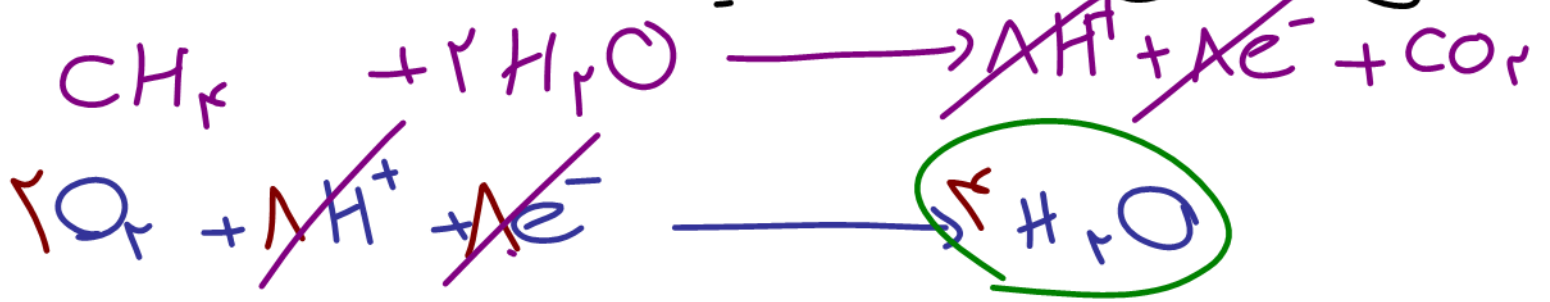


سلسلہ سوختی متان-آکسیژن

نیچے واٹس اگسٹ
نیچے واٹس گاہٹ

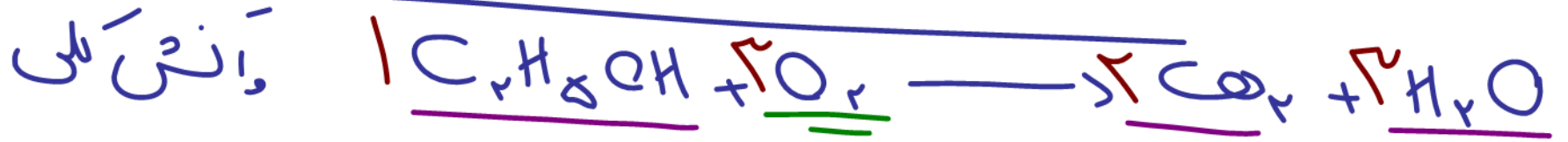
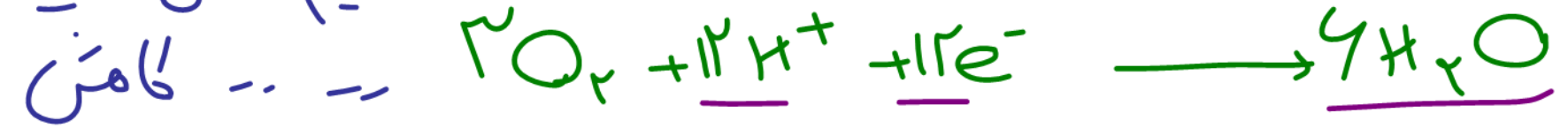
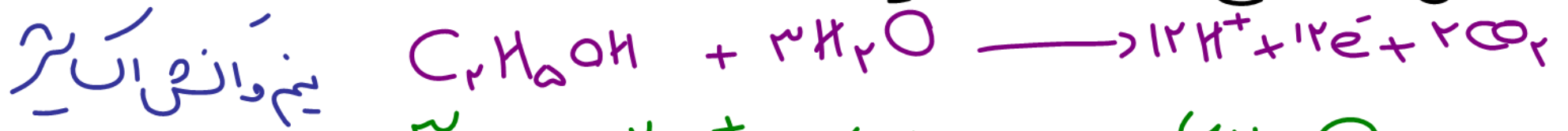


واٹس کلی

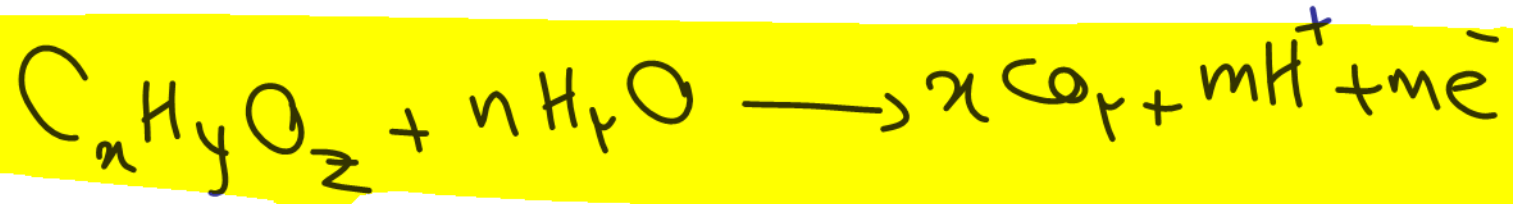


خروجی گاہٹ ————— H_2O
 خروجی گاہٹ ————— CO_2

حلل سوختی اتانول - آکسایشن



نیم واکنش اکسایش
در هیدروکربن ها
و الکل ها ...



اعداد را رقمی که مجبوریم اول را آخر آن‌ها با رقم وسطی دکان استبر //

بخش پذیر هستند.

$$\frac{145}{11} = 15$$

$$\frac{792}{11} = 72$$

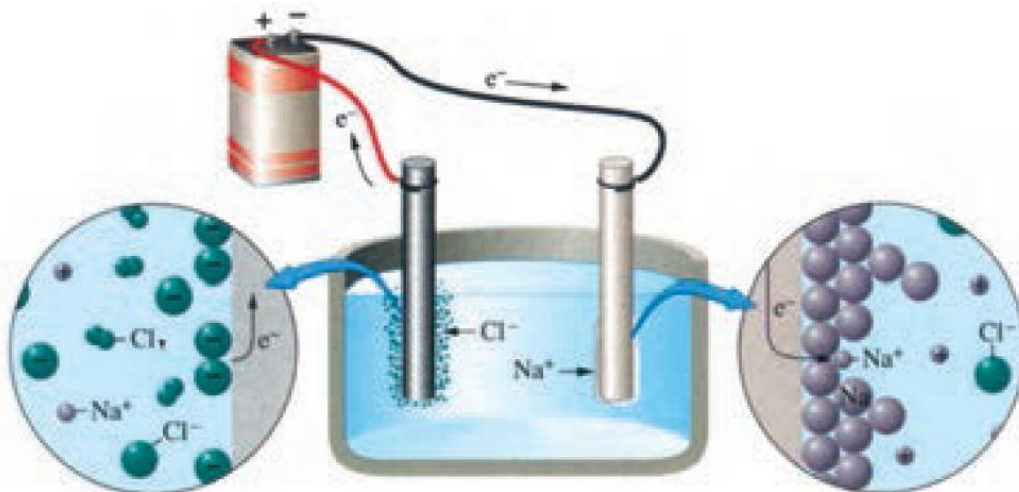
$$\frac{315}{11} = 35$$

آسایش و رفاه در سایه شیمی (کنکور)



شامل :

- 1- نکات آموزشی
- 2- سوالات کنکور و آزمون‌های آزمایشی
- 3- منطبق با آخرین تغییرات کتاب درسی
- 4- سوالات تشریحی



تهیه و تنظیم : پیمان خواجوی مجد

بخش اول: آسایش-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 آسان تر، حمل و نقل ایمن تر و سریع تر، درمان و کاهش اثر نقص عضو و انتقال ایمن آب آشامیدنی نیم‌رخ 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 به کارگیری 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 فرآورده)

• باتری یکی از فرآورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش شیمیایی، الکتروسیته تولید می‌کند برای نمونه تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم‌کننده ضربان قلب، سمک، 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 فرآورده‌های دارویی، بهداشتی و غذایی و ...



بررسی چند جمله مهم

- 1) پرکاربردترین شکل انرژی در فناوریهای مختلف انرژی شیمیایی است. **الکتریکی** 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 وسیله 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) تهیه مواد جدید، بهبود خواص مواد و تأمین انرژی، هر سه در حوزه دانش الکتروشیمی قرار می‌گیرند. درست نادرست

8) باتری فراورده صنعتی مهمی است که با انجام واکنش‌های شیمیایی الکتریسته 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



تولید مواد
اندازه‌گیری
کنترل کیفی
تأمین انرژی

کنترل کیفی

تأمین انرژی

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.



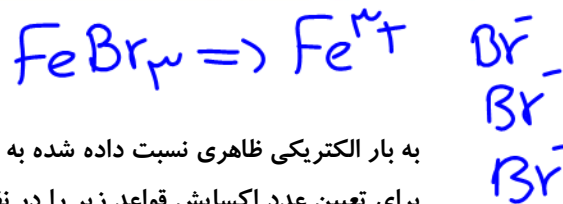
• موتور سیکلت برقی نمونه‌ای از وسایلی است که با انرژی ذخیره شده در باتری کار می‌کند. در واقع باتری مولدی است که در آن واکنش‌های شیمیایی رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود و موتور را به حرکت درآورد.

• 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:

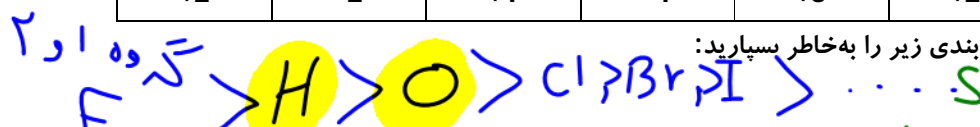


$Na = +1$

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	آلمینیم	هالوژن‌ها	هیدروژن	اکسیژن	روی
عدد اکسایش	+1	+2	+3	-1	+1	-2	+2

(ت) برای تعیین عدد اکسایش اولویت‌بندی زیر را به خاطر بسپارید:



سؤال تشریحی

1) عدد اکسایش را در هر مورد تعیین کنید.
 (آ) گوگرد در یون SO_4^{2-} :
 $S + 4(-2) = -2 \Rightarrow S - 8 = -2 \Rightarrow S = +6$
 (ب) اکسیژن در هیدروژن پراکسید:
 $H_2O_2 \Rightarrow 2(+1) + 2O = 0 \Rightarrow 2 + 2O = 0 \Rightarrow O = -1$
 (پ) نیتروژن در آمونیوم نترات:
 $NH_4^+ \Rightarrow N + 4(+1) = +1 \Rightarrow N = -3$
 $NO_3^- \Rightarrow N + 3(-2) = -1 \Rightarrow N = +5$
 (ت) گوگرد در $Na_2S_2O_3$:
 $2(+1) + 2S + 3(-2) = 0 \Rightarrow 2 + 2S - 6 = 0 \Rightarrow S = +2$
 (ث) کلر در $KClO_3$:
 $K + Cl + 3(-2) = 0 \Rightarrow 1 + Cl - 6 = 0 \Rightarrow Cl = +5$
 (ج) فسفر در یون PF_4^+ :
 $P + 4(-3) = +1 \Rightarrow P - 12 = +1 \Rightarrow P = +13$

تست‌های آموزشی

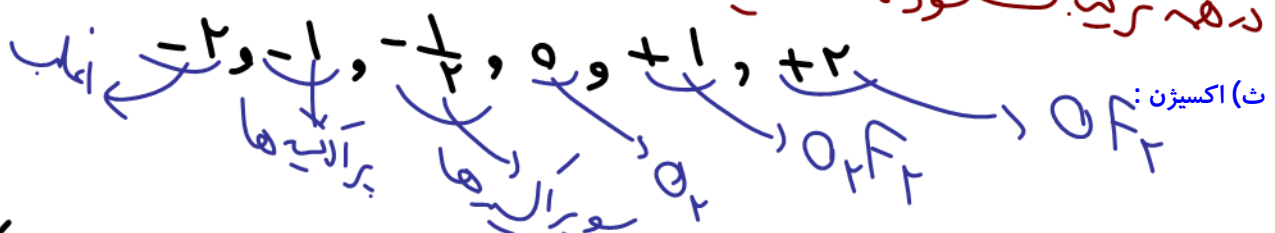
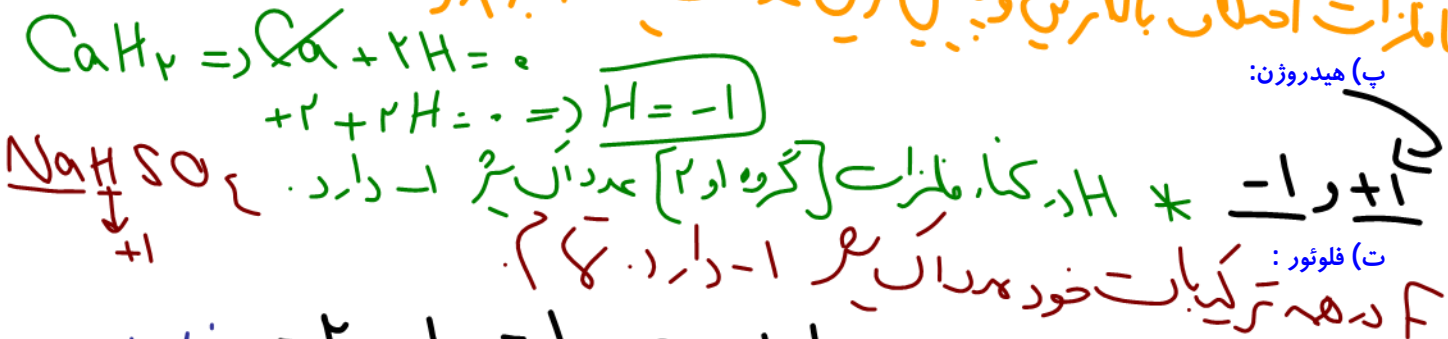
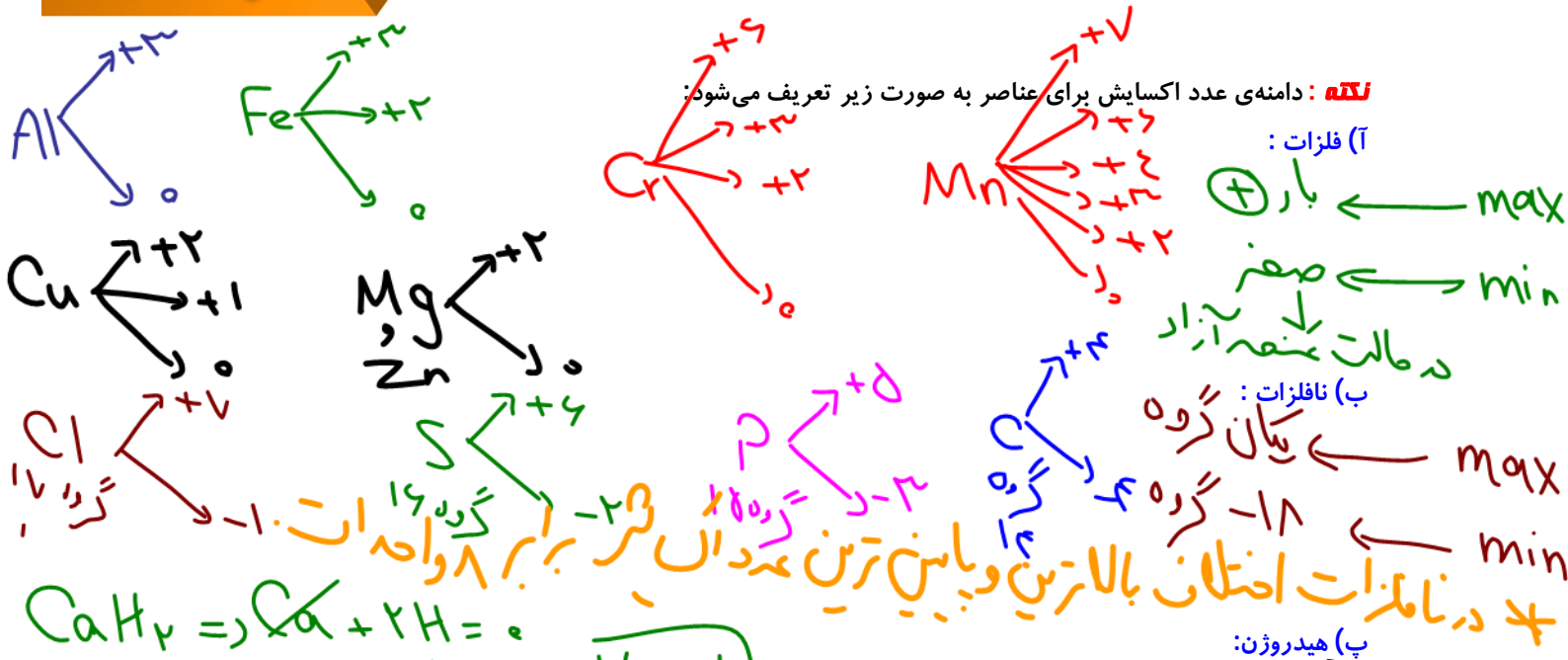
1- جمع جبری بار یون‌های نترات، سیلیکات، فسفات و هیدروژن کربنات و عدد اکسایش اتم مرکزی آنها کدام است؟

(سراسری تجربی فارغ 1401)
 $HCO_3^- \Rightarrow 1 + C - 6 = -1 \Rightarrow C = +4$
 HCO_3^- (3) $P = +5$
 SiO_4^{4-} (2) $Si = +4$
 NO_3^- (1) $N = +5$

2- در چند تبدیل زیر، عدد اکسایش فلز کاهش می‌یابد؟

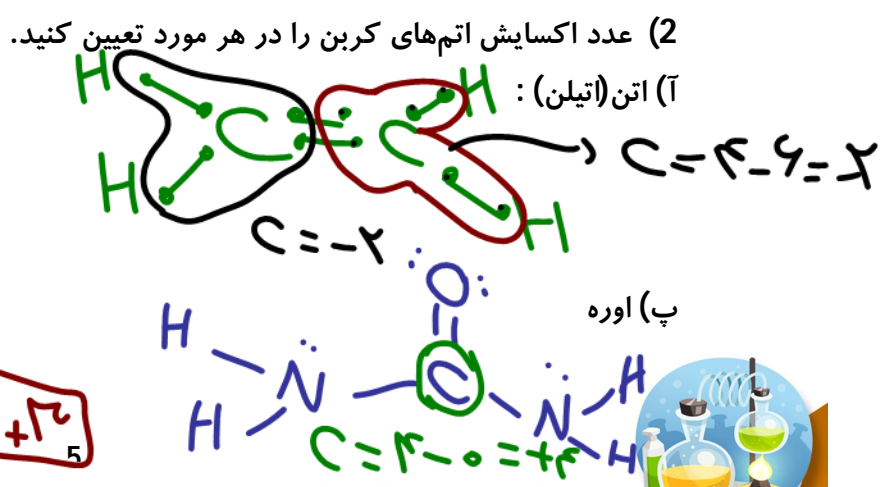
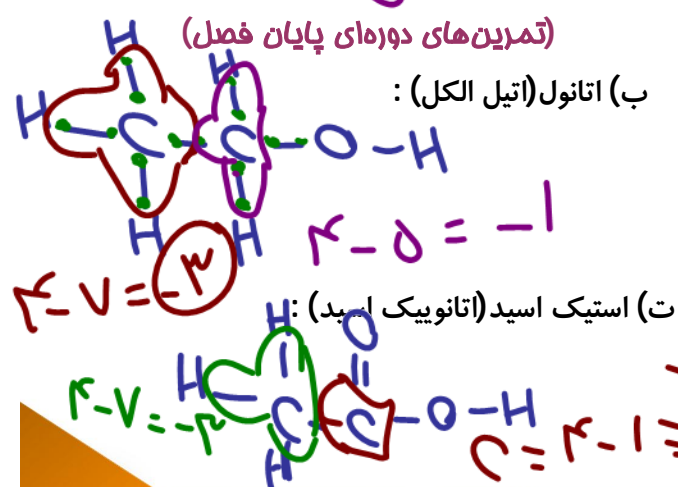
(سراسری تجربی 1401)
 1) دو $SnO_2 \rightarrow SnO$
 $Sn - 6 = -2 \Rightarrow Sn = +4$
 2) سه $CrO_4^{2-} \rightarrow CrO_3$
 $Cr + 7(-2) = -2 \Rightarrow Cr = +6$
 3) چهار $Cu(OH)_2 \rightarrow CuO$
 $Cu - 1 = +1 \Rightarrow Cu = +2$
 4) پنج $MnO_4^- \rightarrow MnO_2$
 $Mn + (-1) = -1 \Rightarrow Mn = 0$





e وجود - ظرفیت = عدد اکسایش

تعیین عدد اکسایش با استفاده از ساختار:
 برای ترکیبات آلی کاربرد ویژه دارد.
 اگر C به H و عناصر فلز متصل شود e مال پیوند را متعاقب می‌کند.
 اگر C به عناصر گروه 15، 16 و 17 متصل شود e مال پیوند را از دست می‌دهد.
 در حالتی که C به خودش متصل شود e مال پیوندی نصف می‌شود.



(+3) (-1)

تست‌های آموزشی

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

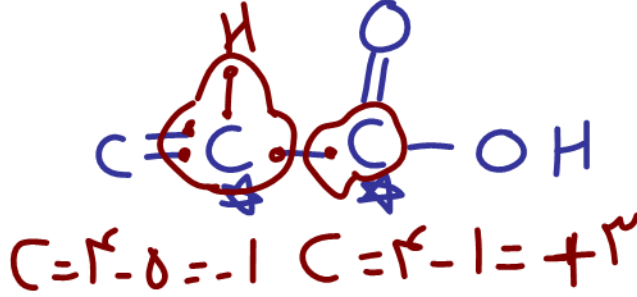
(1) صفر

(2) +1

(3) -1

(4) +2

(گزینه دو)



واکنش‌های اکسایش-کاهش

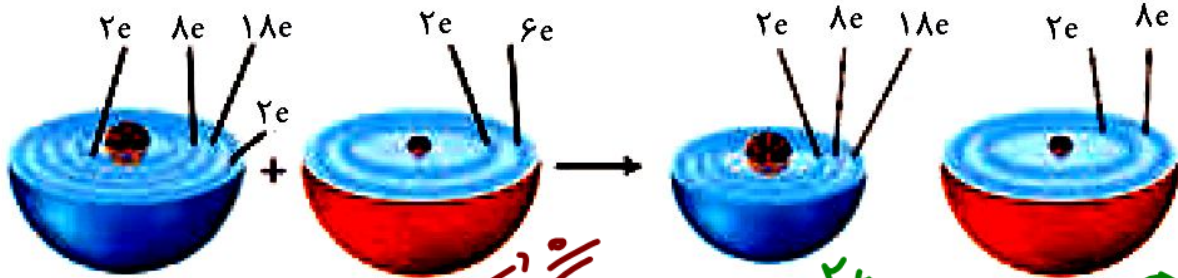
واکنش‌هاست که با داد و ستد الکترون همراه است.

گونه‌ای که از دست می‌دهد، اکسایش انجام می‌دهد.

کاهنده نام دارد. گونه‌ای که 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.

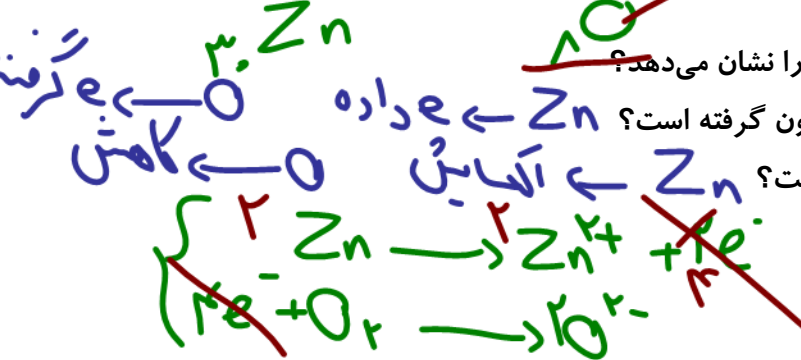


(آ) کدام ساختار اتم روی و کدام ساختار اتم اکسیژن را نشان می‌دهد؟

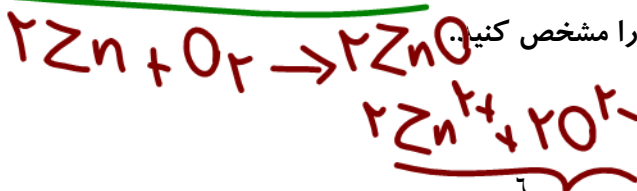
(ب) کدام اتم الکترون از دست داده و کدام اتم الکترون گرفته است؟

(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.



فلزها را به کاهنده ترین عناصر

• اکسیژن، نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می دهد و آن ها را به اکسید فلز تبدیل می کند. در

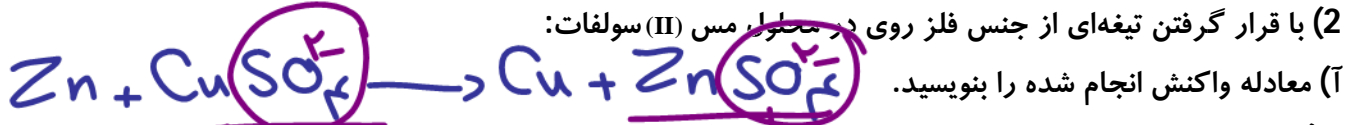
حالی که با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی دهد.

• اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن

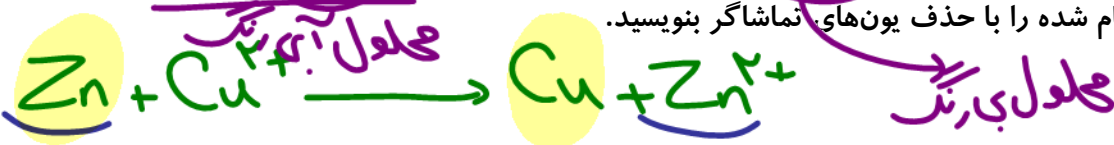
اکسایش به کاتیون تبدیل شوند. نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون کاهش یافته و به آنیون تبدیل

می شوند. از این رو فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند.

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



(ب) معادله واکنش انجام شده را با حذف یون های تماشاگر بنویسید.



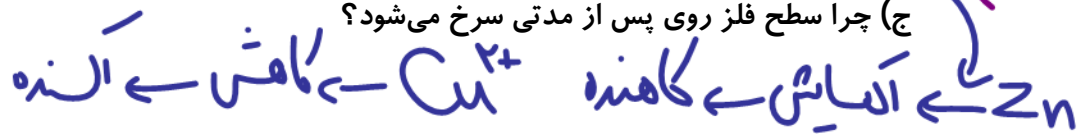
SO₄²⁻
 تماشاگر
 (نافلز)

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



(ث) گونه اکسنده و کاهنده را مشخص کنید.

(ج) چرا سطح فلز روی پس از مدتی سرخ می شود؟



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

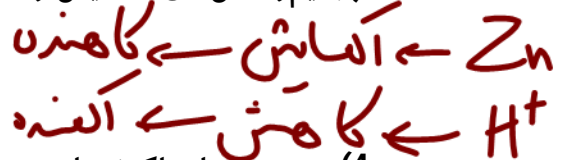
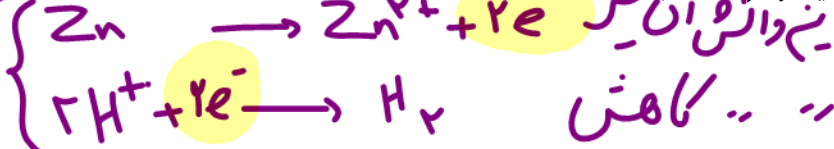


آ: تماشاگر

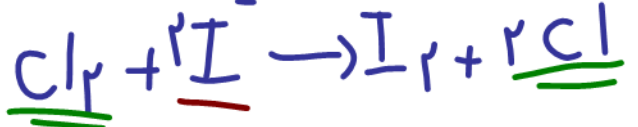
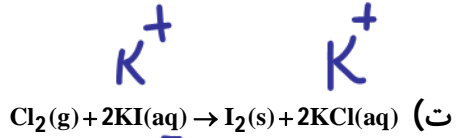
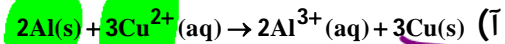
(آ) کدام گونه اکسایش و کدام گونه کاهش یافته است؟



(ب) نیم واکنش های اکسایش و کاهش را بنویسید و موازنه کنید.



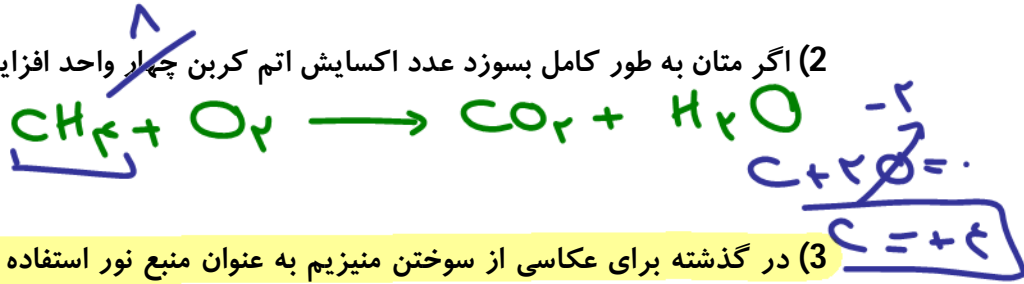
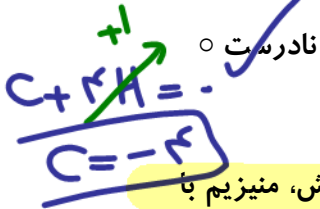
(4) در هر یک از واکنش های زیر، گونه اکسنده و کاهنده را مشخص کنید. (تمرین دوره ای کتاب درسی)



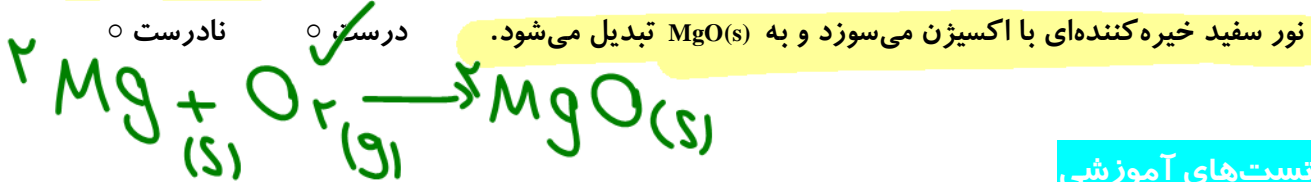
بررسی چند جمله مهم

(1) اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می کنند. درست نادرست

(2) اگر متان به طور کامل بسوزد عدد اکسایش اتم کربن چهار واحد افزایش می یابد.



(3) در گذشته برای عکاسی از سوختن منیزیم به عنوان منبع نور استفاده می شد. در این واکنش، منیزیم با



تست های آموزشی

4- در واکنش سوختن کامل استون، مجموع تغییر اعداد اکسایش اتم های کربن کدام است؟ (سراسری)

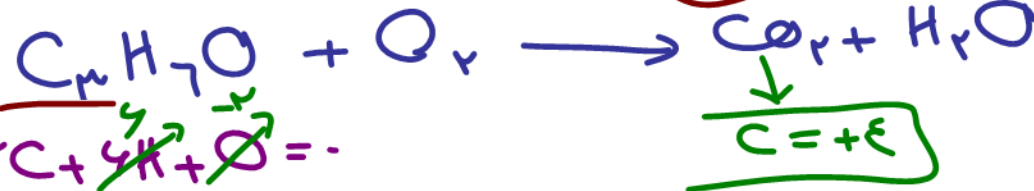
18 (4)

16 (3)

14 (2)

12 (1)

$3 \times 3 = 9$



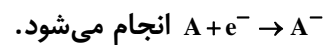
$3 - (-\frac{4}{3}) = \frac{14}{3}$

5- با توجه به شکل زیر، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

• اتم A با گرفتن یک الکترون، به آرایش گاز نجیب می رسد.

• B اتم یک عنصر اکسندۀ قوی است و واکنش پذیری بالایی دارد.

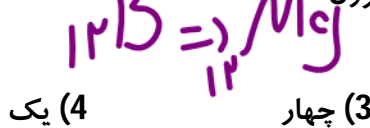
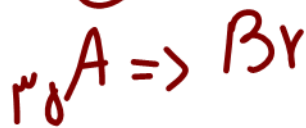
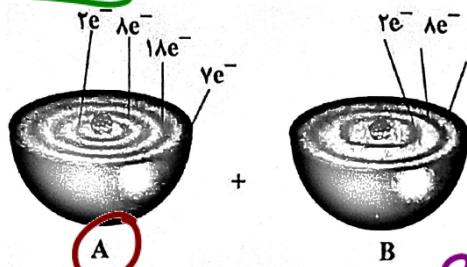
• تبدیل اتم A به یون پایدار آن، به صورت:



• در واکنش A با B، به ازای انتقال دو مول الکترون،

یک مول فراورده تشکیل می شود.

(1) دو (2) سه



زیون + بارکاتون = مبادله شده به ازال
 تبدیل شده



6- در واکنش زیر، نسبت تغییر درجه‌ی اکسایش عنصر اکسندۀ به کاهندۀ کدام است؟

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

اکسندۀ $P: 3 \downarrow \Rightarrow$ کاهندۀ $P: 1 \uparrow \Rightarrow$

$1 + 2 + P - 3 = 0 \Rightarrow P = +1$

$P + 3H = 0 \Rightarrow P = -3$

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

گزینه (دو)

$e = 2 \times 1 = 2 \text{ mol}$

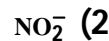
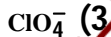
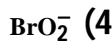
$e = 1 \times 2 = 2 \text{ mol}$

$e = 2 \times 1 = 2 \text{ mol}$

$e = 2 \times 2 = 4 \text{ mol}$

$e = 2 \times 2 = 4 \text{ mol}$

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



موازنه به روش تغییر عدد اکسایش

(1) ابتدا گونه‌های اکسندۀ و کاهندۀ 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.

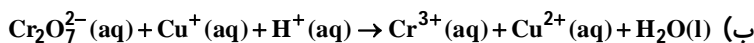
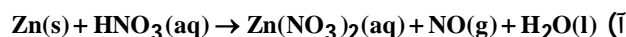
(3) در صورت ساده شدن اعداد به کار رفته به عنوان ضریب، قبل از قرار دادن آن‌ها را ساده می‌کنیم.

(4) پس از موازنه گونه‌های اکسندۀ و کاهندۀ، فلزات، نافلزات، هیدروژن و اکسیژن را موازنه می‌کنیم.

موازنه بار: مجموع بار الکتریکی در طرف بایه یکان باشد.

سؤال تشریحی

(1) معادله‌های زیر را موازنه کنید.



تست‌های آموزشی

9- درباره واکنش : $aP_4(s) + bHNO_3(aq) + cH_2O(l) \rightarrow 12H_3PO_4(aq) + NO(g)$ ، پس از موازنه کامل معادله آن، چند مورد

(سراسری ریاضی 1401) $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$

از مطالب زیر درست است؟

- 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 گونه اکسنده با کاهنده، برابر با ضریب استوکیومتری یکی از واکنش‌دهنده‌ها است.

درون 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 گونه اکسنده با کاهنده، برابر با ضریب استوکیومتری یکی از واکنش‌دهنده‌ها است.

(1) سه (2) چهار (3) پنج (4) دو

۱

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 جمله مهم

جدول مقابل مربوط به قرار دادن تیغه‌های فلزی در محلول مس (II) سولفات با دمای اولیه 20°C است.

نام فلز	نشانه شیمیایی فلز	دمای مخلوط واکنش پس از مدتی (°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

درست نادرست

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

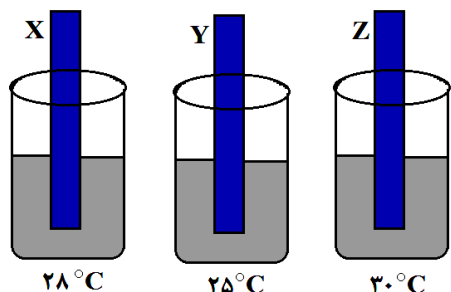


تست‌های آموزشی

10- تیغه‌های X، Y و Z را به طور جداگانه در سه محلول مس (II) سولفات یک مولار با دمای 25°C قرار

(قلم‌چی)

دادیم. پس از مدتی دمای محلول‌ها به صورت زیر است. کدام مطلب نادرست است؟



- 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) هنگامی که دو فلز X و Z در هوای مرطوب باهم در تماس باشند، فلز X در رقابت اکسایش برنده می‌شود. ✓

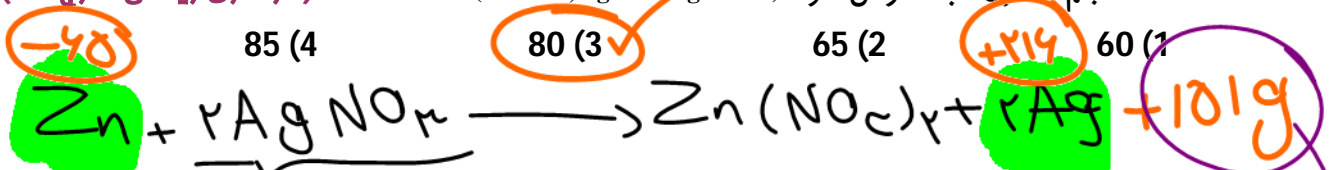
Handwritten notes and corrections in purple ink, including a large 'Z' and checkmarks.

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

Handwritten calculation: $\frac{216}{45} = 181$

(سراسری ریاضی فارغ 95)

است؟ حجم محلول ثابت فرض شود. ($Zn = 65, Ag = 108 \text{ g.mol}^{-1}$)

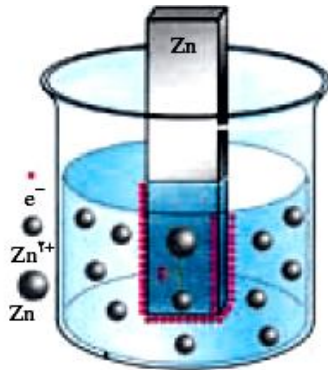


Handwritten calculations for yield percentage: $R = \frac{216 \times 10}{101} = 100$



بخش دوم: سلول گالوانی

نیم سلول



در فلزها منظور از الکترود یک تیغه فلزی می باشد که در محلولی از کاتیون های آب- پوشیده خود قرار دارد. در شرایط استاندارد، غلظت کاتیون های آب پوشیده یک مولار است که در این صورت به آن نیم سلول استاندارد یا الکترود استاندارد می گویند. در نیم سلول مقابل فلز روی تمایل دارد که با از دست دادن الکترون تبدیل به کاتیون Zn^{2+} شود. بنابراین تیغه روی الکترون خود را روی سطح تیغه بر جای می گذارند و خود به صورت Zn^{2+} وارد محلول می شوند. بنابراین تیغه روی که الکترون های 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 می شود. اما در نهایت بین تیغه و محلول تعادلی برقرار می شود که به ازای هر یون Zn^{2+} که از تیغه وارد محلول الکترولیت می شود یک یون Zn^{2+} از محلول الکترولیت به تیغه فلزی برمی گردد.

نکته: اختلاف پتانسیلی که بین تیغه و محلول ایجاد می شود را پتانسیل الکترودی می گویند.
نکته: به تیغه فلزی رسانای الکترونی و به محلول الکترولیت، رسانای یونی می گویند.

نیم سلول استاندارد هیدروژن (SHE)

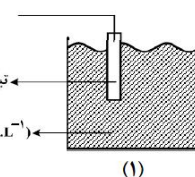
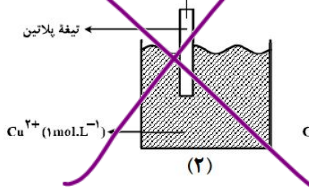
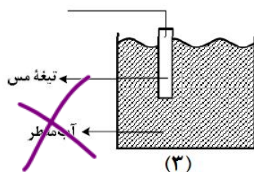
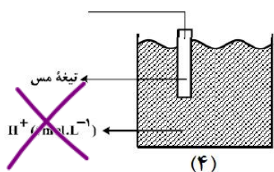
برای ساختن الکترود استاندارد هیدروژن صفحه ای از فلز پلاتین را انتخاب می کنند و آن را درون محلولی که غلظت H^+ برابر 1 mol.L^{-1} است ($\text{pH} = 0$) قرار می دهند. سپس گاز هیدروژن را با فشار یک اتمسفر را از اطراف صفحه ای پلاتینی درون محلول مرتباً عبور می دهند. شیمی دان ها پتانسیل الکترودی مربوط به SHE را در هر دمایی برابر صفر در نظر می گیرند و پتانسیل الکترودی سایر الکترود ها را در همان دما نسبت به آن می سنجند.

معادله ی مربوط به این نیم سلول به صورت $2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$ است.

تست های آموزشی

(ریاضی 98)

12- کدام شکل، نشان دهنده الکترود استاندارد برای نیم سلول مس است؟ (دما ثابت و برابر 25°C است.)



1 (1)

2 (2)

3 (3)

4 (4)



سلول های گالوانی (ولتایی)

سلول های گالوانی سلول هایی هستند که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند. این سلول ها از دو نیم سلول تشکیل شده اند.

(آ) نیم سلولی که E^0 کوچک تری دارد نقش آند دارد و محل اکسایش است. (پس کاهنده است.) و نیم سلولی که E^0 بزرگ تری 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 تیغی آند کاسته می شود و بر جرم تیغی کاتد افزوده می شود.

(ث) با گذشت زمان محلول آند غلیظ تر و محلول کاتد رقیق تر می شود.

(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.

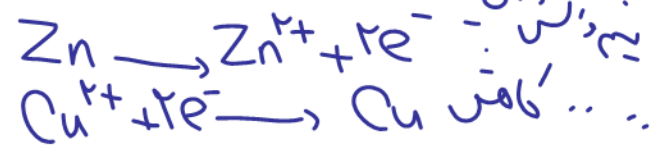
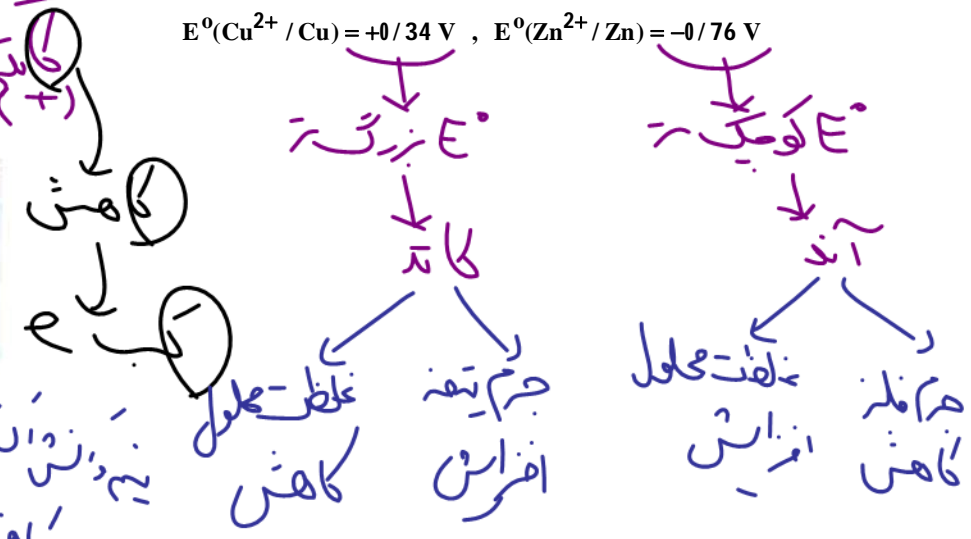
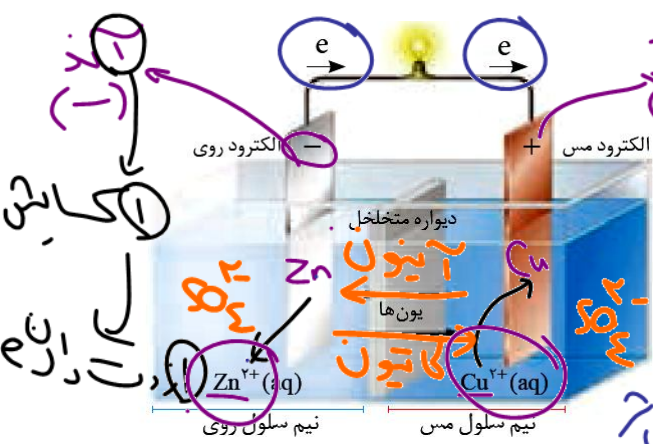
(چ) نیروی الکتروموتوری (ولتاژ) سلول گالوانی از رابطه ی مقابل به دست می آید:

$$emf \text{ سلول} = E^0 \text{ کاتد} - E^0 \text{ آند}$$

$$emf = 0.34 - (-0.76) = 1.1 \text{ V}$$

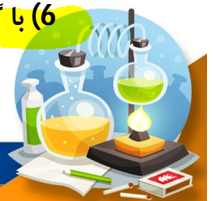
بررسی سلول گالوانی روی-مس

$$E^0(Cu^{2+} / Cu) = +0.34 \text{ V} , E^0(Zn^{2+} / Zn) = -0.76 \text{ V}$$



بررسی چند جمله مهم

- (1) در سلول گالوانی فوق، انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود. درست نادرست
- (2) در سلول های گالوانی، یک واکنش خودبه خودی انجام می شود. درست نادرست
- (3) اگر آند را به قطب مثبت و کاتد را به قطب منفی ولت سنج اتصال دهیم، ولت سنج عدد 1/1- ولت را نشان می دهد. درست نادرست
- (4) با کاهش جرم 2 گرم از آند، 2 گرم به جرم کاتد اضافه می شود. درست نادرست
- (5) رنگ محلول آندی پررنگ تر و رنگ محلول کاتدی کم رنگ تر می شود. درست نادرست
- (6) با گذشت زمان emf سلول های گالوانی کاهش می یابد. درست نادرست

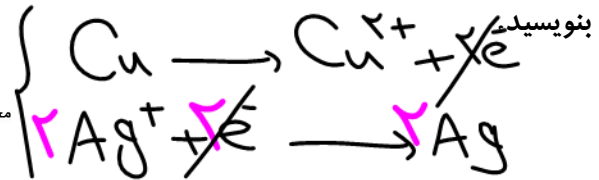


سؤال تشریحی

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

آ) علامت الکترودهای مس و نقره را تعیین کنید.

ب) نیم واکنش‌های انجام شده در آند و کاتد را



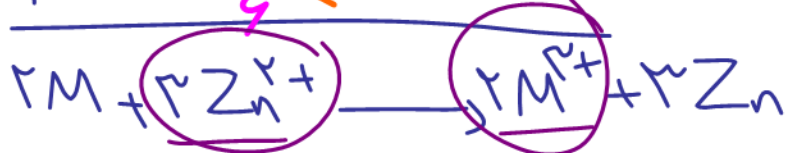
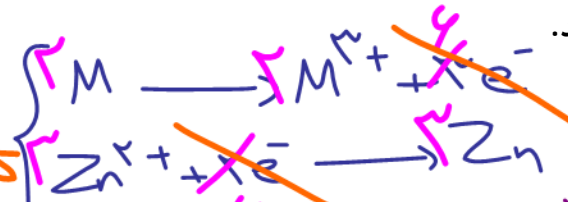
پ) با انجام واکنش، جرم الکترودها چه تغییری می‌کند؟

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

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

آ) نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید و واکنش کلی را

مشخص کنید.

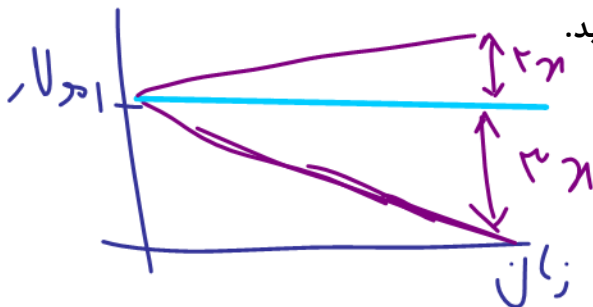
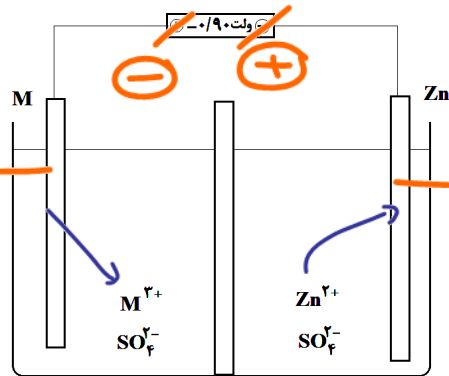
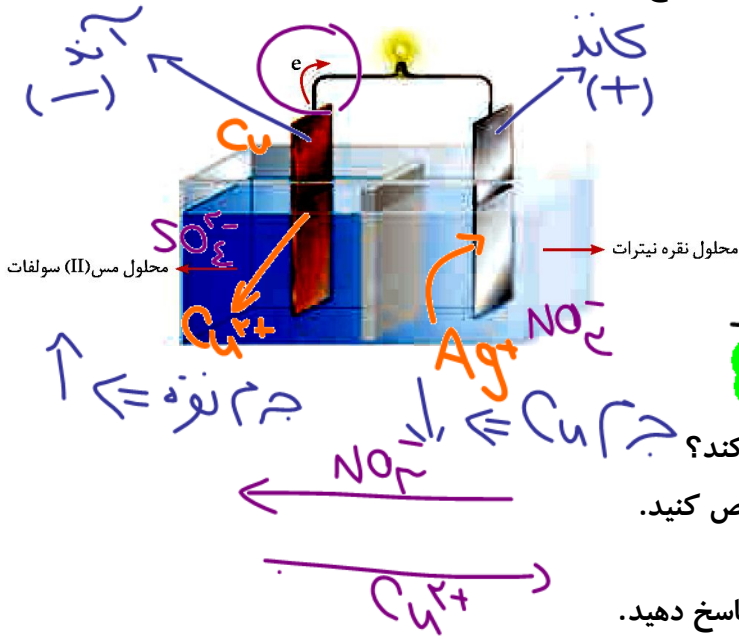


ب) نمودار تغییر غلظت یون‌ها در نیم سلول‌های استاندارد را رسم کنید.

$$E_{\text{آند}} = -0.76 \text{ V}$$

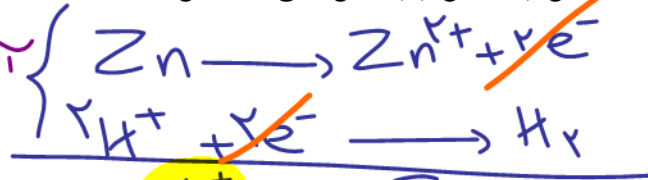
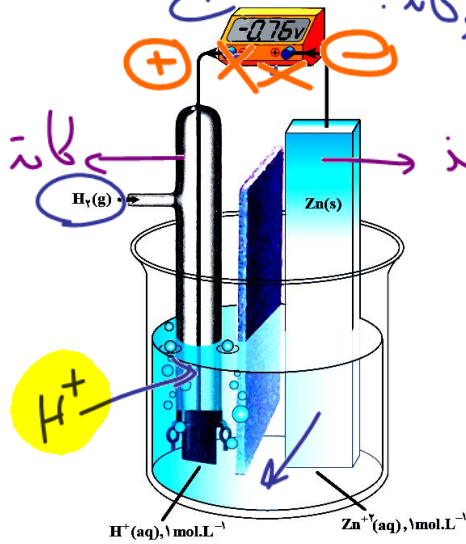
$$E_{\text{آند}} = -1.46 \text{ V}$$

پ) اگر $E^0(\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}) = -0.76 \text{ V}$ باشد، $E^0(\text{M}^{3+} / \text{M})$ را تعیین کنید.



3) با توجه به سلول گالوانی مقابل به سوالات زیر پاسخ دهید.
 (آ) چرا عدد ولت سنج در سلول مقابل منفی است؟ اتصال بادبند و کاتد دولت سنج

(ب) نیم واکنش های اکسایش و کاهش و واکنش کلی را تعیین کنید.



(پ) جنس محلول الکترولیت در کاتد را تعیین کنید.

یک مولار اسید قوی مثل HCl $pH = 0$

(ت) جرم تیغه فلزی در آنود و کاتد این سلول گالوانی با گذشت زمان چه

تغییری می کند؟ جرم تیغه آنود ↓ ، جرم تیغه کاتد ثابت

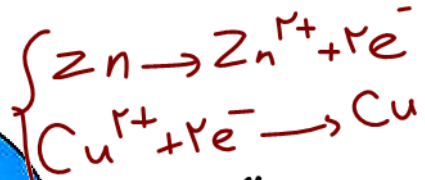
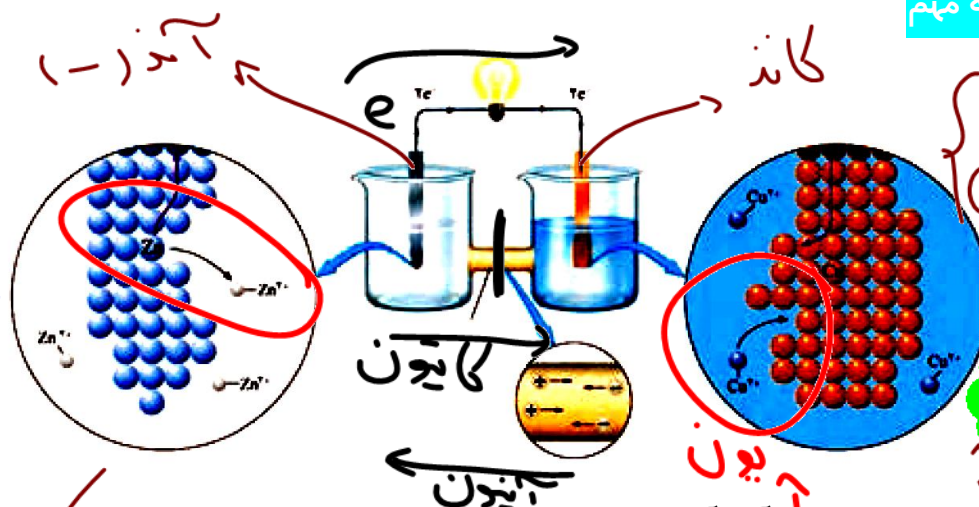
(ث) pH محلول کاتدی با گذشت زمان چه تغییری می کند؟

کاهش H^+ → افزایش pH

کاهش Zn
 کاهش H^+

در سلول گالوانی فلز آنود → کاهش کاتد → اکسایش

بررسی چند جمله مهم



در سلول گالوانی
 کاهش → فلز آنود
 اکسایش → یون کاتد

- 1) به دلیل مصرف الکترون به وسیله آنود، آن را با قطب منفی نمایش می دهند. درست
- 2) در سلول گالوانی روی-مس، فلز مس اکسندده و فلز روی کاهنده است. درست
- 3) در سلول گالوانی الکترون ها از طریق مدار داخلی از سمت آنود به سمت کاتد جریان دارند. درست

4) الکتروود مس کاتد و الکتروود روی آنود است و E^0 آن با کم کردن E^0 کاتد از E^0 آنود به دست می آید. درست

$emf = E^0_{\text{کاتد}} - E^0_{\text{آنود}}$

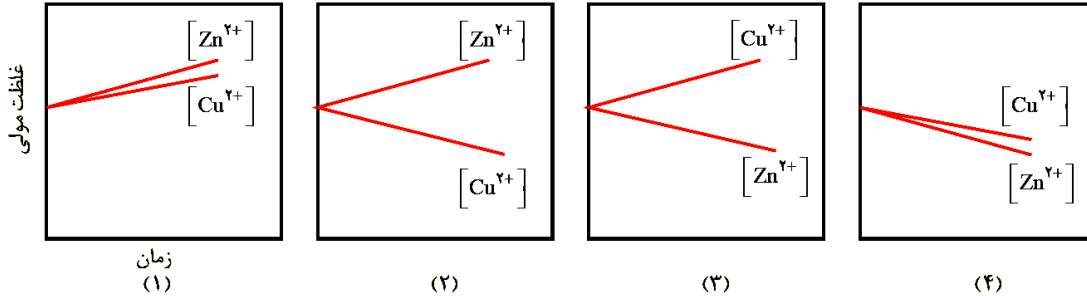


5) الکتروود روی قطب منفی است و ضمن کار کردن سلول غلظت یون Zn^{2+} در آن کاهش می یابد.

- نادرست
- درست
- نادرست
- درست

غلظت کاتیون در آند ↑ و غلظت کاتیون در کاتد ↓

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



تست‌های آموزشی

13- درباره سلول الکتروشیمیایی «آلومینیم-منگنز» که منجر به تولید انرژی می شود، چند مورد از مطالب زیر

(سراسری ریاضی 1401)

درست است؟ $(E^{\circ}(Al^{3+}/Al) = -1/66 V, E^{\circ}(Mn^{2+}/Mn) = -1/18 V)$

• در معادله موازنه شده واکنش آن، در مجموع 6 الکترون مبادله می شود.

• شیب تغییرات غلظت یون‌های آلومینیم و منگنز، ضمن انجام واکنش، قرینه یکدیگر است.

• ضمن واکنش، الکترون‌ها از آند به کاتد در مدار بیرونی حرکت می کنند و از جرم تیغه قطب مثبت

کاسته می شود. جرم آند ↓ و جرم کاتد ↑

• محلول‌های منگنز (II) سولفات و آلومینیم سولفات، می توانند به ترتیب در انجام نیم واکنش‌های

کاتدی و آندی شرکت کنند.



چهار (4)

یک (3)

دو (2)

سه (1)

14- درباره سلول گالوانی «سرب-پلاتین» چند مورد از مطالب زیر درست است؟

(ریاضی فارغ 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 می شود.

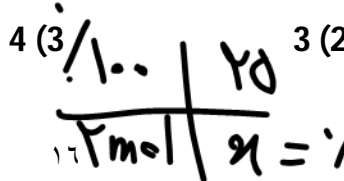
• الکتروود سرب، آند است و با انجام واکنش در سلول، غلظت کاتیون در بخش آندی کاهش می یابد.

• با پیشرفت واکنش سلول به میزان 25 درصد، $3/01 \times 10^{23}$ الکترون میان دو الکتروود مبادله می شود.

• الکترون‌ها با گذر از دیواره متخلخل بین دو محلول، از قطب منفی به قطب مثبت رفته، سبب کاهش

$Pb^{2+}(aq)$ می شوند.

$emf = 1,2$
 قدرت کاهشی
 ظرف آندی یون
 کاتد بیشتر است



سری الکتروشیمیایی

نیم واکنش 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 قوی تر

کاهنده قوی تر

رتبه بندی فلزها به ترتیب کاهش E° آن‌ها در یک جدول، سری الکتروشیمیایی نامیده می‌شود. در این جدول نیم واکنش‌ها به پیشنهاد آیوپاک به شکل کاهشی نوشته شده‌اند.

• در هر نیم واکنش، الکترون‌ها در سمت چپ قرار می‌گیرند. به دیگر سخن گونه کاهنده در سمت راست و گونه اکسنده در سمت چپ نوشته می‌شود.

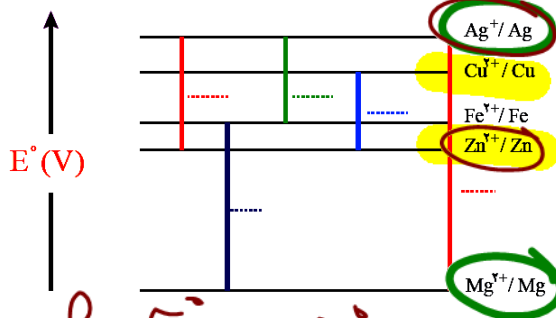
• در این جدول، علامت E° فلزهایی که قدرت کاهندگی بیشتری از H_2 دارند، منفی و علامت E° فلزهایی که قدرت کاهندگی

کمتری از H_2 دارند، مثبت است. $Au^{3+} > Pt^{2+} > Ag^{+} > \dots > Al^{3+} > Mg^{2+}$
 $Mg > Al > \dots > Pt > Au$
 اکسنده قوی تر \Rightarrow اکسنده
 کاهنده قوی تر \Rightarrow کاهنده

سؤال تشریحی

1) در نمودار زیر هر خط نشان دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$E^{\circ}(Fe^{2+}/Fe) = -0.44$ ، $E^{\circ}(Zn^{2+}/Zn) = -0.76$ ، $E^{\circ}(Cu^{2+}/Cu) = +0.34$
 $E^{\circ}(Mg^{2+}/Mg) = -2.37$ ، $E^{\circ}(Ag^{+}/Ag) = +0.8$



ا) بدون محاسبه بیان کنید کدام سلول گالوانی می‌تواند

بیشترین ولتاژ را ایجاد کند؟ چرا؟
نقره و منیزیم - زیرا بیشترین اختلاف پتانسیل را دارند.
 خود اختصاص می‌دهند.

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

حساب کنید
 $emf = E_{کاتد} - E_{انود} = 0.8 - (-0.76) = 1.56 V$

پ) بین ذره‌های $(Cu^{2+}, Cu, Zn, Zn^{2+})$ کدام یک کاهنده قوی تری است؟ چرا؟
 Zn زیرا E° کوچک‌تری دارد و با بل آن برآید.
 اکسنده $\rightarrow Cu^{2+}$
 کاهنده $\rightarrow Zn$



تست‌های آموزشی

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

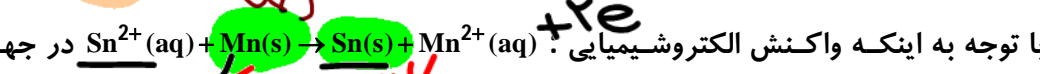
(سراسری ریاضی 98)

(1) ~~کاهنده تر~~ $+0/4$ ، اکسنده تر $-0/76$ (3) ، کاهنده تر $-0/76$ (4) ، اکسنده تر

همینند $E^\circ - E^\circ$ کاهنده
همینند $E^\circ = -0/18 - E^\circ = -0/76$ اکسنده
 $emf = E^\circ - E^\circ$

16- با توجه به E° ها، کدام واکنش با سورتی که معادله آن نوشته شده است، انجام می‌پذیرد؟ (سراسری)

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



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، درباره آن درست است؟

(تجربی فارغ 1401)

• Sn^{2+} گونه اکسنده و Mn گونه کاهش یافته است. اکسایش

• E° الکتروموتوری Sn^{2+}/Sn ، از E° الکتروموتوری Mn^{2+}/Mn ، بزرگ تر است.

• به ازای مصرف $0/25$ مول منگنز، $3/01 \times 10^{23}$ الکترون مبادله می‌شود.

• با انجام واکنش در سلول، به تدریج سطح تیغه قلع، از الکترون آبلشسته می‌شود. مصرف الکترون

• در سلول گالوانی تشکیل شده از این دو الکتروموتوری، جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی، از تیغه منگنز به تیغه قلع است.

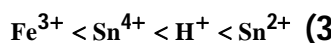
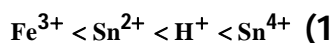
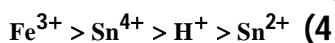
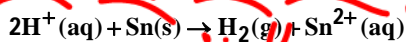
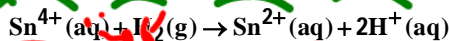
(4) دو

(3) سه

(2) چهار

(1) پنج

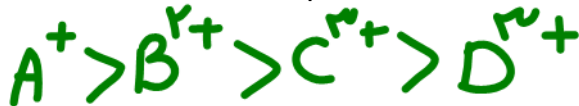
18- با توجه به واکنش‌های زیر که به طور خودبه‌خودی در جهت رفت پیش می‌روند، کدام ترتیب دربارهی اکسندگی کاتیون‌ها درست است؟



سؤال تشریحی

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

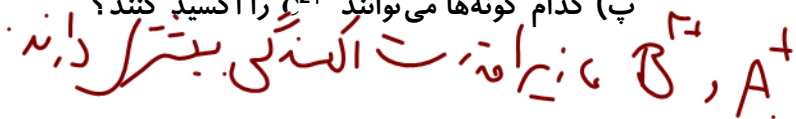
آ) کدام گونه قوی ترین و کدام گونه ضعیف ترین اکسنده است؟



ب) کدام گونه قوی ترین و کدام گونه ضعیف ترین کاهنده است؟



پ) کدام گونه ها می توانند C^{2+} را اکسید کنند؟



(تمرینات دوره‌ای)

نیم واکنش کاهش	$E^0(V)$
$A^+(aq) + e^- \rightarrow A(s)$	+1/33
$B^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow B(s)$	+0/87
$C^{3+}(aq) + e^- \rightarrow C^{2+}(aq)$	-0/12
$D^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow D(s)$	-1/59

↑ اکسنده

↓ کاهنده

(تمرینات دوره‌ای)

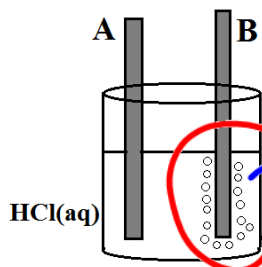
2) برای نگهداری هر محلول مناسب ترین ظرف را پیشنهاد کنید.

آ) محلول هیدروکلریک اسید (مس یا آهن)
 ب) محلول آهن (II) نیترات (روی یا فَره)



تست‌های آموزشی

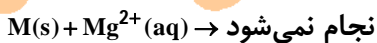
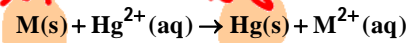
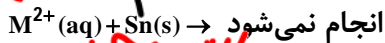
19- با توجه به شکل داده شده جنس A و B به ترتیب کدام فلزات می تواند باشد؟ (از راست به چپ)



A ← با اسید نشناخته
 $Au, Pt, Ag, Cu =$
 B ← با اسید نشناخته
 $Mn, Pt, Ag, Cu \neq$

- 1) نقره - مس ✓
- 2) مس - روی ✓
- 3) روی - آهن ✗
- 4) آهن - نقره ✗

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



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

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

$E^0(Mg^{2+} / Mg) = -2/38 V$

$E^0(Mn^{2+} / Mn) = -1/18 V$

+1/2 (4)

-0/40 (3)

-0/11 (2)

+0/11 (1)



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 لیتیومی هستند که در شکل و اندازه‌های گوناگون به کار می‌رود.
• دسته‌ای دیگر از باتری‌های لیتیومی آن‌هایی هستند که در تلفن و رایانه همراه به کار می‌روند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد.

• افزایش تقاضا برای باتری‌های لیتیومی سبب شد که این فلز جایگاه ممتازی در تأمین انرژی در جهان پیدا کند، به طوری که سالانه از میلیاردها باتری لیتیومی 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 لیتیومی و ... تولید می‌شود.

بنابر دلایل زیر توصیه می‌شود که باتری‌های لیتیومی 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.

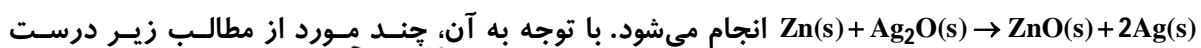
بررسی چند جمله مهم

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

(2) فلز پلاتین را می‌توان در بخش‌های مختلف بدن هنگام جراحی به کار برد. درست نادرست



21- باتری‌های «روی-نقره» از جمله باتری‌های دگمه‌ای‌اند که در آنها واکنش



است؟ ($Ag = 108 \text{ g.mol}^{-1}$) درست نادرست

• emf آن، برابر 1/56 ولت است. درست نادرست

• اتم‌های روی در آن، نقش کاهنده را دارند. درست نادرست

• اتم‌های نقره در آن نقش اکسنده را دارند. درست نادرست

• روی، آند (قطب مثبت) و نقره، کاتد (قطب منفی) آن را تشکیل می‌دهند. درست نادرست

• با آزاد شدن $3/01 \times 10^{20}$ الکترون، 54 میلی‌گرم فلز نقره در آن تشکیل می‌شود. درست نادرست

$$emf = E^{\circ}(Ag^+/Ag) - E^{\circ}(Zn^{2+}/Zn) = 0.18 - (-0.76) = 0.94$$

$$\frac{54 \times 10^{-3} \text{ g}}{2 \times 108} = \frac{0.27}{216} = 0.00125 \text{ mol}$$

(1) پنج $\times 6.02 \times 10^{23}$
(2) چهار $\times 6.02 \times 10^{23}$
(3) سه $\times 6.02 \times 10^{23}$
(4) دو $\times 6.02 \times 10^{23}$



سلول سوختی

سوخت‌های فسیلی همچنان مناسب‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌رود. از این رو 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. 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 کربن‌دی-اکسید)

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

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

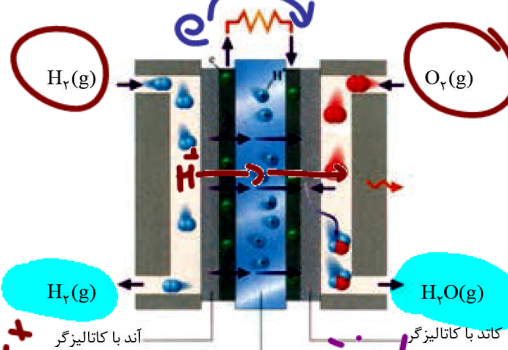
(ث) واکنش درون سلول‌های سوختی به صورت کنترل‌شده انجام می‌شود و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

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

ماده‌ای که نقش سوخت را دارد به آند وارد می‌شود و O₂ به کاتد وارد می‌شود.

سؤال تشریحی

1) با توجه به سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن به سوالات زیر پاسخ دهید. (مثابه نهایی فرداد 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؟

باتری انرژی شیمیایی ذخیره می‌کند اما سلول سوختی انرژی را از راه تبدیل سوخت به انرژی الکتریکی تولید می‌کند.

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

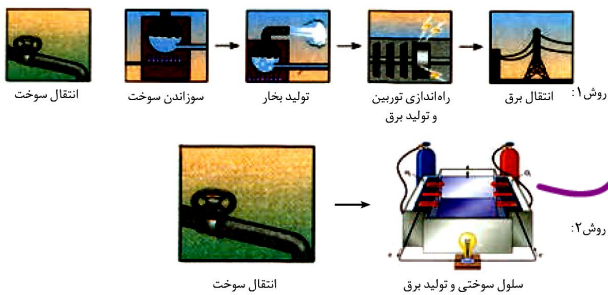
$$emf = E^{\circ} - E^{\circ} = 1,2 - 0 = 1,2$$

$$1,2 \times 0,8 = 0,96 \text{ ولت}$$



اتلاف انرژی کمتر ← زیرا تعداد مرحله کمتر است. در سلول سوختی بازدهی بالاتر است

بررسی چند جمله مهم



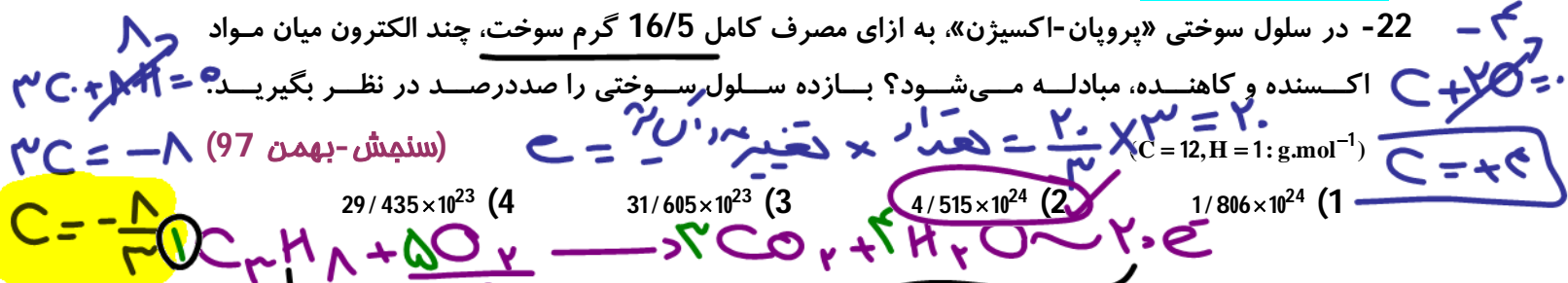
- (1) در روش 1 اتلاف انرژی به شکل گرما کمتر است اما
 کارایی روش دوم بالاتر است. درست نادرست
 (2) در سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن جهت حرکت
 الکترون با جهت حرکت پروتون (هیدرونیوم) مشابه است.
 درست نادرست

هدو : آند - کاتد

نسبت های آموزشی

22- در سلول سوختی «پروپان-اکسیژن»، به ازای مصرف کامل 16/5 گرم سوخت، چند الکترون میان مواد

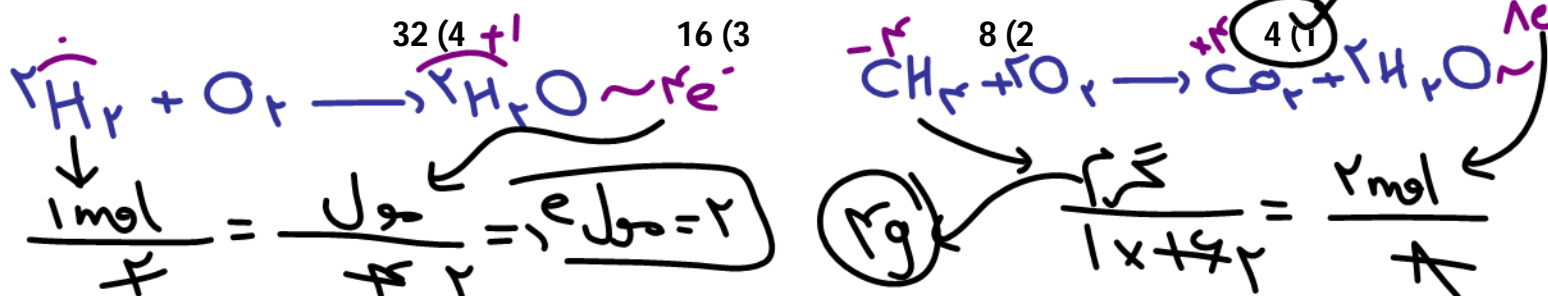
اکسند و کاهنده، مبادله می شود؟ بازده سلول سوختی را صددرصد در نظر بگیرید.



23- اگر در سلول سوختی به جای هیدروژن از سوخت ارزان تر و کم خطرتری 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)

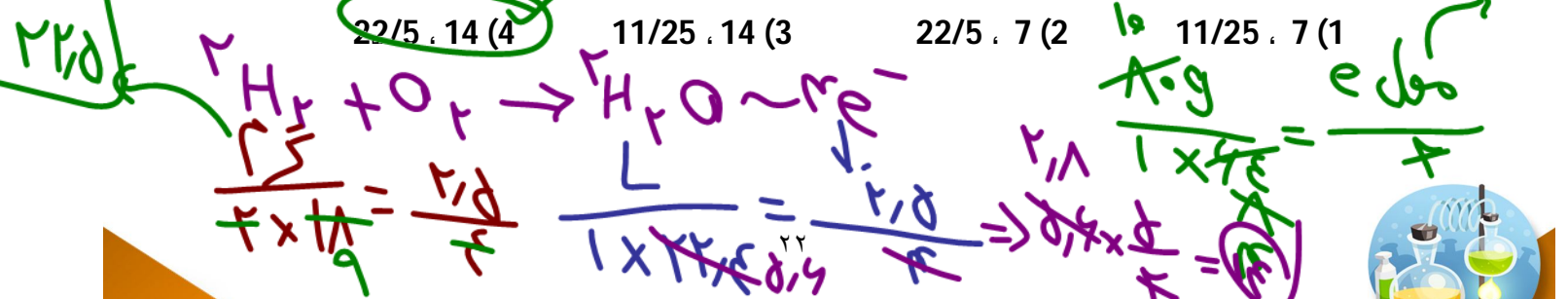


24- اگر الکترون های آزاد شده از اکسایش 80 گرم فلز در نیم واکنش آندی: (موازنه شود).

در نیم واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن مصرف

شود، چند لیتر گاز اکسیژن (در شرایط STP) مصرف و چند گرم آب تولید می شود؟

(سراسری ریاضی 99) (H = 1, O = 16, Fe = 56, Cu = 64; g.mol⁻¹)

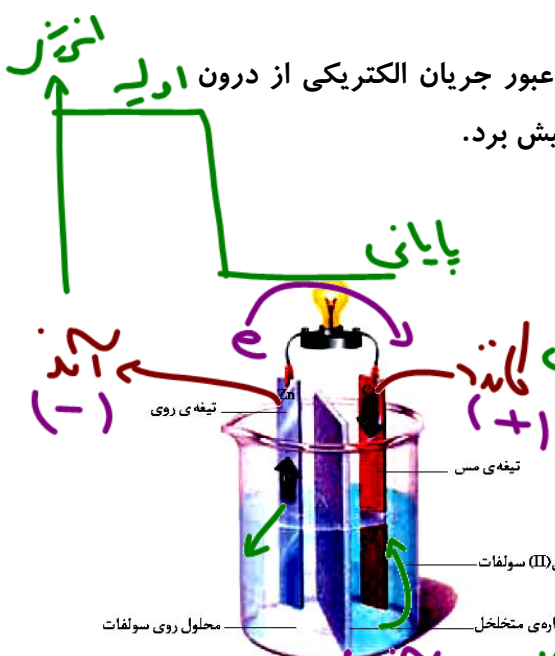


بخش سوم: برقکافت

سلول الکترولیتی

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

سؤال تشریحی
بر مثال E⁻



(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.

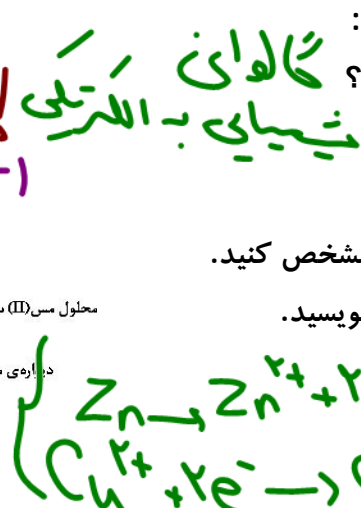
(پ) آند و کاتد را مشخص کنید.

(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.

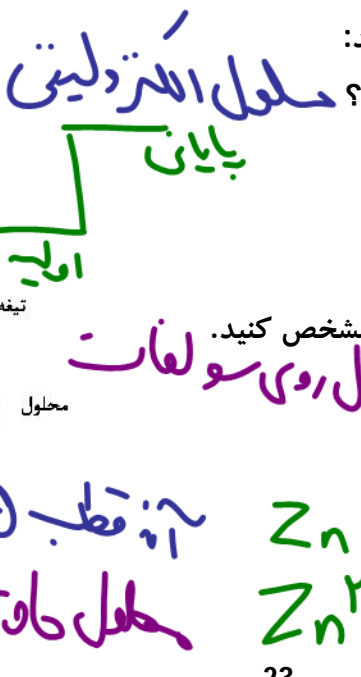
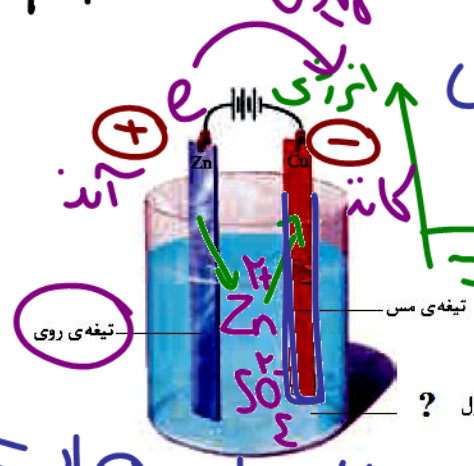
(پ) آند و کاتد را مشخص کنید.

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

(ج) جنس محلول الکترولیت چیست؟ محلول روی سولفات

(چ) قطب منفی و مثبت را مشخص کنید.

(ح) نیم‌واکنش اکسایش و کاهش را بنویسید.



آنود قطب (+) و کاتد قطب (-) است.
محلول حاوی یون‌ها است.



آب کاری فلزات

منظور از آب کاری 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

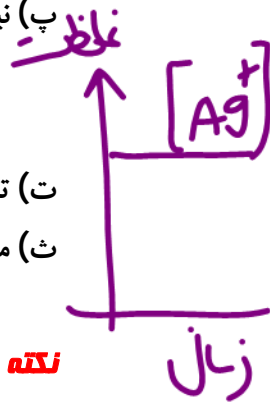
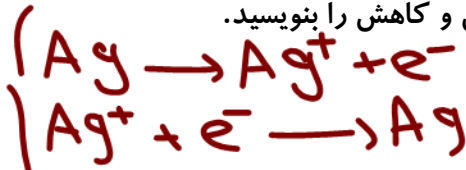
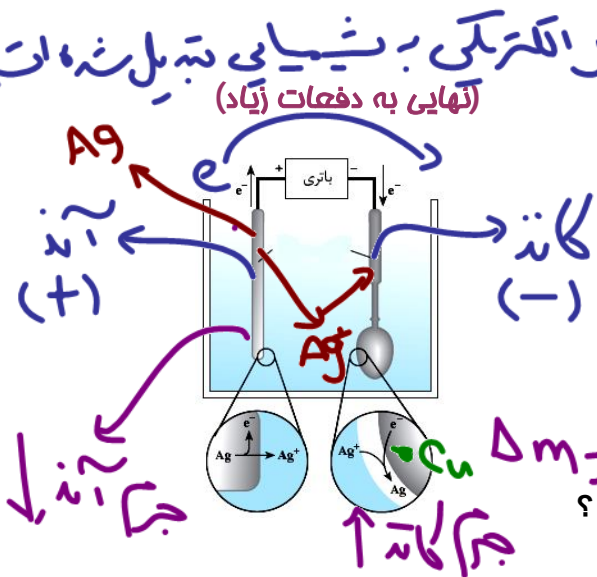
(3) شکل مقابل آبکاری یک قاشق مسی را توسط نقره نشان می‌دهد:

(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 کدام یک از موارد روبه‌رو باشد؟ AgNO_3 یا $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ؟



نکته: خوردگی اشیای آهنی یا مسی از یک سو سبب از بین رفتن زیبایی و 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.

پس محلول باید دارای یون نقره باشد.
نقره نیترات
کاتد آند

بررسی چند جمله 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^0 نقره کوچک‌تر باشد.

- درست
- نادرست

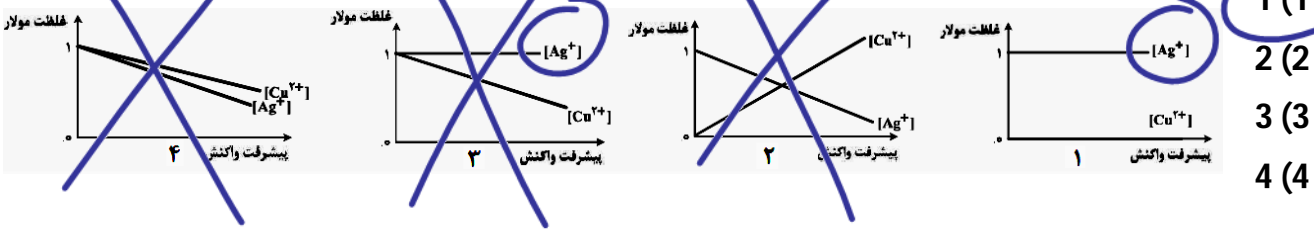
انتخاب آند مناسب برای آبکاری به دلیل نداشتن



تست‌های آموزشی

25- کدام نمودار، غلظت گونه‌های محلول را در آبکاری یک قاشق مسی با استفاده از الکتروود آند نقره را به

درستی نشان می‌دهد؟ (الکترولیت به کار رفته، محلول یک مولار از نمک فلز نقره است.) (فاز 98)



26- در آبکاری یک قطعه فولادی به وزن 10 کیلوگرم با کروم، از یک لیتر محلول 1 مولار یون‌های

کروم (III) و الکتروود 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 قطعه آبکاری شده، به تقریب چند گرم است؟ (Ag = 108, Cr = 52 : g.mol⁻¹) (تجربی 98)

Handwritten calculations for question 26:

$$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{3} = \frac{1 \times 52}{3}$$

$$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{1} = \frac{1 \times 108}{1}$$

Final result: 108g

27- در صورتی که 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؟ (بازده درصدی فرایند 80%

فرض شود. Zn = 65 g.mol⁻¹) (سراسری ریاضی 98)

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

Handwritten calculations for question 27:

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

$$\frac{1 \text{ mol}}{2} = \frac{1 \times 65}{2}$$

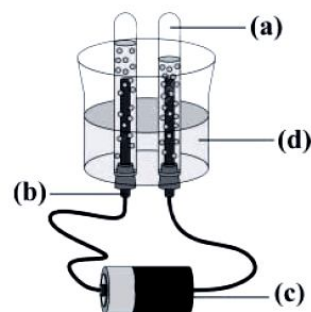
$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \sim 4e^-$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{4} = \frac{1 \times 32}{4}$$

Final result: L = 0.6



برقکافت آب



بررسی چند جمله مهم

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

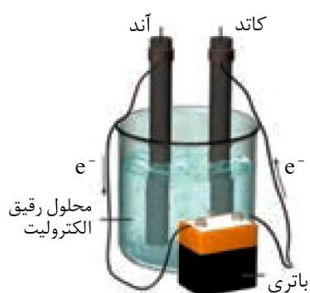
- درست نادرست

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



نسبت‌های آموزشی

28- در یک آزمایش تجزیه آب به عنصرهای سازنده 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)

1866 (4)

933 (3)

622 (2)

311 (1)

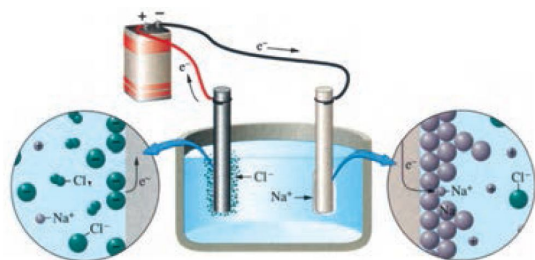
29- چند مورد از مطالب زیر، درباره سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن و سلول الکترولیتی برقکافت آب، درست است؟

(سراسری تجربی 1401)

- جهت حرکت الکترون در هر دو نوع سلول، از آند به کاتد است.
 - واکنش کلی برقکافت آب، مانند 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



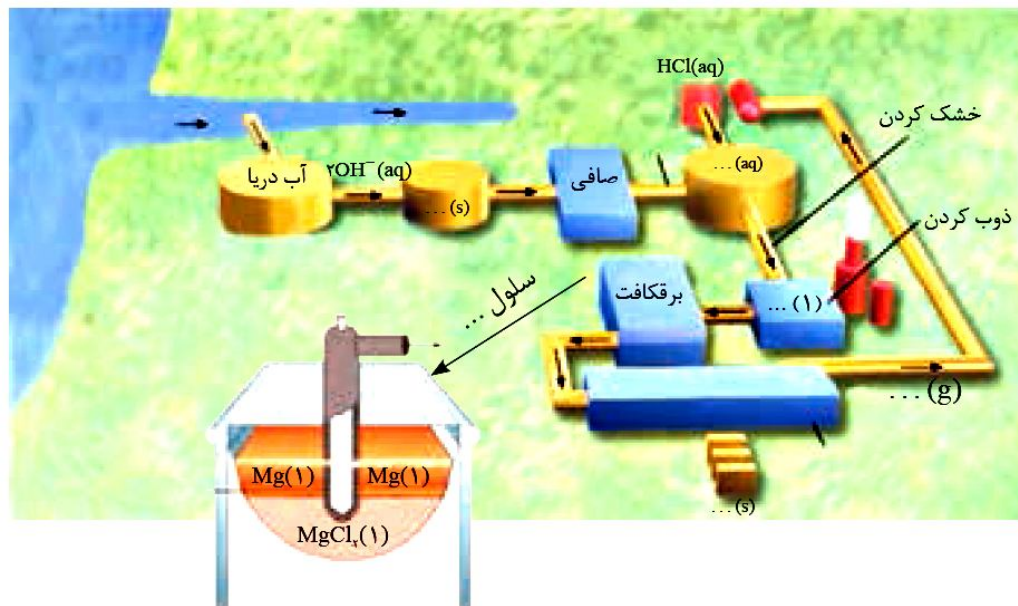
برقکافت سدیم کلرید مذاب



بررسی چند جمله مهم

- (1) برای تولید سدیم، از برقکافت محلول سدیم کلرید در آب استفاده می‌شود.
 - درست
 - نادرست
- (2) در برقکافت سدیم کلرید از کلسیم کلرید برای پایین آوردن نقطه 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



بررسی چند جمله مهم

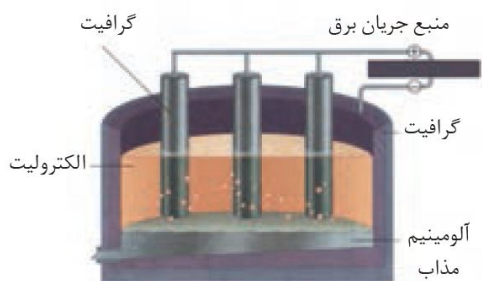
- (1) چگالی منیزیم مذاب بیشتر از چگالی الکترولیت (منیزیم کلرید مذاب) است.
 - درست
 - نادرست
- (2) یکی از فراورده‌های استخراج منیزیم کلر است که می‌تواند در این فرایند، به مصرف برسد.
 - درست
 - نادرست



30- با توجه به فرایند تهیه فلز منیزیم از آب دریا، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟ (ریاضی فارغ 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 جمله 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



تست‌های آموزشی

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

(سراسری تجربی 98)

(Al = 27 , C = 12 : g.mol⁻¹)

Al₂O₃(s) + C(s) → Al(l) + CO₂(g) (معادله موازنه شود.)

210 (4)

186 (3)

144 (2)

114 (1)



بفش چها(ه): خوردگی

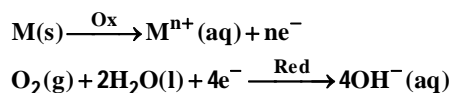
به طور کلی به ترد شدن و خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر اکسایش خوردگی می‌گویند. خوردگی در مورد آهن را اصطلاحاً زنگ زدن می‌گویند.

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:



(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.

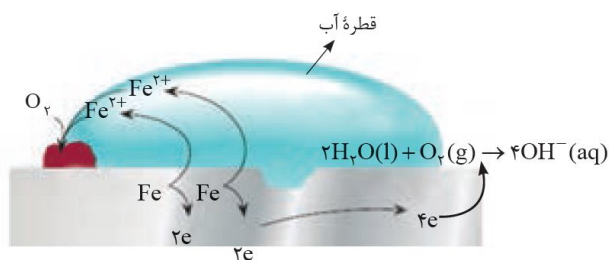
نکته: از آن‌جا که خوردگی در یک سلول الکتروشیمیایی (گالوانی) انجام می‌شود، لذا جهت حرکت الکترون از پایگاه آندی به سمت پایگاه کاتدی است.

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

نکته: وجود نمک‌های محلول مانند NaCl و NaNO₃ 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

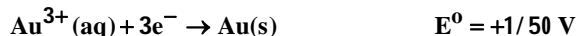
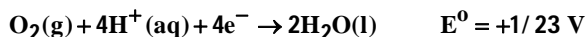


1) با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.
آ) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.

ب) با توجه به این که 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.

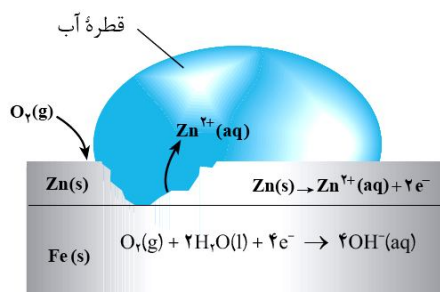
2) با توجه به نیم‌واکنش‌های داده شده به سوالات زیر پاسخ دهید.



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؟

(نهایی تکرار به دفعات)



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؟

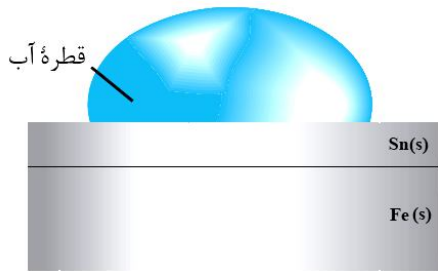
ت) بر اثر خراش آند و کاتد را مشخص کنید.

ث) پایگاه آندی و کاتدی را مشخص کنید.

ج) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.



(کتاب درسی)



4) 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؟

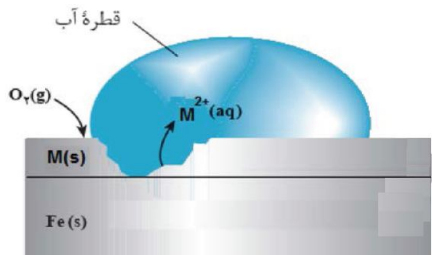
ت) بر اثر خراش آند و کاتد را مشخص کنید.

ث) پایگاه آندی و کاتدی را مشخص کنید.

ج) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را بنویسید.

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

(نهایی - فرداد 98)



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

ب) نیم‌واکنش موازنه شده کاهش را بنویسید.

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

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

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

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.

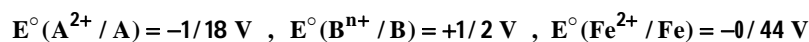
بررسی چند جمله مهم

- 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 به جای فلز M ، فلز قرار گیرد، در حضور رطوبت (قلم‌پی تمبری 98)



M
Fe

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

(2) B - فلز B کاتد سلول گالوانی است و در آن کاهش B^{n+} 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

(گزینه دو-آذر 97)

تولید می‌شود؟ ($H = 1, O = 16, Fe = 56 : g \cdot mol^{-1}$)

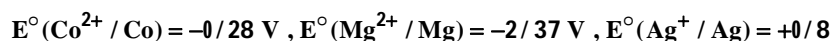
44/5 (4)

22/5 (3)

42/8 (2)

21/4 (1)

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



- 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.

(4) چهار

(3) سه

(2) دو

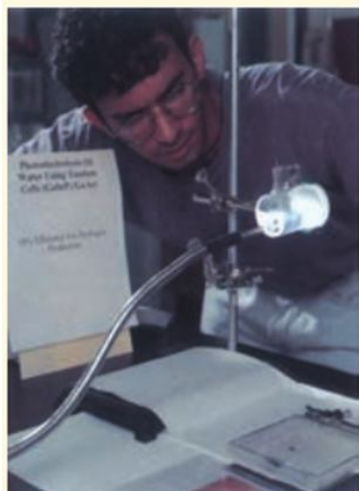
(1) یک



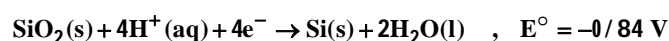
سلول نور-الکتروشیمیایی

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 تهیه گاز هیدروژن از آب کاربرد دارد. بر این اساس پاسخ دهید.



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

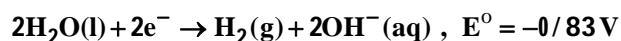
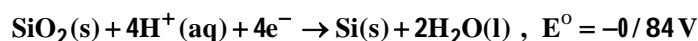
ب) emf را تعیین کنید.

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.

نسبت‌های آموزشی

35- سلول نور-الکتروشیمیایی برای تهیه هیدروژن کاربرد دارد. چند مورد از مطالب زیر، درباره این سلول درست است؟

(سراسری تجربی 99)



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، pH محلول پیرامون آند، کاهش می‌یابد.

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

ث) معادله واکنش سلول، به صورت: $\text{SiO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Si}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ است.

4 (4)

3 (3)

2 (2)

1 (1)

