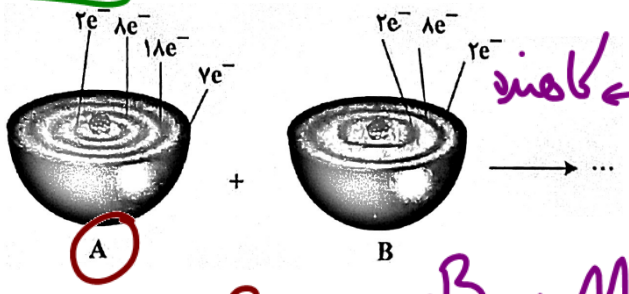
تست‌های آموزشی

4- در واکنش سوختن کامل استون، مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن کدام است؟ (سراسری)

1) 12 2) 14 3) 16 4) 18

$C_3H_6O + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

5- با توجه به شکل زیر، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (سراسری ریاضی 1401)



- اتم A با گرفتن یک الکترون، به آرایش گاز نجیب می‌رسد.
- B اتم یک عنصر اکسندهٔ قوی است و واکنش‌پذیری بالایی دارد.
- تبدیل اتم A به یون پایدار آن، به صورت : $A + e^- \rightarrow A^-$ انجام می‌شود.
- در واکنش A با B، به ازای انتقال دو مول الکترون، یک مول فراورده تشکیل می‌شود.

1) دو 2) سه 3) چهار 4) یک

6- در واکنش زیر،نسبت تغییر درجه‌ی اکسایش عنصر اکسنده به کاهنده کدام است؟

$$P_4(s)+NaOH(aq)+H_2O(l)\rightarrow PH_3(g)+NaH_2PO_2(aq)$$

1) 1 2) 2 3) $\frac{1}{3}$ 4) 3

7- در کدام واکنش تعداد الکترون بیش‌تری مبادله شده است؟

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

2) $Fe(s)+HCl(aq)\rightarrow FeCl_2(aq)+H_2(g)$

3) $Fe(s)+Cl_2(g)\rightarrow FeCl_3(s)$

4) $FeCl_3(aq)+SnCl_2(aq)\rightarrow FeCl_2(aq)+SnCl_4(aq)$

8- کدام آنیون،تنها می‌تواند نقش یک عامل اکسنده را در واکنش‌ها داشته باشد(نقش کاهندگی ندارد.)؟

1) IO^- 2) NO_2^- 3) ClO_4^- 4) BrO_2^-

موازنه به روش تغییر عدد اکسایش

1) ابتدا گونه‌های اکسنده و کاهنده را پیدا میکنیم.

2) تغییر عدد اکسایش هر گونه را در اندیس آن ضرب می‌کنیم و به عنوان ضریب برای گونه دیگر به کار میبریم.

3) در صورت ساده شدن اعداد به کار رفته به عنوان ضریب، قبل از قرار دادن آن‌ها را ساده میکنیم.

4) پس از موازنه گونه‌های اکسنده و کاهنده، فلزات، نافلزات ، هیدروژن و اکسیژن را موازنه میکنیم.

موازنه بار: مجموع بار الکتریکی در طرف برابر یکسان باشد.

سؤال تشریحی

1) معادله‌های زیر را موازنه کنید.

آ) $Zn(s)+HNO_3(aq)\rightarrow Zn(NO_3)_2(aq)+NO(g)+H_2O(l)$

ب) $Cr_2O_7^{2-}(aq)+Cu^+(aq)+H^+(aq)\rightarrow Cr^{3+}(aq)+Cu^{2+}(aq)+H_2O(l)$

تست‌های آموزشی

9- دربارهٔ واکنش : $aP_4(s)+bHNO_3(aq)+cH_2O(l)\rightarrow 12H_3PO_4(aq)+NO(g)$ ، پس از موازنهٔ کامل معادلهٔ آن، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (سراسری ریاضی 1401)

- نسبت c به b برابر 0/4 است.
- یک آنیون چند اتمی در آن، نقش اکسنده را دارد.
- عدد اکسایش اتم اکسیژن در آن، تغییر نکرده است.
- ضریب استوکیومتری یکی از واکنش‌دهنده‌ها با ضریب استوکیومتری یکی از فراورده‌ها برابر است.
- تفاوت تغییر عدد اکسایش هر گونهٔ اکسنده با کاهنده، برابر با ضریب استوکیومتری یکی از واکنش‌دهنده‌ها است.

1) سه　　2) چهار　　3) پنج　　4) دو

رابطه ترمودینامیک و الکتروشیمی

- در یک واکنش اکسایش-کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد می‌تواند با برخی از کاتیون‌های فلزی واکنش دهد و آن‌ها را به اتم‌های فلزی بکاهد. در واکنش‌هایی از این دست، مخلوط گرم می‌شود، زیرا سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد.می‌توان این واکنش‌ها را به گونه‌ای انجام داد تا به جای تولید گرما از الکترون‌های داد و ستد شده برای ایجاد جریان الکتریکی استفاده کرد.

بررسی چند جملهٔ مهم

جدول مقابل مربوط به قرار دادن تیغه‌های فلزی در محلول مس(II)سولفات با دمای اولیه $20^{\circ}C$ است.

نام فلز	نشانه شیمیایی فلز	دمای مخلوط واکنش پس از مدتی (^{o}C)
آهن	Fe	23
طلا	Au	20
روی	Zn	26
مس	Cu	20

1) فلز روی تمایل بیشتری نسبت به آهن برای از دست دادن الکترون دارد.

○ درست　　○ نادرست

2) در واکنش فلز آهن با محلول مس(II)سولفات، فلز مس اکسنده و فلز آهن کاهنده است.

○ درست　　○ نادرست

3) هرگاه تیغه مس درون محلولی از روی سولفات قرار گیرد، واکنش انجام می‌شود.

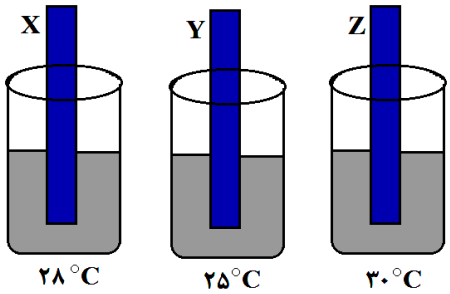
○ درست　　○ نادرست

4) فلز طلا، در بین فلزات ضعیف‌ترین کاهنده محسوب می‌شود.

○ درست　　○ نادرست

تست‌های آموزشی

10- تیغه‌های X ، Y و Z را به طور جداگانه در سه محلول مس (II) سولفات یک مولار با دمای $25^\circ C$ قرار دادیم. پس از مدتی دمای محلول‌ها به صورت زیر است. کدام مطلب نادرست است؟ (قلم‌چی)



1) فلز Z از دو فلز دیگر کاهنده‌تر است.

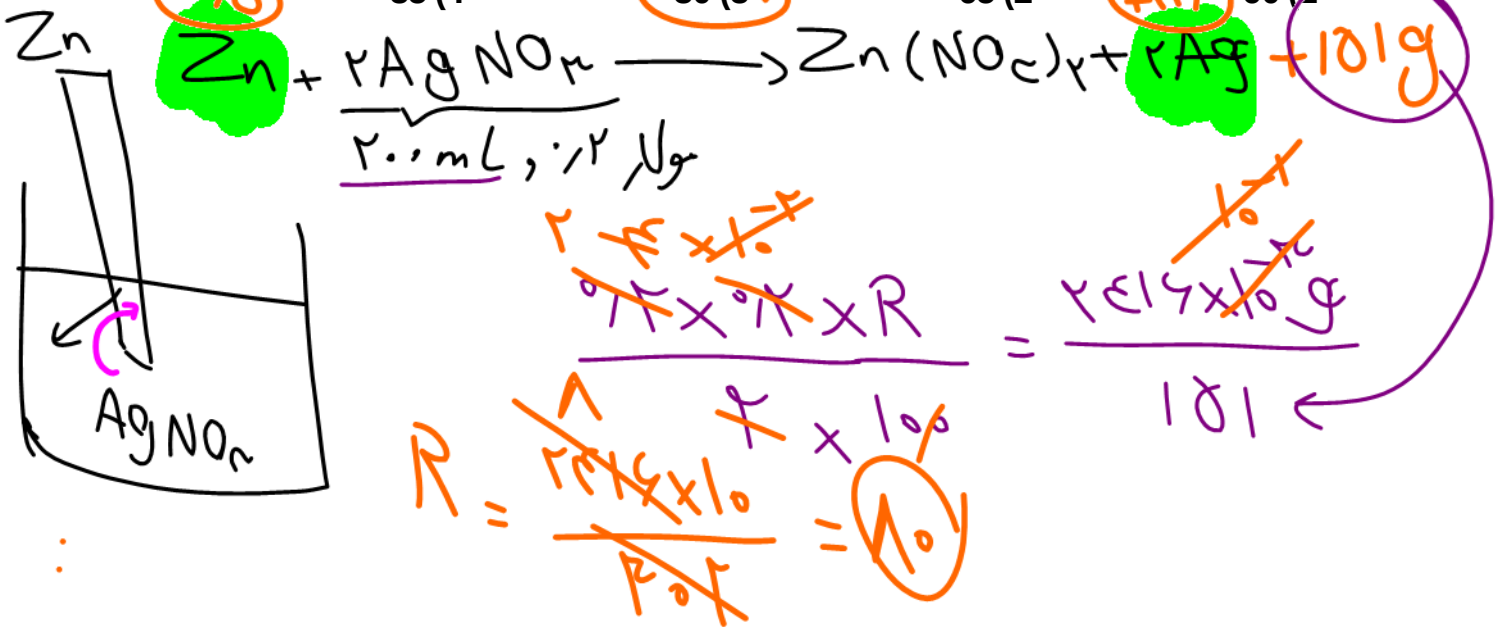
2) بیشترین ولتاژ ممکن با استفاده از نیم‌سلول این سه فلز، متعلق به سلول $Z-Y$ است.

3) Y می‌تواند یک فلز نجیب باشد.

4) هنگامی‌که دو فلز Z و X در هوای مرطوب باهم در تماس باشند، فلز X در رقابت اکسایش برنده می‌شود.

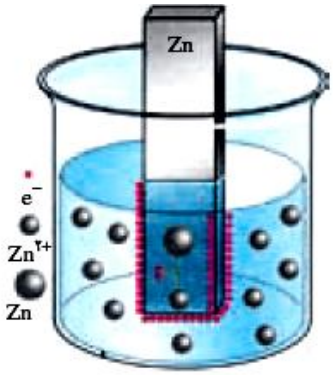
11- اگر در واکنش : $Zn(s)+2AgNO_3(aq)\rightarrow Zn(NO_3)_2(aq)+2Ag(s)$ که با وارد کردن تیغه فلز روی در 200 میلی‌لیتر محلول 0/2 مولار نقره‌نیترات انجام گرفته و کامل شده است، 2/416 گرم بر جرم تیغه روی افزوده شده باشد، بازده درصدی واکنش(بر اساس جرم نقره جانشین شده بر سطح تیغه روی) کدام است؟حجم محلول ثابت فرض شود. $(Zn=65, Ag=108 : g.mol^{-1})$ (سراسری ریاضی خارج 95)

1) 60 2) 65 3) 80 4) 85



بخش دوم: سلول گالوانی

نیم‌سلول



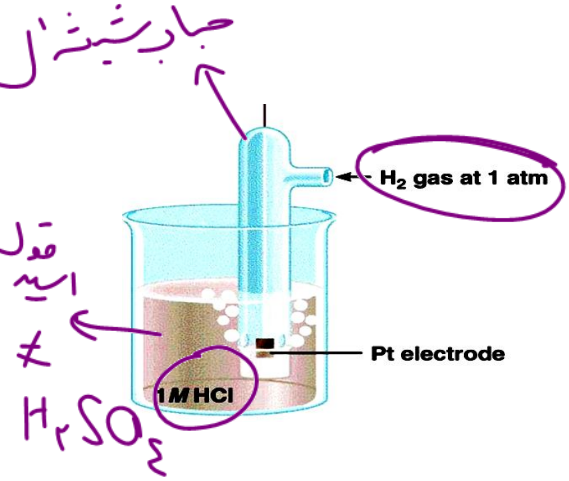
در فلزها منظور از الکترود یک تیغه‌ی فلزی می‌باشد که در محلولی از کاتیون‌های آب-پوشیده‌ی خودش قرار دارد،در شرایط استاندارد،غلظت کاتیون‌های آب‌پوشیده یک مولار است که در این صورت به آن نیم‌سلول استاندارد یا الکترود استاندارد می‌گویند.

در نیم‌سلول مقابل فلز روی تمایل دارد که با از دست دادن الکترون تبدیل به کاتیون Zn^{2+} شود،بنابراین تیغه‌ی روی الکترون خود را روی سطح تیغه بر جای می‌گذارند و خود به صورت Zn^{2+} وارد محلول می‌شوند،بنابراین تیغه‌ی روی که الکترون‌های اضافی را در سطح خود نگه داشته است دارای بار منفی و محلول الکترولیت که تعدادی Zn^{2+} وارد آن شده است دارای بار مثبت می‌شود، اما در نهایت بین تیغه و محلول تعادلی برقرار می‌شود که به ازای هر یون Zn^{2+} که از تیغه وارد محلول الکترولیت می‌شود یک یون Zn^{2+} از محلول الکترولیت به تیغه‌ی فلزی برمی‌گردد.

نکته : اختلاف پتانسیلی که بین تیغه و محلول ایجاد می‌شود را پتانسیل الکترودی می‌گویند.

نکته : به تیغه‌ی فلزی رسانای الکترونی و به محلول الکترولیت،رسانای یونی می‌گویند.

نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE)



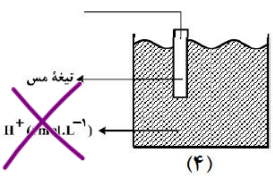
برای ساختن الکترود استاندارد هیدروژن صفحه‌ای از فلز پلاتین را انتخاب می‌کنند و آن را درون محلولی که غلظت H^+ برابر $1\ mol.L^{-1}$ است $(pH=0)$ قرار می‌دهند،سپس گاز هیدروژن را با فشار یک اتمسفر را از اطراف صفحه‌ی پلاتینی درون محلول مرتباً عبور می‌دهند،شیمی‌دان‌ها پتانسیل الکترودی مربوط به SHE را در هر دمایی برابر صفر در نظر می‌گیرند و پتانسیل الکترودی سایر الکترودها را در همان دما نسبت به آن می‌سنجند.

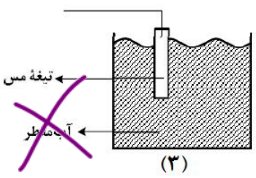
معادله‌ی مربوط به این نیم‌سلول به صورت $2H^+(aq)+2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$ است.

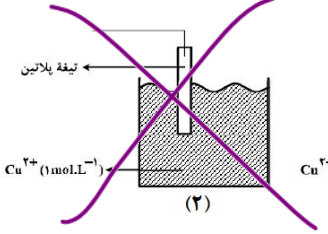
تست‌های آموزشی

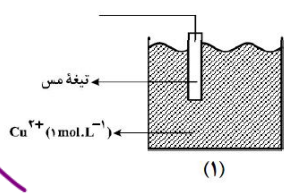
12- کدام شکل، نشان‌دهندهٔ الکترود استاندارد برای نیم‌سلول مس است؟ (دما ثابت و برابر $25^\circ C$ است.) (ریاضی 98)

1) 1
2) 2
3) 3
4) 4









سلول‌های گالوانی(ولتایی)

سلول‌های گالوانی سلول‌هایی هستند که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. این سلول‌ها از دو نیم‌سلول تشکیل شده‌اند.

آ) نیم سلولی که E^0 کوچک‌تری دارد نقش آند دارد و محل اکسایش است.(پس کاهنده است.) و نیم‌سلولی که E^0 بزرگ‌تری دارد نقش کاتد دارد و محل کاهش است.(پس اکسنده است.)

ب) آند قطب منفی و کاتد قطب مثبت است.

پ) در مدار بیرونی جهت الکترون از سمت آند به کاتد است.

ت) با گذشت زمان از جرم تیغه‌ی آند کاسته می‌شود و بر جرم تیغه‌ی کاتد افزوده می‌شود.

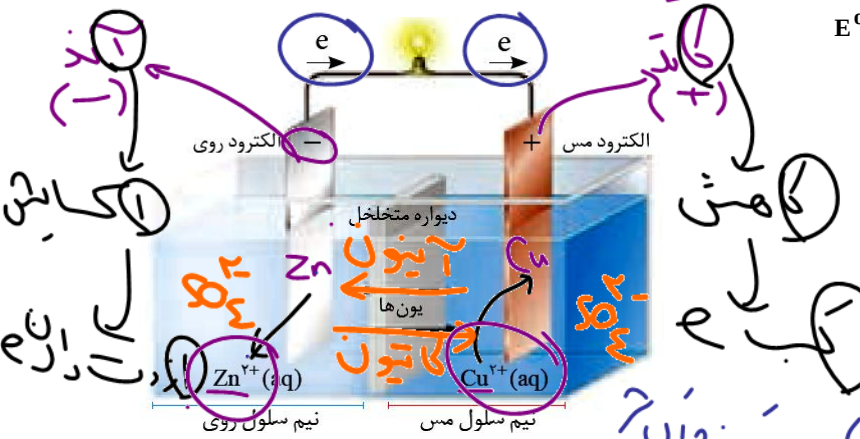
ث) با گذشت زمان محلول آند غلیظ‌تر و محلول کاتد رقیق‌تر می‌شود.

ج) دیواره متخلخل به منظور توازن بار الکتریکی طراحی شده است و در آن آنیون به سمت آند و کاتیون به سمت کاتد جریان دارد.

چ) نیروی الکتروموتوری(ولتاژ) سلول گالوانی از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید: $\text{emf سلول} = E^0 \text{کاتد} - E^0 \text{آند}$

بررسی سلول گالوانی روی - مس

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



بررسی چند جملهٔ مهم

1) در سلول گالوانی فوق، انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود. ○ درست ○ نادرست

2) در سلول‌های گالوانی، یک واکنش خودبه‌خودی انجام می‌شود. ○ درست ○ نادرست

3) اگر آند را به قطب مثبت و کاتد را به قطب منفی ولت‌سنج اتصال دهیم، ولت‌سنج عدد 1/1- ولت را نشان می‌دهد. ○ درست ○ نادرست

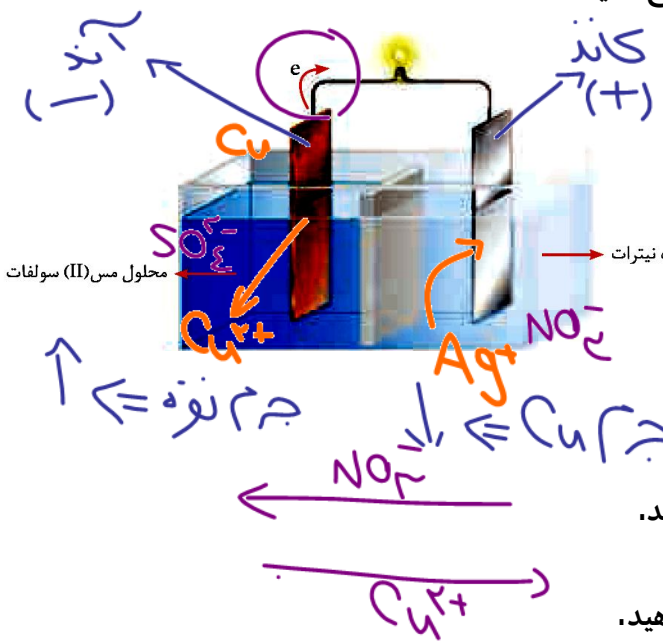
4) با کاهش جرم 2 گرم از آند، 2 گرم به جرم کاتد اضافه می‌شود. ○ درست ○ نادرست

5) رنگ محلول آندی پررنگ‌تر و رنگ محلول کاتدی کم‌رنگ‌تر می‌شود. ○ درست ○ نادرست

6) با گذشت زمان emf سلول‌های گالوانی کاهش می‌یابد. ○ درست ○ نادرست

سؤال تشریحی

1) با توجه به سلول گالوانی داده شده به سوالات زیر پاسخ دهید.



آ) علامت الکترودهای مس و نقره را تعیین کنید.

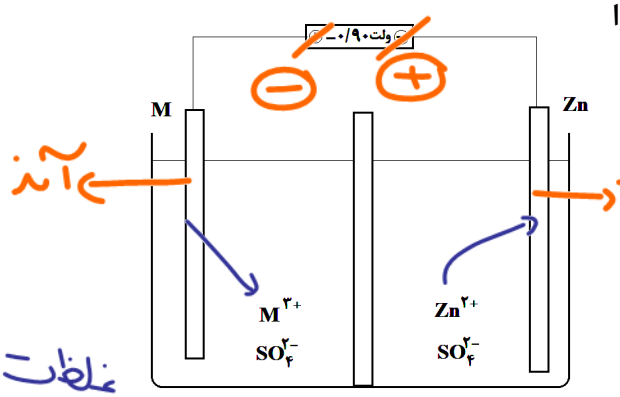
ب) نیم‌واکنش‌های انجام شده در آند و کاتد را بنویسید.

$$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e$$
$$2Ag^{+} + 2e \longrightarrow 2Ag$$
$$Cu + 2Ag^{+} \longrightarrow Cu^{2+} + 2Ag$$

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

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

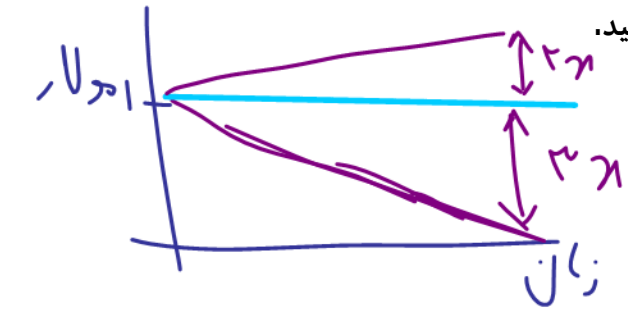
2) با توجه به سلول گالوانی مقابل به سوالات زیر پاسخ دهید.



آ) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید و واکنش کلی را مشخص کنید.

$$2M \longrightarrow 2M^{3+} + 6e^{-}$$
$$3Zn^{2+} + 6e^{-} \longrightarrow 3Zn$$
$$2M + 3Zn^{2+} \longrightarrow 2M^{3+} + 3Zn$$

ب) نمودار تغییر غلظت یون‌ها در نیم‌سلول‌های استاندارد را رسم کنید.



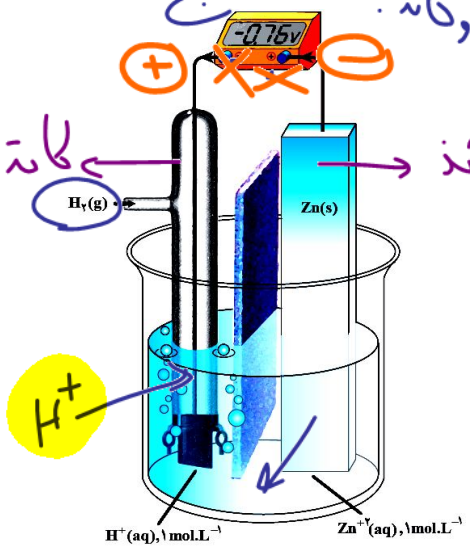
پ) اگر $E^{o}(Zn^{2+}/Zn) = -0/76\ V$ باشد، $E^{o}(M^{3+}/M)$ را تعیین کنید.

$$0/9 = -0/76 - E^{\circ}_{\text{آند}}$$
$$E^{\circ}_{\text{آند}} = -1/66\ V$$

3) با توجه به سلول گالوانی مقابل به سوالات زیر پاسخ دهید.

آ) چرا عدد ولت‌سنج در سلول مقابل منفی است؟

ب) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش و واکنش کلی را تعیین کنید.



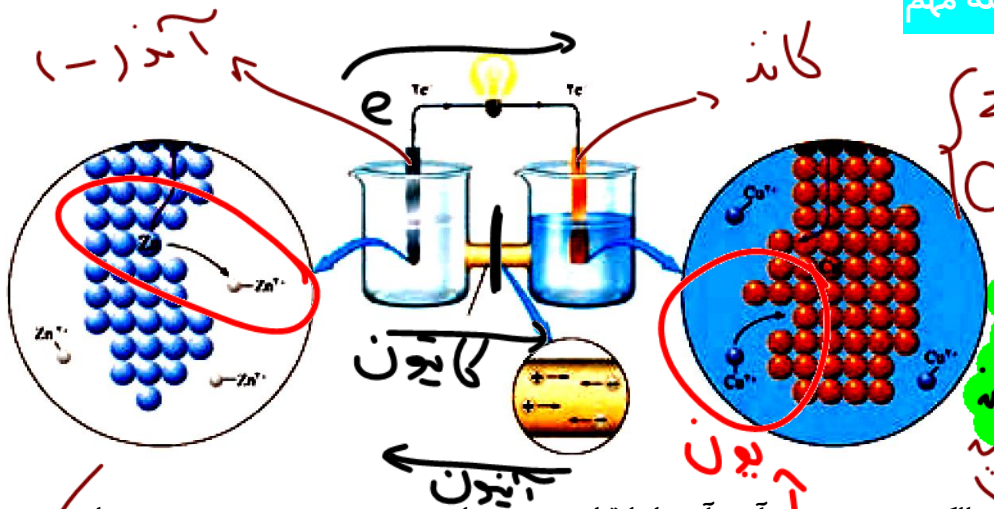
پ) جنس محلول الکترولیت در کاتد را تعیین کنید.

ت) جرم تیغه فلزی در آند و کاتد این سلول گالوانی با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟

ث) pH محلول کاتدی با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟

ج) گونهٔ اکسنده و کاهنده در سلول را تعیین کنید.

بررسی چند جملهٔ مهم



1) به دلیل مصرف الکترون به وسیله آند، آن را با قطب منفی نمایش می‌دهند. درست ○ نادرست ○

2) در سلول گالوانی روی-مس، فلز مس اکسنده و فلز روی کاهنده است. درست ○ نادرست ○

3) در سلول گالوانی الکترون‌ها از طریق مدار داخلی از سمت آند به سمت کاتد جریان دارند.

درست ○ نادرست ○

4) الکترود مس کاتد و الکترود روی آند است و E° آن با کم کردن E° کاتد از E° آند به دست می‌آید.

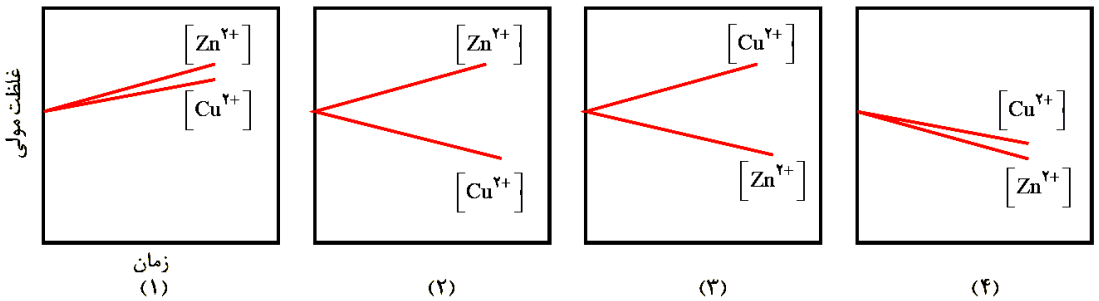
درست ○ نادرست ○

5) الکترود روی قطب منفی است و ضمن کار کردن سلول غلظت یون Zn^{2+} در آن کاهش می‌یابد.

○ درست ○ نادرست

6) نمودار غلظت یون‌ها برای سلول بالا به شکل **(2)** صحیح است.

○ درست ○ نادرست



تست‌های آموزشی

13- دربارهٔ سلول الکتروشیمیایی «آلومینیم-منگنز» که منجر به تولید انرژی می‌شود، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ $(E^\circ(Al^{3+}/Al) = -1/66\ V)$ ، $(E^\circ(Mn^{2+}/Mn) = -1/18\ V)$ (سراسری ریاضی 1401)

- در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش آن، در مجموع **6** 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.
- محلول‌های منگنز (II) سولفات و آلومینیم سولفات، می‌توانند به ترتیب در انجام نیم‌واکنش‌های کاتدی و آندی شرکت کنند.

1) سه **2)** دو **3)** یک **4)** چهار

14- دربارهٔ سلول گالوانی «سرب-پلاتین» چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (ریاضی خارج 99)

$E^\circ(Pb^{2+}/Pb) = -0/13\ V$ $E^\circ(Pt^{2+}/Pt) = +1/2\ V$

- E° سلول برابر $+1/07$ ولت است و در واکنش کلی سلول، سرب نقش کاهنده را دارد.
- قدرت اکسندگی Pt^{2+} از Pb^{2+} بیشتر است و سطح تیغه در آند، دارای بار منفی می‌شود.
- الکترود سرب، آند است و با انجام واکنش در سلول، غلظت کاتیون در بخش آندی کاهش می‌یابد.
- با پیشرفت واکنش سلول به میزان **25** درصد، $3/01\times10^{23}$ الکترون میان دو الکترود مبادله می‌شود.
- الکترون‌ها با گذر از دیوارهٔ متخلخل بین دو محلول، از قطب منفی به قطب مثبت رفته، سبب کاهش $Pb^{2+}(aq)$ می‌شوند.

1) 2 **2)** 3 **3)** 4 **4)** 5

سری الکتروشیمیایی

رتبه‌بندی فلزها به‌ترتیب کاهش E° آن‌ها در یک جدول، سری الکتروشیمیایی نامیده می‌شود. در این جدول نیم‌واکنش‌ها به پیشنهاد آیوپاک به شکل کاهشی نوشته شده‌اند.

- در هر نیم‌واکنش، الکترون‌ها در سمت چپ قرار می‌گیرند. به دیگر سخن 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.

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

اکسنده قوی‌تر

کاهنده قوی‌تر

اکسنده: $Au^{3+} > Pt^{2+} > Ag^{+} > \dots > Al^{3+} > Mg^{2+}$

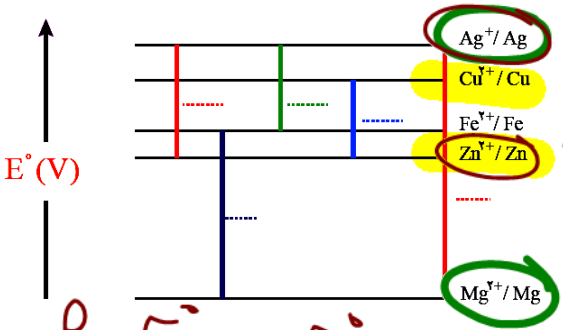
کاهنده: $Mg > Al > \dots > Pt > Au$

سؤال تشریحی

1) در نمودار زیر هر خط نشان‌دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید. (نهایی - شهریور 98)

$E^{\circ}(Fe^{2+}/Fe) = -۰/۴۴$ ، $E^{\circ}(Zn^{2+}/Zn) = -۰/۷۶$ ، $E^{\circ}(Cu^{2+}/Cu) = +۰/۳۴$

$E^{\circ}(Mg^{2+}/Mg) = -۲/۳۷$ ، $E^{\circ}(Ag^{+}/Ag) = +۰/۸$



آ) بدون محاسبه بیان کنید کدام سلول گالوانی می‌تواند بیشترین ولتاژ را ایجاد کند؟ چرا؟

ب) نیروی الکتروموتوری سلول گالوانی «روی-نقره» را حساب کنید.

پ) بین ذره‌های $(Cu^{2+}, Cu, Zn, Zn^{2+})$ کدام‌یک کاهندهٔ قوی‌تری است؟ چرا؟

تست‌های آموزشی

15- نیروی الکتروموتوری (E°) واکنش : $M(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ برابر **1/56+** ولت و E° الکترود نقره برابر **0/80+** ولت است. E° الکترود فلز M برابر ..... ولت است و کاتیون $Ag^+(aq)$ ..... از کاتیون $M^{2+}(aq)$ است. (سراسری ریاضی 98)

1) 0/4 ، کاهنده‌تر 2) 0/4+ ، اکسنده‌تر 3) 0/76- ، کاهنده‌تر 4) 0/76- ، اکسنده‌تر

16- با توجه به E^oها، کدام واکنش به صورتی که معادله آن نوشته شده است، انجام می‌پذیرد؟ (سراسری)

$E^o(Cu^{2+}/Cu) = +0/34\ V \quad E^o(Fe^{2+}/Fe) = -0/41\ V \quad E^o(Mg^{2+}/Mg) = -2/38\ V$

1) $Cu(s) + MgCl_2(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + Mg(s)$
2) $Fe(s) + MgCl_2(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + Mg(s)$
3) $Cu(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + H_2(g)$
4) $Fe(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + Cu(s)$

17- با توجه به اینکه واکنش الکتروشیمیایی : $Sn^{2+}(aq) + Mn(s) \rightarrow Sn(s) + Mn^{2+}(aq)$ در جهت طبیعی پیشرفت دارد، چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ آن درست است؟ (تجربی خارج 1401)

- Sn^{2+} گونهٔ اکسنده و Mn گونهٔ کاهش یافته است.
- E^o الکترود Sn^{2+}/Sn، از E^o الکترود Mn^{2+}/Mn، بزرگ‌تر است.
- به ازای مصرف **0/25** مول منگنز، $3/01\times10^{23}$ الکترون مبادله می‌شود.
- با انجام واکنش در سلول، به تدریج سطح تیغهٔ قلع، از الکترون انباشته می‌شود.
- در سلول گالوانی تشکیل شده از این دو الکترود، جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی، از تیغهٔ منگنز به تیغهٔ قلع است.

1) پنج 2) چهار 3) سه 4) دو

18- با توجه به واکنش‌های زیر که به طور خودبه‌خودی در جهت رفت پیش می‌روند، کدام ترتیب درباره‌ی اکسندگی کاتیون‌ها درست است؟ (سراسری تجربی 91)

$Sn^{4+}(aq) + H_2(g) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2H^+(aq)$
$2H^+(aq) + Sn(s) \rightarrow H_2(g) + Sn^{2+}(aq)$
$2Fe^{3+}(aq) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + Sn^{4+}(aq)$

1) $Fe^{3+} < Sn^{2+} < H^+ < Sn^{4+}$
2) $Fe^{3+} > Sn^{2+} > H^+ > Sn^{4+}$
3) $Fe^{3+} < Sn^{4+} < H^+ < Sn^{2+}$
4) $Fe^{3+} > Sn^{4+} > H^+ > Sn^{2+}$

سؤال تشریحی

1) با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

(تمرینات دوره‌ای)

نیم‌واکنش کاهش	$E^\circ(V)$
$A^+(aq) + e^- \rightarrow A(s)$	+۱/۳۳
$B^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow B(s)$	+۰/۸۷
$C^{3+}(aq) + e^- \rightarrow C^{2+}(aq)$	-۰/۱۲
$D^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow D(s)$	-۱/۵۹

آ) کدام گونه قوی‌ترین و کدام گونه ضعیف‌ترین اکسنده است؟

$A^+ > B^{2+} > C^{3+} > D^{3+}$

ب) کدام گونه قوی‌ترین و کدام گونه ضعیف‌ترین کاهنده است؟

$D > C^{2+} > B > A$

پ) کدام گونه‌ها می‌توانند C^{2+} را اکسید کنند؟

A^+ و B^{2+} زیرا قدرت اکسندگی بیشتری دارند

2) برای نگهداری هر محلول مناسب‌ترین ظرف را پیشنهاد کنید.

(تمرینات دوره‌ای)

آ) محلول هیدروکلریک اسید (مس یا آهن)

ب) محلول آهن (II) نیترات (روی یا نقره)

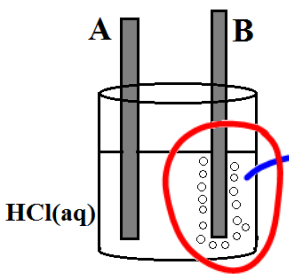
زیاد قدرت کاهندگی کمتر نسبت به H_2 دارد.

$Au < Pt < Ag < Cu < H < Sn, Ni < Fe < Zn < Mn < Al$ (فلزات گروه ۱ و ۲)

H^+ — Fe^{2+}

تست‌های آموزشی

19- با توجه به شکل داده شده جنس A و B به ترتیب کدام فلزات می‌تواند باشد؟(از راست به چپ)



A ← با اسید واکنش نداده ← Au, Pt, Ag, Cu

B ← با اسید واکنش داده ← H_2 ↑ ← Mn, Pt, Ag, Cu ≠

1) نقره- مس

2) مس- روی

3) روی- آهن

4) آهن- نقره

20- با توجه به موارد زیر، پتانسیل استاندارد کاهشی فلز M می‌تواند کدام عدد باشد؟ (ریاضی 99)

$M(s) + Hg^{2+}(aq) \rightarrow Hg(s) + M^{2+}(aq)$ (کاتد، آند)

$M(s) + Mg^{2+}(aq) \rightarrow$ انجام نمی‌شود (آند نه)

$M^{2+}(aq) + Sn(s) \rightarrow$ انجام نمی‌شود (آند نه)

$M^{2+}(aq) + Mn(s) \rightarrow M(s) + Mn^{2+}(aq)$ (آند، کاتد)

$E^\circ(Sn^{2+}/Sn) = -0/14\ V$

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

$E^\circ(Hg^{2+}/Hg) = +0/85\ V$

$E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2/38\ V$

1) +0/11

2) -0/11

3) -0/40

4) +1/2

Mg Mn M Sn Hg

آند تر ← -۱/۱۸ -۰/۱۴ ← کاتد تر

لیتیم فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی

لیتیم در میان فلزها، کمترین چگالی و کمترین E^0 را دارد. این ویژگی‌های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری‌های سبک‌تر و کوچک‌تر با توانایی ذخیره بیشتر انرژی همراه شود.

- باتری‌های دگمه‌ای از جمله باتری‌های لیتیمی هستند که در شکل و اندازه‌های گوناگون به‌کار می‌رود.
- دسته‌ای دیگر از باتری‌های لیتیمی آن‌هایی هستند که در تلفن و رایانه همراه به‌کار می‌روند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد.
- افزایش تقاضا برای باتری‌های لیتیمی سبب شد که این فلز جایگاه ممتازی در تأمین انرژی در جهان پیدا کند، به‌طوری‌که 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. پس حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی مانند تلفن و رایانه همراه، باتری‌های لیتیمی و ... تولید می‌شود.

بنابر دلایل زیر توصیه می‌شود که باتری‌های لیتیمی و دستگاه‌های الکترونیکی مرتبط با آن‌ها بازیافت شود :

دلیل 1) این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون سمی هستند و نباید در طبیعت رها و دفن شوند، زیرا محیط زیست را آلوده می‌کنند.

دلیل 2) برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت، منبعی برای استفاده مجدد برای منابع اولیه خود هستند.

بررسی چند جملهٔ مهم

1) فلز لیتیم کاهنده‌ترین و فلوئور اکسنده‌ترین عنصر جدول تناوبی است. درست ○ نادرست ○

2) فلز پلاتین را می‌توان در بخش‌های مختلف بدن هنگام جراحی به‌کار برد. درست ○ نادرست ○

تست‌های آموزشی

21- باتری‌های «روی-نقره» از جمله باتری‌های دکمه‌ای‌اند که در آنها واکنش $Zn(s)+Ag_2O(s)\rightarrow ZnO(s)+2Ag(s)$ انجام می‌شود. با توجه به آن، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ $(Ag=108\ g.mol^{-1})$ (سراسری تجربی 1401)

- emf آن، برابر 1/56 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 $3/01\times10^{20}$ الکترون، 54 میلی‌گرم فلز نقره در آن تشکیل می‌شود.

1) پنج 2) چهار 3) سه 4) دو

سلول سوختی

سوخت‌های فسیلی همچنان مناسب‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌رود. از این‌رو استخراج و مصرف بی‌رویه این سوخت‌ها سبب شده تا ذخایر آن به سرعت کاهش یابد. از این رو 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 به‌ویژه خودروها ضروری است.

ویژگی‌های سلول‌های سوختی عبارتند از :

آ) نوعی سلول گالوانی است.

ب) استفاده از آن باعث تأمین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود. (کاهش ردپای کربن‌دی‌اکسید)

پ) بازدهی بالایی دارند. (سوزاندن هیدروژن در موتور درون‌سوز بازدهی نزدیک به 20 درصد دارد در حالی‌که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر افزایش می‌دهد.)

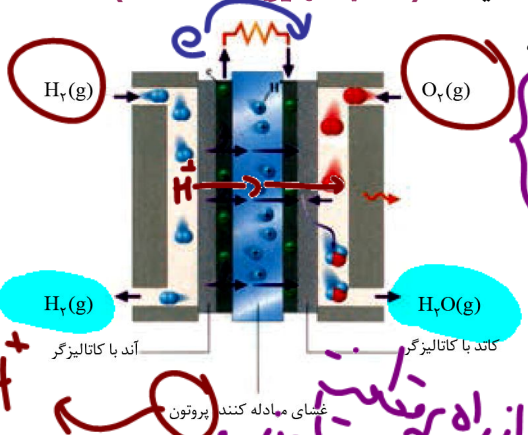
ت) هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد، به طوری‌که شامل یک غشاء، الکترود آند و کاتد است. در این سلول آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش-کاهش سرعت می‌بخشند.

ث) واکنش درون سلول‌های سوختی به صورت کنترل‌شده انجام می‌شود و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

ج) سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند، اما در آن‌ها پیوسته سوخت در شرایط کنترل‌شده‌ای مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌گردد.

سؤال تشریحی

1) با توجه به سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن به سوالات زیر پاسخ دهید. (مشابه نهایی خرداد 1401)



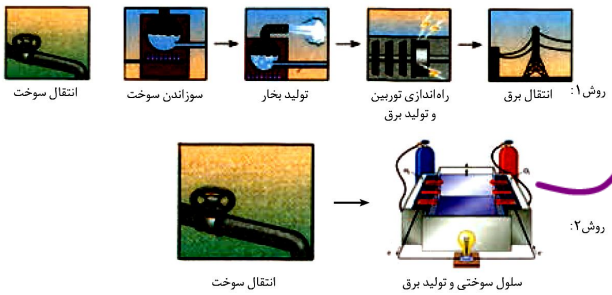
آ) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید و واکنش کلی را به دست آورید.

ب) یک چالش برای سلول سوختی بیان کنید.

پ) تفاوت باتری و سلول سوختی چیست؟

ت) اگر پتانسیل نیم سلول کاتدی 1/2 ولت باشد، با فرض بازده 80 درصد emf سلول را تعیین کنید.

بررسی چند جمله مهم



1) در روش **1** اتلاف انرژی به شکل گرما کمتر است اما کارایی روش دوم بالاتر است. درست ○ نادرست ○

2) در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن جهت حرکت الکترون با جهت حرکت پروتون (هیدرونیوم) مشابه است. درست ○ نادرست ○

تست‌های آموزشی

22- در سلول سوختی «پروپان-اکسیژن»، به ازای مصرف کامل **16/5** گرم سوخت، چند الکترون میان مواد اکسنده و کاهنده، مبادله می‌شود؟ بازده سلول سوختی را صددرصد در نظر بگیرید. $(C=12, H=1: g.mol^{-1})$ (سنجش-بهمن 97)

1) $1/806\times10^{24}$ 2) $4/515\times10^{24}$ 3) $31/605\times10^{23}$ 4) $29/435\times10^{23}$

23- اگر در سلول سوختی به جای هیدروژن از سوخت ارزان‌تر و کم‌خطرتری مانند متان استفاده شود، برای عبور همان شمار الکترون ناشی از مصرف یک مول هیدروژن از مدار، چند گرم متان باید مصرف شود؟ $(C=12, H=1: g.mol^{-1})$ (سراسری ریاضی 94)

1) 4 2) 8 3) 16 4) 32

24- اگر الکترون‌های آزاد شده از اکسایش **80** گرم فلز در نیم‌واکنش آندی: $Fe^{3+}(aq) + Cu(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu^{2+}(aq)$، در نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن مصرف شود، چند لیتر گاز اکسیژن (در شرایط STP) مصرف و چند گرم آب تولید می‌شود؟ $(H=1, O=16, Fe=56, Cu=64: g.mol^{-1})$ (سراسری ریاضی خارج از کشور 99)

1) 11/25 ، 7 2) 22/5 ، 7 3) 11/25 ، 14 4) 22/5 ، 14

بخش سوم: برقکافت

سلول الکترولیتی

نوعی از سلول‌های الکتروشیمیایی هستند که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت، می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش برد.

سؤال تشریحی

1) با توجه به شکل به سوالات زیر پاسخ دهید:

آ) این شکل چه نوع سلولی را مشخص می‌کند؟

ب) نوع تبدیل انرژی در آن را مشخص کنید.

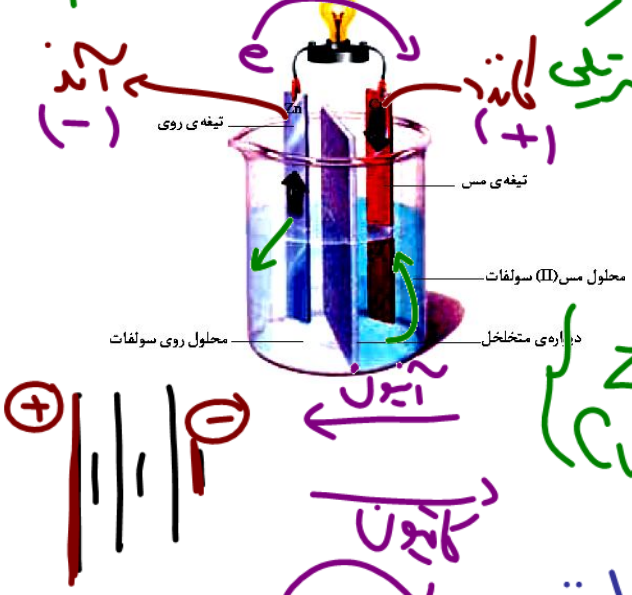
پ) آند و کاتد را مشخص کنید.

ت) جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی را مشخص کنید.

ج) جهت حرکت یون‌ها از دیواره‌ی متخلخل بنویسید.

چ) قطب منفی و مثبت را مشخص کنید.

ح) نیم‌واکنش اکسایش و کاهش را بنویسید.



2) با توجه به شکل به سوالات زیر پاسخ دهید:

آ) این شکل چه نوع سلولی را مشخص می‌کند؟

ب) نوع تبدیل انرژی در آن را مشخص کنید.

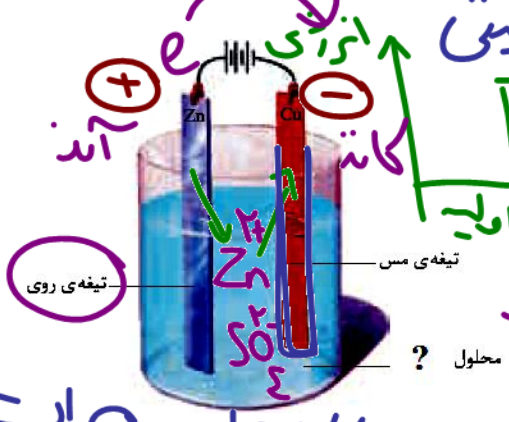
پ) آند و کاتد را مشخص کنید.

ت) جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی را مشخص کنید.

ج) جنس محلول الکترولیت چیست؟

چ) قطب منفی و مثبت را مشخص کنید.

ح) نیم‌واکنش اکسایش و کاهش را بنویسید.



آب‌کاری فلزات

منظور از آب‌کاری پوشاندن یک شی فلزی با لایه‌ی نازکی از یک فلز(مقاوم در برابر خوردگی) به کمک سلول الکترولیتی است.این کار علاوه بر جلای زیبا و درخشندگی در اشیای فلزی بر دوام آن‌ها در برابر عوامل مختلف می‌افزاید.

در آبکاری به سه اصل زیر توجه کنید:

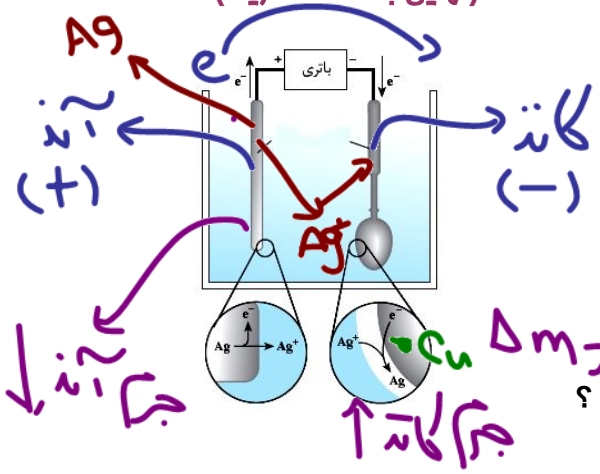
آ) جسمی که باید روی آن روکش ایجاد شود باید در نقش کاتد(قطب منفی) باشد.

ب) فلزی که می‌خواهد روی جسم مورد نظر بنشیند باید در نقش آند(قطب مثبت) باشد.

پ) محلول الکترولیت باید نمکی از فلز سازنده‌ی آند باشد.

سؤال تشریحی

3) شکل مقابل آبکاری یک قاشق مسی را توسط نقره نشان می‌دهد:



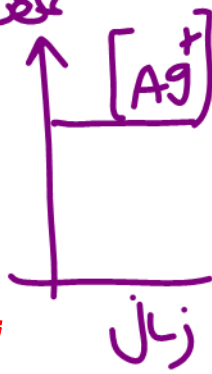
آ) نوع سلول چیست؟گالوانی یا الکترولیتی؟

ب) آند و کاتد چیست؟

پ) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.

ت) تغییر جرم آند را با تغییر جرم کاتد مقایسه کنید.

ث) محلول باید کدام‌یک از موارد روبه‌رو باشد؟ $AgNO_3$ یا $Cu(NO_3)_2$ ؟



نکته : خوردگی اشیای آهنی یا مسی 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 را با فلزهایی مانند نقره، کروم، طلا و نیکل می‌پوشانند.

بررسی چند جملهٔ مهم

1) در آبکاری یک جسم آهنی با نقره، از محلول نقره کلرید می‌توان به عنوان الکترولیت استفاده کرد.

○ درست ○ نادرست

2) در طول فرایند آبکاری، غلظت الکترولیت با گذشت زمان تغییر محسوسی نمی‌کند.

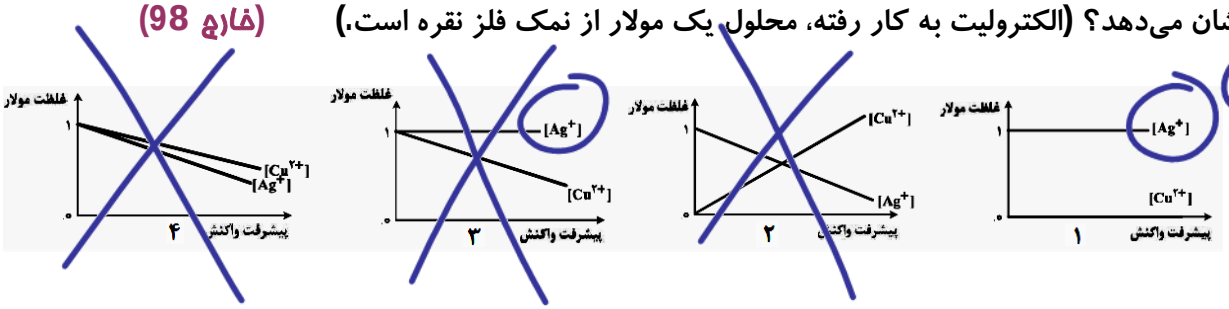
○ درست ○ نادرست

3) برای آبکاری یک جسم فلزی با نقره، باید E^0 فلز به کار رفته در ساخت قطعه باید از E° نقره کوچک‌تر باشد.

○ درست ○ نادرست

تست‌های آموزشی

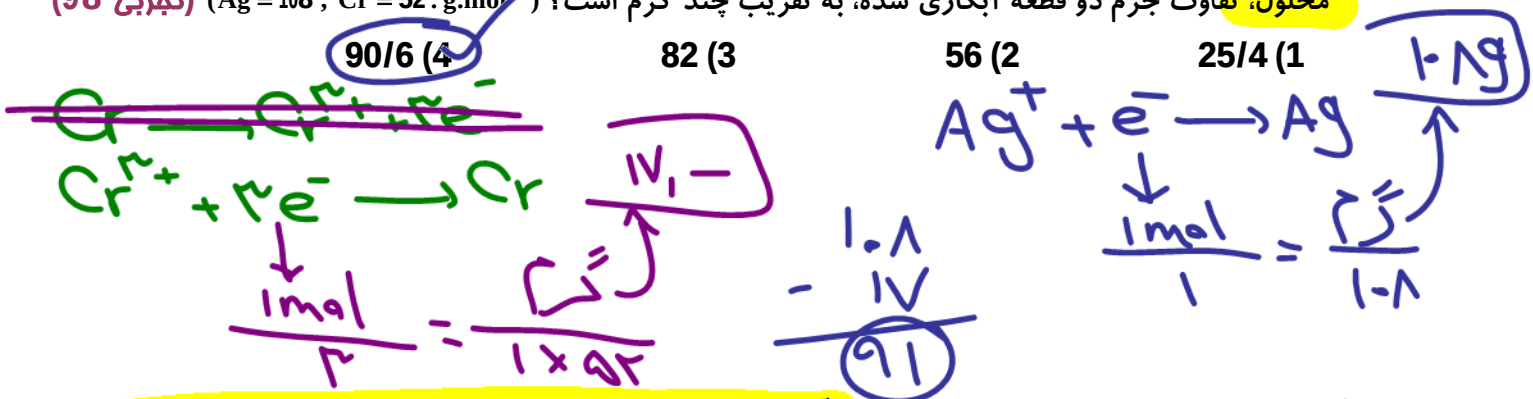
25- کدام نمودار، غلظت گونه‌های محلول را در آبکاری یک قاشق مسی با استفاده از الکترود آند نقره را به درستی نشان می‌دهد؟ (الکترولیت به کار رفته، محلول یک مولار از نمک فلز نقره است.) (خارج 98)



1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

26- در آبکاری یک قطعهٔ فولادی به وزن 10 کیلوگرم با کروم، از یک لیتر محلول 1 مولار یون‌های کروم (III) و الکترود کروم در آند استفاده شده است. در آبکاری قطعه مشابه(با جرم برابر) با نقره، از یک لیتر محلول 1 مولار نقره نیترات و آند نقره‌ای استفاده شده است. با عبور یک مول الکترون از هر دو محلول، تفاوت جرم دو قطعهٔ آبکاری شده، به تقریب چند گرم است؟ $(Ag = 108 \ , \ Cr = 52 : g.mol^{-1})$ (تجربی 98)

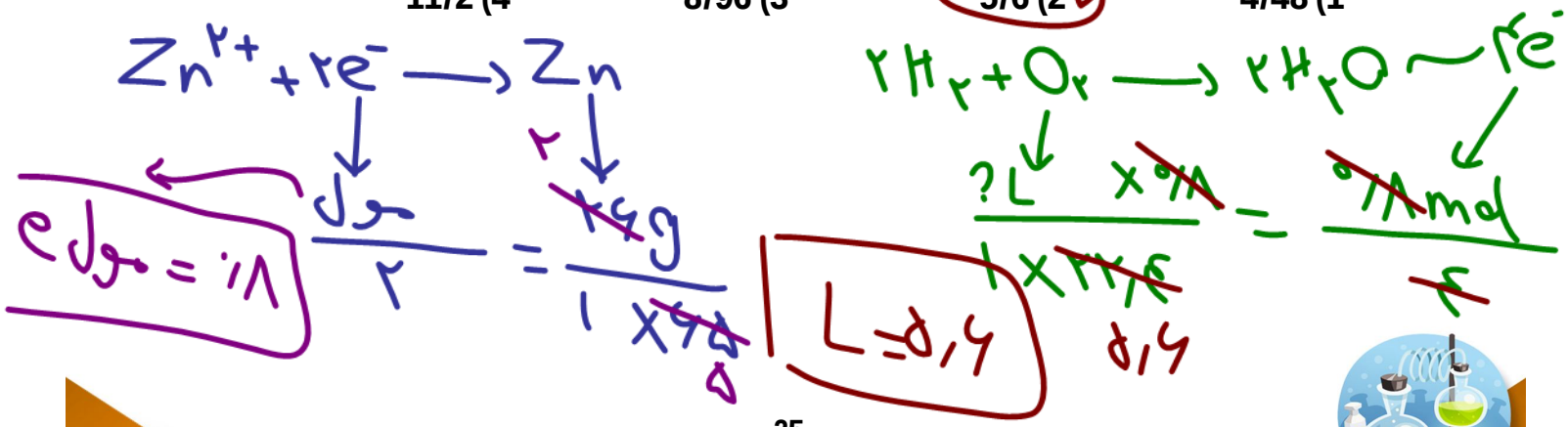
1) 25/4
2) 56
3) 82
4) 90/6



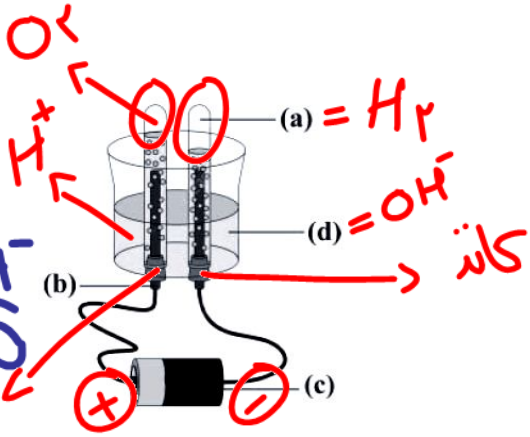
27- در صورتی‌که الکترون‌های مبادله شده در آبکاری یک جسم به جرم 1 کیلوگرم با فلز روی در یک سلول الکترولیتی، با استفاده از یک سلول سوختی تأمین شود، چند لیتر گاز اکسیژن باید از درون سلول سوختی در شرایط STP گذر کند تا جرم آن جسم به 1026 گرم برسد؟ (بازدهٔ درصدی فرایند 80 % فرض شود. $Zn = 65 \ g.mol^{-1}$) (سراسری ریاضی 98)

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

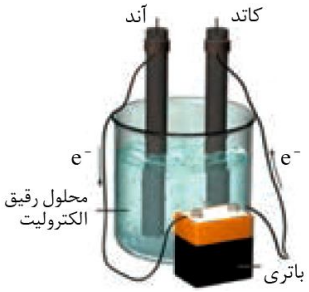
1) 4/48
2) 5/6
3) 8/96
4) 11/2



برقکافت آب



بررسی چند جملهٔ مهم



1) شکل مقابل مربوط به برقکافت آب است که در یک سلول الکترولیتی انجام می‌شود.

○ درست ○ نادرست

2) کاغذ pH پیرامون قطب مثبت به رنگ قرمز و پیرامون قطب منفی به رنگ آبی درمی‌آید.

○ درست ○ نادرست

3) آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد، از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آن بیفزاییم.

○ درست ○ نادرست

تست‌های آموزشی

28- در یک آزمایش تجزیهٔ آب به عنصرهای سازندهٔ آن از 1 kg آب و نمک با غلظت 1 % به عنوان الکترولیت استفاده شده است. اگر آزمایش تا زمانی ادامه یابد که غلظت آب و نمک به 2 % برسد، حجم گازهای تولید شده در شرایط STP به تقریب چند لیتر است؟ واکنش موازنه نشده به صورت $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$ است. $(O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1})$

(سراسری تجربی 98)

1) 311 2) 622 3) 933 4) 1866

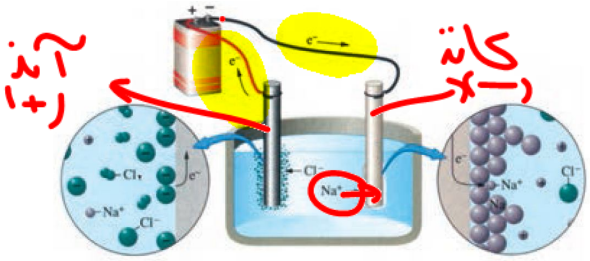
29- چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن و سلول الکترولیتی برقکافت آب، درست است؟

(سراسری تجربی 1401)

- جهت حرکت الکترون در هر دو نوع سلول، از آند به کاتد است.
- واکنش کلی برقکافت آب، عکس واکنش کلی سلول سوختی است.
- کاغذ pH در محلول پیرامون آند هر دو نوع سلول به رنگ قرمز درمی‌آید.
- شمار الکترون‌های مبادله شده در نیم‌واکنش کاتدی هر دو نوع سلول برابر است.
- نیم‌واکنش کاهش در سلول سوختی، مانند نیم‌واکنش کاهش آب در سلول الکترولیتی است.

1) دو 2) سه 3) چهار 4) پنج

برقکافت سدیم کلرید مذاب



$$2NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$$

بررسی چند جملهٔ مهم

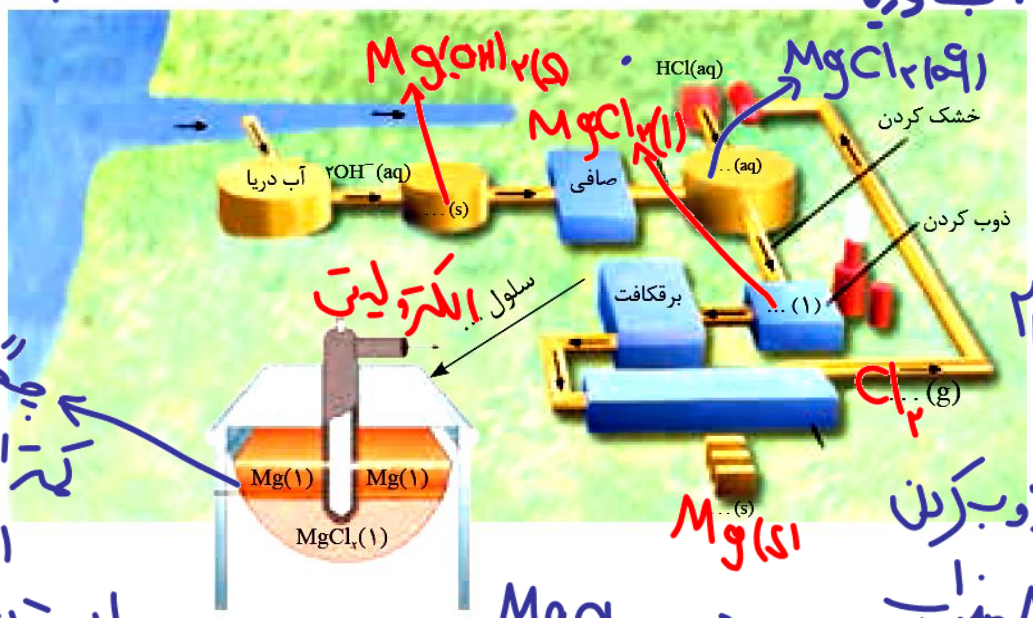
1) برای تولید سدیم، از برقکافت محلول سدیم کلرید در آب استفاده می‌شود. ○ درست ○ نادرست

2) در برقکافت سدیم کلرید از گلسیم کلرید برای پایین آوردن نقطهٔ ذوب و کاهش مصرف انرژی استفاده می‌شود. ○ درست ○ نادرست

3) هدف اصلی از برقکافت سدیم کلرید مذاب، تولید گاز کلر است. ○ درست ○ نادرست

4) یون‌های سدیم بسیار پایدارتر از اتم‌های آن هستند. به همین دلیل برای تهیه سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد. ○ درست ○ نادرست

استخراج منیزیم از آب دریا



$$Mg(OH)_2 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + 2H_2O$$

$$MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$$

بررسی چند جملهٔ مهم

1) چگالی منیزیم مذاب بیشتر از چگالی الکترولیت (منیزیم کلرید مذاب) است. ○ درست ○ نادرست

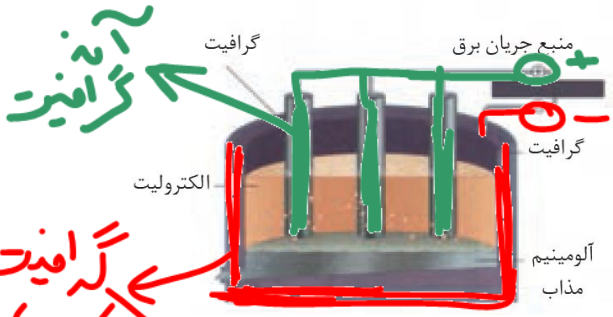
2) یکی از فراورده‌های استخراج منیزیم کلر است که می‌تواند در این فرایند، به مصرف برسد. ○ درست ○ نادرست

30- با توجه به فرایند تهیهٔ فلز منیزیم از آب دریا، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟ (ریاضی خارج 1401)

- در این روش، فلز منیزیم در کاتد و گاز کلر در آند به دست می‌آید.
- در این فرایند، تنها حالت‌های مایع و جامد از مواد مختلف دخالت دارند.
- در سلول برقکافت، با اعمال ولتاژ بیرونی معین، محلول $MgCl_2$ تجزیه می‌شود.
- هیدروکلریک اسید لازم را از واکنش گاز کلر آزاد شده با گاز هیدروژن تأمین می‌کنند.
- نخست، فلز منیزیم موجود در حوضچه‌ای از آب دریا را به صورت هیدروکسید رسوب می‌دهند.

1) یک 2) دو 3) سه 4) چهار

فرایند هال



بررسی چند جملهٔ مهم

1) هدف از فرایند هال، استخراج آلومینیم از سنگ معدن بوکسیت است. درست ○ نادرست ○

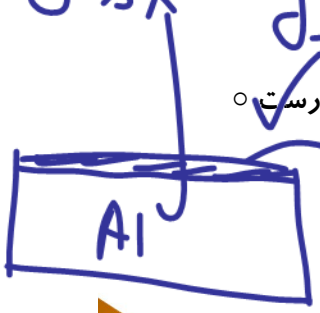
2) سنگ معدن آلومینیم، بوکسیت نام دارد که آلومینیم اکسید خالص است. درست ○ نادرست ○

3) در واکنش کلی فرایند هال، مجموع ضرایب استوکیومتری مواد پس از موازنه 13 است. درست ○ نادرست ○

4) آلومینیم فلزی است که اکسایش پیدا می‌کند اما خورده نمی‌شود. درست ○ نادرست ○

5) در فرایند هال، باید آند دستگاه را مرتب تعویض کنیم. درست ○ نادرست ○

6) فلز آلومینیم به دست آمده از بالای سلول هال به صورت مذاب خارج می‌شود. درست ○ نادرست ○



در یک ساعت $Al = ۲۷۰ \times ۲۴ \times ۳۰ \text{ kg}$

تست‌های آموزشی

31- یک واحد صنعتی به طور مداوم در هر ساعت، 270 kg آلومینیم خالص بر اساس فرایند هال تولید می‌کند. در صورتی‌که پس از خورده شدن حدود 75 % یک الکترود آند، آن الکترود عوض شود، این واحد در هر ماه(30 شبانه‌روز)، چند الکترود آند گرافیتی نیاز دارد؟وزن هر الکترود را 600 kg فرض کنید.

$(Al = 27 , C = 12 : g.mol^{-1})$

(سراسری تجربی 98)

(معادله موازنه شود.) $Al_2O_3(s) + C(s) \rightarrow Al(l) + CO_2(g)$

1) 114

2) 144

3) 186

4) 210

$\frac{۱۲۰ \times ۲۴ \times ۳۰}{۶} = ۲۱۶۰$

$\frac{n \times ۱۲}{۳ \times ۱۲ \times ۱۰۰} = ۱۴۴$

$\frac{۲۷۰ \times ۲۴ \times ۳۰}{۴ \times ۲۷} \Rightarrow n = ۱۲۰ \times ۲۴ \times ۳۰$

بخش چهارم: خوردگی

به طور کلی به ترد شدن و خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر اکسایش خوردگی می‌گویند.خوردگی در مورد آهن را اصطلاحاً زنگ زدن می‌گویند.

نکته : فلزات نجیب(طلا، پلاتین و پالادیوم) دچار خوردگی نمی‌شوند.

نکته : فلزات قارونک(قلع،آلومینیم،روی،وانادیم،نیکل و کروم) در معرض اکسیژن و رطوبت یک لایه‌ی اکسید بسیار نازک و چسبنده و محافظ ایجاد می‌کنند که مانع خوردگی آن‌ها می‌شود.

قواعد خوردگی

آ) نیم‌واکنش‌های مربوط به خوردگی : در فرایند خوردگی فلز فعال اکسید می‌شود و آب و اکسیژن نیم-واکنش کاهش را انجام می‌دهند:

$$M(s) \xrightarrow{Ox} M^{n+}(aq) + ne^-$$

$$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \xrightarrow{Red} 4OH^-(aq)$$

ب) پایگاه‌های خوردگی : در فرایند خوردگی محلی که غلظت اکسیژن کم است را پایگاه آندی و محلی که غلظت اکسیژن زیاد است را پایگاه کاتدی می‌گویند.

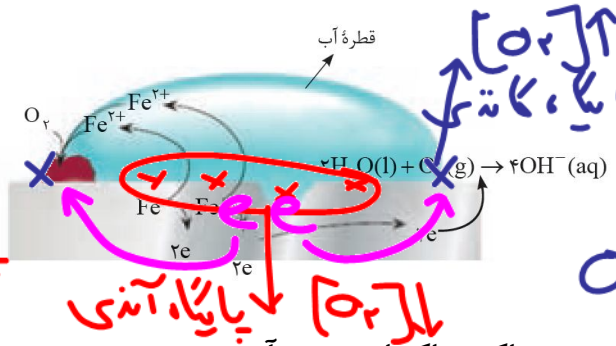
نکته : از آن‌جا که خوردگی در یک سلول الکتروشیمیایی(گالوانی) انجام می‌شود،لذا جهت حرکت الکترون از پایگاه آندی به سمت پایگاه کاتدی است.

نکته : وجود محیط اسیدی سرعت زنگ زدن آهن را زیاد و وجود محیط بازی سرعت خوردگی را کم می-کند.

نکته : وجود نمک‌های محلول مانند NaCl و $NaNO_3$ سرعت خوردگی را زیاد می‌کنند،زیرا این نمک‌ها محلول الکترولیت ایجاد می‌کنند و در این محیط مبادله‌ی الکترون بین آهن و اکسیژن و آب سریع‌تر و راحت‌تر انجام می‌شود.

سؤال تشریحی

1) با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.

ب) با توجه به این‌که زنگ آهن حاوی یون‌های آهن (III) است، نیم‌واکنش اکسایش یون آهن (II) به یون آهن (III) را بنویسید.

پ) فراورده نهایی خوردگی، زنگ آهن با فرمول $Fe(OH)_3$ است. معادله واکنش کلی زنگ زدن آهن را بنویسید.

2) با توجه به نیم‌واکنش‌های داده شده به سوالات زیر پاسخ دهید.

$O_2(g)+4H^+(aq)+4e^-\rightarrow 2H_2O(l)$ $\quad E^0=+1/23\ V$

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

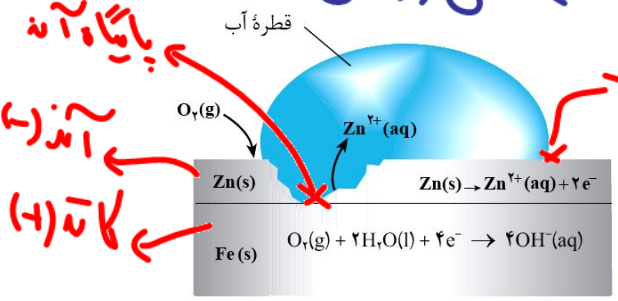
$Au^{3+}(aq)+3e^-\rightarrow Au(s)$ $\quad E^0=+1/50\ V$

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

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

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

3) با توجه به شکل به سوالات پاسخ دهید:



آ) نام ورقه‌ی آهنی مقابل چیست؟

ب) کاربرد آن چیست؟

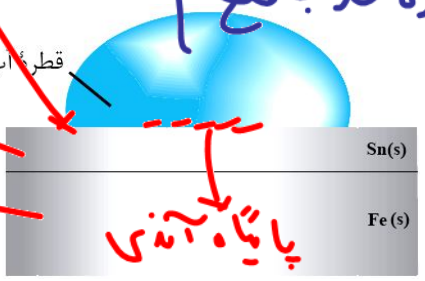
پ) آیا آهن در ورقه بدون خراش زنگ می‌زند؟

ت) بر اثر خراش آند و کاتد را مشخص کنید.

ث) پایگاه آندی و کاتدی را مشخص کنید.

ج) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.

4) با توجه به شکل به سوالات پاسخ دهید: (کتاب درسی)



آ) نام ورقه‌ی آهنی مقابل چیست؟

ب) کاربرد آن چیست؟

پ) آیا آهن در ورقه بدون خراش زنگ می‌زند؟

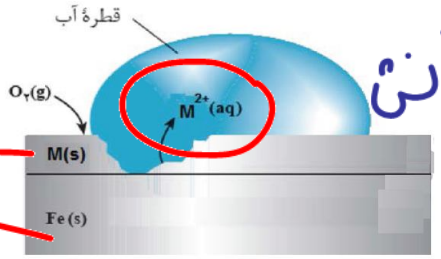
ت) بر اثر خراش آند و کاتد را مشخص کنید.

ث) پایگاه آندی و کاتدی را مشخص کنید.

ج) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.

5) شکل زیر بخشی از یک ورقهٔ آهنی را نشان می‌دهد که از فلز M(s) پوشیده شده است.

(نهایی-خرداد 98)



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

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

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

آ) فلز M کدام‌یک از فلزات مس یا منیزیم می‌تواند باشد؟ چرا؟

ب) نیم‌واکنش موازنه شده کاهش را بنویسید.

نکته : نمی‌توان به جای حلبی از آهن سفید(گالوانیزه) در کنسرو و کمپوت استفاده کرد.زیرا Zn با اسید مواد غذایی واکنش می‌دهد و آن‌ها را فاسد و بدطعم می‌کند.

نکته : راه‌های جلوگیری از خوردگی عبارتند از : رنگ کردن در و پنجره‌های آهنی،قیراندود کردن سطح لوله‌های نفتی و روکش دادن به ظروف فلزی که همه‌ی این روش‌ها آهن را از تماس با اکسیژن و رطوبت دور می‌کند. اما بهترین روش برای جلوگیری از خوردگی آهن حفاظت کاتدی است.

نکته : در بدنه کشتی و لوله‌های نفتی از منیزیم برای حفاظت از آهن استفاده می‌شود.

بررسی چند جملهٔ مهم

1) در فرایند زنگ زدن آهن، آب نقش الکترولیت و اکسنده را دارد. ○ درست ○ نادرست

2) در خوردگی گالوانیزه، فلز روی کاهنده و گاز اکسیژن اکسنده است. ○ درست ○ نادرست

تست‌های آموزشی

32- در شکل زیر اگر به‌جای فلز M ، فلز ..... قرار گیرد، در حضور رطوبت ..... . **(قلم‌چی تجربی 98)**

$E^\circ(A^{2+}/A) = -1/18\ V\ ,\ E^\circ(B^{n+}/B) = +1/2\ V\ ,\ E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\ V$

A	M	B
	Fe	

1) A - آهن قطب منفی سلول گالوانی را تشکیل می‌دهد.

2) B - فلز B کاتد سلول گالوانی است و در آن کاهش Fe^{2+} انجام می‌گیرد.

3) A - فلز A خورده می‌شود و از فلز آهن در برابر خوردگی محافظت می‌گردد.

4) B - فلز B قطب مثبت سلول گالوانی است و نقش آن همانند نقش Zn در آهن سفید است.

33- در فرایند خوردگی آهن،به ازای مصرف **6/72** لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP، چند گرم زنگ آهن تولید می‌شود؟ $(H=1\ ,O=16\ ,Fe=56 : g.mol^{-1})$ **(گزینه دو-آذر 97)**

1) 21/4 2) 42/8 3) 22/5 4) 44/5

$4Fe + 3O_2 + 6H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3$

$\frac{6/72}{3 \times 22/4} = \frac{x}{4 \times 107} \Rightarrow 42/8$

34- با توجه به مقدار E° الکترودهای زیر چند مورد از مطالب زیر درست است؟ **(خارج ریاضی 1401)**

$E^\circ(Co^{2+}/Co) = -0/28\ V\ ,\ E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2/37\ V\ ,\ E^\circ(Ag^+/Ag) = +0/8$

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

- منیزیم کاهنده‌تر از روی و روی کاهنده‌تر از کبالت است.
- واکنش فلز نقره با محلول نمک‌های کبالت (II) در جهت طبیعی پیشرفت دارد.
- برای حفاظت کاتدی اشیای فولادی(آهنی) فلز منیزیم مناسب‌تر از فلزهای دیگر است.
- E° سلول گالوانی «منیزیم-کبالت» **1/5** برابر E° سلول گالوانی «منیزیم-روی» است.

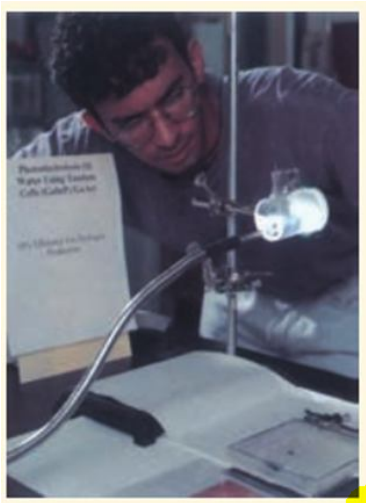
1) یک 2) دو 3) سه 4) چهار

$\frac{emf_1}{emf} = \frac{-0/28 + 2/37}{-0/76 + 2/37} = \frac{2/09}{1/61} \simeq 1/3$

سلول نور - الکتروشیمیایی

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

سؤال تشریحی



1) شکل مقابل نمونه‌ای از سلول نور-الکتروشیمیایی است که برای تهیهٔ گاز هیدروژن از آب کاربرد دارد. بر این اساس پاسخ دهید.

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

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

آ) نیم‌سلول آند و کاتد را مشخص و واکنش کلی را به دست آورید.

ب) emf را تعیین کنید.

نکته : بازده، سرعت و emf سلول نور-الکتروشیمیایی کم است. (معایب سلول) همچنین آلودگی کمتر و استفاده از انرژی پاک خورشید مزایای این سلول است.

تست‌های آموزشی

35- سلول نور-الکتروشیمیایی برای تهیهٔ هیدروژن کاربرد دارد.چند مورد از مطالب زیر،دربارهٔ این سلول درست است؟ (سراسری تجربی 99)

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

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

الف) محلول پیرامون کاتد،رنگ کاغذ pH را قرمز می‌کند.

ب) SiO_2 آند سلول را تشکیل می‌دهد و اکسایش می‌یابد.

پ) با انجام واکنش در سلول، pHمحلول پیرامون آند،کاهش می‌یابد.

ت) واکنش کاتدی این سلول مانند واکنش کاتدی سلول برقکافت آب است.

ث) معادلهٔ واکنش سلول،به صورت: $SiO_2(s)+2H_2(aq) \rightarrow Si(s)+2H_2O(l)$ ،است.

1) 1 2) 2 3) 3 4) 4