

کاپ

کتاب آموزشی پیشرو

کتاب درسی

زیر ذره بین

شیمی (۳)

(رشته علوم تجربی و ریاضی)

افشین یزدان شناس

ویرایش جدید
شامل آخرین سوالات کنکور





کتاب آموزشی پیشرو

تتیم

پایه دوازدهم
ویرایتر جدید



تألیف و گردآوری:
افشین یزدان شناس

سرشناسه : یزدان شناس، افشین، ۱۳۵۸
 عنوان و نام پدیدآور : کتاب درسی زیر ذره بین شیمی (۳) - پایه دوازدهم/ تألیف افشین یزدان شناس؛
 ویراستار ادبی مریم مجاور؛ ویراستار علمی شیوا سادات امین
 مشخصات نشر : تهران: کتب آموزشی پیشرو، ۱۴۰۱
 مشخصات ظاهری : ۲۱۶ ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار؛ ۲۲ × ۲۹ س م.
 شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۹۲۶۰۵-۴-۸ ریال: ۲۲۰۰۰۰۰۰
 وضعیت فهرست نویسی : فیبای مختصر
 شناسه افزوده : امین، شیوا سادات، ویراستار
 شماره کتابشناسی ملی : ۸۹۸۸۳۷۴
 اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیبا



نتیم ۳

پایه دوازدهم

ویرایتر جدید

نام کتاب	:	کتاب درسی زیر ذره بین شیمی (۳) - پایه دوازدهم
ناشر	:	کتب آموزشی پیشرو (کاپ)
عنوان پروژه	:	کتاب درسی زیر ذره بین
مدیریت پروژه	:	خانه زیست شناسی
تألیف و گردآوری	:	افشین یزدان شناس
ناظر فنی	:	سپیده زارعی
صفحه بندی	:	کتب آموزشی پیشرو (کاپ)
حروف چینی	:	جواد جعفریان
طراحی جلد	:	امیرحامد پاژتار
ویراستار علمی	:	شیوا سادات امین، محمد عرفان عباسی، ستایش کریمی
ویراستار ادبی	:	مریم مجاور
لیتوگرافی و چاپ	:	گلیپا گرافیک/ نگار نقش
سال و نوبت چاپ	:	دوم - ۱۴۰۲
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۹۲۶۰۵-۴-۸
شمارگان	:	۱۰۰۰ نسخه
قیمت	:	۲۲۰۰۰۰ تومان



مرکز فروش: میدان انقلاب- خیابان فخررازی- خیابان وحیدنظری غربی- پلاک ۸۳

۰۲۱-۶۶۹۴۳۴۹۰ ۰۲۱-۶۶۹۶۱۰۷۹ ۰۲۱-۶۶۹۶۴۷۲۳-۵ (فروشگاه): ۰۲۱-۶۶۹۵۳۵۱۷-۱۸

۱۳۱۴۵-۱۱۳۹

www.zirezarebinpub.ir

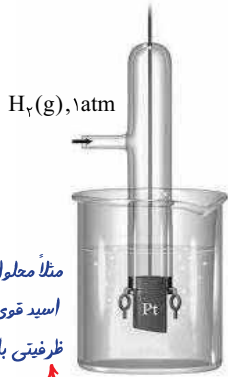
www.cup-book.com

[cupbook.pub](https://www.instagram.com/cupbook.pub)

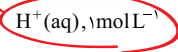
مدار کامل نیست و امکان نصب ولت‌سنج میسر نمی‌باشد.

آیا می‌دانید

SHE شامل یک الکتروود پلاتینی است که در محلولی با $\text{pH} = 0$ و دمای 25°C قرار دارد و گاز هیدروژن با فشار 1 atm از روی آن عبور داده می‌شود.



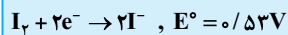
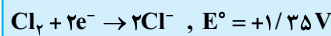
مثلاً محلول یک اسید قوی و یک ظرفیتی با $\text{pH} = 0$



- رتبه‌بندی فلزها بر اساس E° آنها در یک جدول، سری الکتروشیمیایی نامیده می‌شود.

تست

با توجه به نیم‌واکنش‌های زیر، کدام گونه کاهنده‌تر و کدام گونه اکسندۀ تر است؟



پاسخ: ترتیب E° ها (از پایین به بالا افزایشی) رعایت شده است. پس کاهنده‌ترین گونه I^- (سمت راست و پایین‌ترین) و Cl_2 اکسندۀ ترین هستند.

اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به‌طور جداگانه ممکن نیست و باید این کمیت به‌طور نسبی اندازه‌گیری شود. شیمی‌دان‌ها برای دستیابی به این هدف، نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به‌عنوان مینا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر گرفتند.

در ادامه با تشکیل سلول گالوانی از هر نیم‌سلول با SHE توانستند پتانسیل بسیاری از نیم‌سلول‌ها را اندازه‌گیری کرده و در جدولی ثبت کنند (جدول ۱). این اندازه‌گیری‌ها در شرایط STP نیست، فشار 1 atm و غلظت یک مولار برای محلول الکترولیت‌ها انجام شده است. در این شرایط پتانسیل اندازه‌گیری شده را پتانسیل استاندارد نیم‌سلول می‌نامند و با E° نمایش می‌دهند.

در این جدول همه‌گونه‌ها در حال کاهش یافتن (گرفتن الکترون) هستند. جدول ۱- پتانسیل کاهش استاندارد برای برخی نیم‌سلول‌ها (غالباً فلزات)

نیم‌واکنش کاهش	E° (V)
$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}(\text{s})$	+ ۱/۵۰
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}(\text{s})$	+ ۱/۲۰
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+ ۰/۸۰
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+ ۰/۳۴
$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	۰/۰۰
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{s})$	- ۰/۱۴
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$	- ۰/۴۴
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	- ۰/۷۶
$\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{s})$	- ۱/۱۸
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	- ۱/۶۶
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	- ۲/۳۷

نیم‌سلول منبسط

همان‌گونه که مشاهده می‌کنید در این جدول، نیم‌واکنش‌ها به شکل کاهش نوشته شده‌اند و این پیشنهاد آیوپاک برای هماهنگی در همه منابع علمی معتبر به کار می‌رود. در هر نیم‌واکنش، گونه کاهنده در سمت راست و گونه اکسندۀ 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.

نکته در این جدول هر چه گونه‌ای در سمت راست و پایین‌تر باشد، کاهندۀ قوی‌تر و هر چه گونه‌ای در سمت چپ و بالاتر باشد اکسندۀ قوی‌تری است.

آیا می‌دانید

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

۱- Standard Potential

نکته

کاهنده‌تر بودن یک فلز نسبت به فلز دیگر به معنای میل بیشتر آن به تبدیل شدن به کاتیون است. به عبارت دیگر تبدیل یک فلز کاهنده‌تر به کاتیون، آسان‌تر و برعکس، تبدیل کاتیون این فلز به اتم خنثی دشوارتر است.

فرم کلی واکنش انجام شده در یک سلول گالوانی:

تیغه کاتد (جامد) + کاتیون نیم سلول آند → کاتیون نیم سلول کاتد + تیغه آند (جامد)

خود را بیازمایید

منیزیم فلزی واکنش پذیرتر (کاهنده تر) از نقره است.

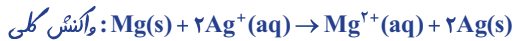
با استفاده از جدول ۱ مشخص کنید در سلول گالوانی ساخته شده از نقره و منیزیم:

(آ) کدام الکتروآند و کدام کاتد خواهد بود؟ چرا؟

(ب) نیم واکنش های انجام شده را بنویسید و واکنش کلی سلول را به دست آورید.

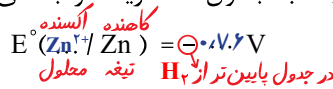
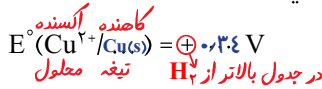
⊕ → در جدول بالاتر E° مثبت تر

⊖ → در جدول پایین تر E° منفی تر



پیوند با ریاضی

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



۲- در سلول گالوانی تشکیل شده از دو نیم سلول بالا مشخص کنید کدام یک نقش آند و

کدام یک نقش کاتد را دارد؟

E° مثبت تر

۳- شکل زیر سلول گالوانی استاندارد روی - مس را نشان می دهد. با توجه به آن به

پرسش های زیر پاسخ دهید:



1.1 Volt

(آ) emf این سلول را از روی شکل مشخص

کنید.

(ب) کدام رابطه زیر برای محاسبه این

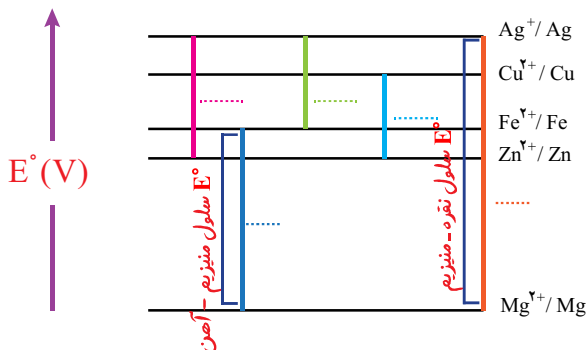
کمیت به کار رفته است؟ توضیح دهید.

☑ $emf = E^\circ(\text{کاتد}) - E^\circ(\text{آند})$ **کوچک تر** - **بزرگ تر**

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

۴- در نمودار زیر هر خط رنگی نشان دهنده یک سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز را

نشان می دهد. با توجه به جدول پتانسیل استاندارد به پرسش ها پاسخ دهید.



آیا می دانید

emf کمیتی از جنس انرژی است که آن را در فیزیک با نام نیروی محرکه الکتریکی شناختید. شیمی دان ها در منابع علمی معتبر آن را با E نیز نشان می دهند.

در یک سلول گالوانی (که انجام واکنش ها در آن خودبه خودی است)، همواره $emf > 0$ است.

۱۰. نیروی الکتروموتوری (E°) واکنش:

$M(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ ، برابر $+1/56$ ولت و E° الکتروموتوری برابر $+0/80$ ولت است. E° الکتروموتوری فلز M ، برابر ولت است و کاتیون $Ag^+(aq)$ ، از کاتیون $M^{2+}(aq)$ است. (ریاضی ۹۸)

- (۱) $-0/4$ ، کاهنده‌تر
(۲) $+0/4$ ، اکسنده‌تر
(۳) $-0/76$ ، کاهنده‌تر
(۴) $-0/76$ ، اکسنده‌تر

تحلیل سؤال

واکنش انجام‌شده در این سلول نشان می‌دهد که کاتیون Ag^+ با دریافت e به $Ag(s)$ کاهش یافته است ($2Ag^+ + 2e \rightarrow 2Ag(s)$) بنابراین در این سلول، نقره نقش کاتد و M نقش آند را ایفا می‌کند.
 $emf = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}} \Rightarrow 1/56 = 0/8 - E^\circ_M$
 $\Rightarrow E^\circ_M = -0/76V$
کاتد بودن الکتروموتوری نشان می‌دهد که E° آن مثبت‌تر از M است. بنابراین در سری الکتروشیمیایی نقره بالاتر از M قرار داشته و کاتیون آن (Ag^+) اکسنده‌تر از کاتیون M^{2+} است.

پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۱۱. با توجه به واکنش‌های زیر که به‌طور خودبه‌خودی در جهت رفت پیش می‌روند، کدام ترتیب دربارهٔ قدرت اکسنده‌گی کاتیون‌ها درست است؟ (تجربی ۹۱)

- $Sn^{2+}(aq) + H_2(g) \rightarrow Sn^{4+}(aq) + 2H^+(aq)$
 $2H^+(aq) + Sn(s) \rightarrow H_2(g) + Sn^{2+}(aq)$
 $2Fe^{3+}(aq) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + Sn^{4+}(aq)$
(۱) $Fe^{3+} > Sn^{2+} > H^+ > Sn^{4+}$ (۲) $Fe^{3+} < Sn^{2+} < H^+ < Sn^{4+}$
(۳) $Fe^{2+} > Sn^{4+} > H^+ > Sn^{2+}$ (۴) $Fe^{2+} < Sn^{4+} < H^+ < Sn^{2+}$

تحلیل سؤال

همان‌طور که گفتیم برای انجام‌پذیر بودن (خودبه‌خودی بودن) یک واکنش بعد از مرتب کردن گونه‌ها به ترتیب E° (از پایین به بالا E° ها افزایش یابند)، باید قانون زیر را همواره رعایت کنیم (واکنش اکسندهٔ بالایی با کاهندهٔ پایینی خودبه‌خودی است).

اکسنده (بالایی و سمت چپ) → کاهنده (پایین و سمت راست)
واکنش اول نشان می‌دهد که Sn^{4+} با گرفتن الکترون به Sn^{2+} تبدیل شده است. پس Sn^{4+} اکسنده‌تر از H^+ بوده و در جدول بالاتر از آن قرار دارد.

۸. مقدار emf (V) سلول گالوانی استاندارد لیتیم - نقره برحسب ولت، به تقریب چند برابر مقدار emf (V) سلول گالوانی استاندارد روی - نقره است؟ (فاز ۱، ریاضی ۹۸)

نوع فلز	لیتیم	نقره	روی
E° (V)	-۳/۰۵	+۰/۸	-۰/۷۶
	۲/۴۷ (۲)	۳/۴۷ (۳)	۳/۷۵ (۴)

تحلیل سؤال

در یک سلول گالوانی، گونه‌ای که E° مثبت‌تری دارد، نقش کاتد و گونهٔ E° منفی‌تر، نقش آند را ایفا می‌کند. بنابراین در سلول گالوانی لیتیم - نقره، کاتد و آند به ترتیب نقره و لیتیم هستند.
 $emf = E^\circ_{\text{آند}} - E^\circ_{\text{کاتد}} = +0/8 - (-3/05) = 3/85V$
در سلول روی - نقره، داریم:
 $emf = E^\circ_{\text{آند}} - E^\circ_{\text{کاتد}} = +0/8 - (-0/76) = 1/56V$
بنابراین:
 $\frac{emf}{emf} = \frac{3/85}{1/56} = 2/47$

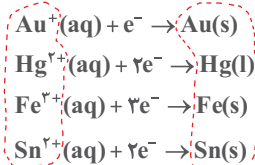
پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۹. با توجه به نیم‌واکنش‌های زیر، قوی‌ترین اکسنده و قوی‌ترین کاهنده، به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند و واکنش کدام دو گونهٔ شیمیایی با هم، در شرایط استاندارد انجام‌پذیر است؟ (فاز ۱، تجربی ۹۶)

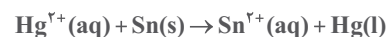
- $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s)$, $E^\circ = -0/14V$
 $Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Hg(l)$, $E^\circ = +0/85V$
 $Fe^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Fe(s)$, $E^\circ = -0/04V$
 $Au^+(aq) + e^- \rightarrow Au(s)$, $E^\circ = +1/68V$
(۱) $Au^+(aq)$, $Fe(s)$, $Hg^{2+}(aq)$ با $Sn(s)$
(۲) $Cl_2(g)$ با $Au(s)$, $Fe(s)$, $Hg^{2+}(aq)$
(۳) $Sn(s)$ با $Hg^{2+}(aq)$, $Sn(s)$, $Au^+(aq)$
(۴) $Au(s)$ با $Hg^{2+}(aq)$, $Sn(s)$, $Au^+(aq)$

تحلیل سؤال

برای پاسخ به این سؤال‌ها ابتدا گونه‌ها را مطابق سری الکتروشیمیایی و برحسب E° مرتب می‌کنیم.



در جدول حاصل قوی‌ترین اکسنده سمت چپ و بالاترین گونه است (Au^+) و کاهنده‌ترین گونه سمت راست و پایین‌ترین است ($Sn(s)$). همچنین واکنش خودبه‌خودی (طبیعی) بین گونهٔ اکسندهٔ بالایی (سمت چپ) و گونهٔ کاهندهٔ پایینی انجام می‌شود.

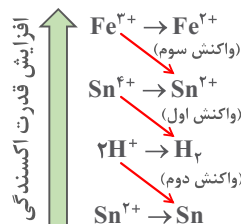


پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

واکنش دوم و کاهش H^+ به H_2 نشان می‌دهد که H^+ اکسندۀ تر از Sn^{2+} است.

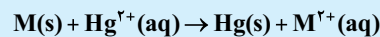
واکنش سوم و کاهش Fe^{3+} به Fe^{2+} نشان می‌دهد که Fe^{3+} اکسندۀ تر از Sn^{4+} است.

یعنی جدولی مشابه جدول زیر:



پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۱۲. با توجه به موارد زیر، پتانسیل استاندارد کاهش فلز M می‌تواند کدام عدد باشد؟ (ریاضی ۹۹)



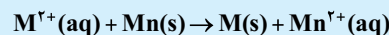
$$E^\circ_{Hg^{2+}(aq)/Hg(s)} = +0.85V$$

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

$$E^\circ_{Sn^{2+}(aq)/Sn(s)} = -0.14V$$

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

$$E^\circ_{Mg^{2+}(aq)/Mg(s)} = -2.38V$$



$$E^\circ_{Mn^{2+}(aq)/Mn(s)} = -1.18V$$

- (۱) $+0.11$ (۲) -0.11 (۳) -0.40 (۴) $+1.2$

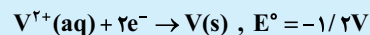
تحلیل سؤال

انجام شدن واکنش اول نشان می‌دهد که فلز M کاهنده‌تر از Hg بوده و توانسته در حضور Hg به M^{2+} تبدیل شود (اکسایش یابد) بنابراین مقدار E° فلز M حتماً از E° گونه Hg منفی‌تر است. ($E^\circ_M < 0.85$)

انجام نشدن واکنش دوم نشان می‌دهد M^{2+} نتوانسته از Sn الکترون بگیرد و به M تبدیل شود (کاهش یابد) بنابراین در سری الکتروشیمیایی M پایین‌تر از Sn قرار داشته و E° آن کمتر از -0.14 ، است. ($E^\circ_M < -0.14$). با این توضیحات فقط گزینه (۳) می‌تواند پاسخ درست باشد.

پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۱۳. با توجه به مقدار E° نیم‌واکنش‌های زیر، کدام موارد از مطالب زیر، درست است؟ (فارغ، تئوری ۹۹)



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

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

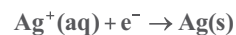
پ) E° سلول گالوانی «سرب - نقره» از E° سلول گالوانی «وانادیم - سرب» کوچک‌تر است.

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

- (۱) پ، ت (۲) الف، ت (۳) ب، پ، ت (۴) الف، ب، پ

تحلیل سؤال

ابتدا نیم‌واکنش‌ها را به‌ترتیب E° (از پایین به بالا افزایشی) مرتب می‌کنیم:



بررسی عبارت‌ها:

الف) نادرست. گونه‌های سمت چپ (Ag^+ ، Pb^{2+} و V^{2+}) اکسندۀ محسوب می‌شوند. هرچه اکسندۀ بالاتر باشد، قوی‌تر است بنابراین V^{2+} اکسندۀ ضعیف‌تر از Ag^+ است.

ب) نادرست. هرچه فلزی در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر باشد (E° منفی‌تر) کاهنده‌ قوی‌تری است و تمایل آن برای تبدیل شدن

به کاتیون، بیشتر است. می‌توان نتیجه گرفت که برای این‌گونه تبدیل کاتیون به اتم خنثی نیز سخت‌تر رخ می‌دهد. بنابراین تبدیل $V^{2+}(aq)$ به $V(s)$ سخت‌تر از تبدیل $Pb^{2+}(aq)$ به $Pb(s)$ است، زیرا V در مقایسه با Pb در جای پایین‌تری از جدول قرار دارد.

پ) درست.

$$emf = E^\circ_{کاتد} - E^\circ_{آند} = 0.80 - (-0.13) = 0.93V$$

$$emf = E^\circ_{کاتد} - E^\circ_{آند} = -0.13 - (-1.27) = 1.14V$$

ت) درست. واکنش اکسندۀ بالایی (Ag^+) با کاهنده‌ پایینی (Pb) به‌طور طبیعی رخ می‌دهد.

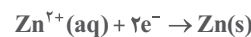
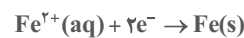
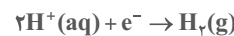
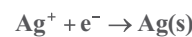
پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۱۴. با در نظر گرفتن موقعیت فلزها در جدول پتانسیل‌های کاهش‌ی استاندارد که در آن فلز آهن بالاتر از روی بوده و نقره نیز بالای هیدروژن جای دارد، کدام مطلب درست است؟ (ریاضی ۹۰)

- محلول نمک‌های نقره را می‌تون در ظرفی از جنس فلز روی نگهداری کرد.
- اتم روی کاهنده‌تر از اتم آهن و یون $\text{Ag}^+(\text{aq})$ اکسندۀ تر از یون $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ است.
- E° سلول الکتروشیمیایی روی - آهن، از E° سلول شیمیایی روی - نقره بزرگ‌تر است.
- در سلول الکتروشیمیایی آهن - نقره، نقره قطب منفی و آهن آند است و خورده می‌شود.

تحلیل سؤال

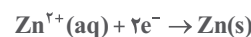
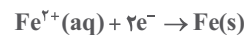
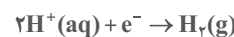
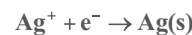
برای پاسخ به این سؤال باید فلاقیقت به فرج داده و یک جدول کوپولو بسازیم. فراروشکر روی و نقره فقط یک کاتیون دارن (Zn^{2+} و Ag^+) و با توجه به گزینۀ (۲) هم منظور طراح از کاتیون آهن، Fe^{2+} هست (تکلیف هیدروژن که مشفمه) هتماً به خاطر دارید که آهن و روی پایین‌تر از H_2 هستن.



بررسی گزینۀها:

گزینۀ (۱): نادرست. برای نگهداری یک محلول در یک ظرف (فلز و جامد)، ظرف مورد نظر باید از جنس کاهنده (گونه سمت راست) و بالاتر نسبت به محلول (سمت چپ و پایین) باشد تا واکنشی انجام نشود (عجب نکته‌ای!!!) بنابراین محلول نمک نقره (Ag^+) را در ظرفی از جنس روی (کاهندۀ پائینی) نمی‌توان نگهداری کرد. شکل ساده‌زیر را به خاطر بسپارید.

کاهنده بالایی (ظرف)



اکسندۀ پائینی (محلول)

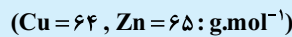
گزینۀ (۲): درست. اتم روی $\text{Zn}(\text{s})$ سمت راست و پایین‌تر از $\text{Fe}(\text{s})$ قرار دارد، پس کاهنده‌تر است و یون Ag^+ سمت چپ و بالاتر از Fe^{2+} و اکسندۀ تر از آن است.

گزینۀ (۳): نادرست. فاصله دو گونه روی و نقره در جدول بیش از روی و آهن است (توجه کنید که روی در هر دو سلول مشابه است) بنابراین E° سلول (emf) روی - نقره بزرگ‌تر است.

گزینۀ (۴): نادرست. نقره، E° مثبت تری از آهن دارد و در سلول حاصل، نقره، کاتد و قطب مثبت خواهد بود.

پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

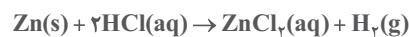
۱۵. ۲۲/۵ گرم از یک قطعۀ آلیاژ روی و مس را در مقدار کافی محلول ۴ مولار هیدروکلریک اسید قرار داده و گرم می‌کنیم تا واکنش کامل انجام گیرد. اگر در این فرآیند، ۲/۲۴ لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد آزاد شده باشد، درصد جرمی مس در این آلیاژ کدام است و برای انجام کامل این واکنش، دست کم چند میلی‌لیتر از محلول این اسید لازم است؟ (گزینۀها را از راست به چپ بخوانید (فارغ، تجربی ۹۵))



۵۰، ۸۰ (۴) ۲۵، ۸۰ (۳) ۵۰، ۶۰ (۲) ۲۵، ۶۰ (۱)

تحلیل سؤال

فلزاتی که E° آنها منفی باشد می‌توانند با محلول اسید واکنش دهند. این فلزات در سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از هیدروژن قرار دارند. بنابراین از بین دو فلز موجود در این آلیاژ فقط روی با هیدروکلریک اسید واکنش داده و گاز هیدروژن حاصل نیز فرآورده همین واکنش است.



جرم فلز روی موجود در آلیاژ را به کمک حجم گاز هیدروژن محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{g Zn} = 2/24 \text{L H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{22/4 \text{L H}_2} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{65 \text{ g Zn}}{1 \text{ mol Zn}} = 6/5 \text{ g}$$

بنابراین جرم فلز مس موجود در آلیاژ مورد نظر برابر است با:

$$26 \text{ g} = 32/5 - 6/5 = \text{جرم روی} = \text{جرم آلیاژ} = \text{جرم مس}$$

$$\text{بنابراین:} \quad \frac{\text{جرم مس}}{\text{جرم آلیاژ}} \times 100 = \text{درصد جرمی مس}$$

$$\Rightarrow \% \text{ Cu} = \frac{26}{32/5} \times 100 = 80$$

برای حل قسمت دوم سؤال از روش کسر تناسب استفاده می‌کنیم:

$$\frac{\text{حجم (لیتر)} \times \text{مولاریته}}{\text{جرم (گرم)}} = \frac{\text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

$$\frac{6/5}{1 \times 65} = \frac{4 \times V}{2} \Rightarrow V = 0.05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴



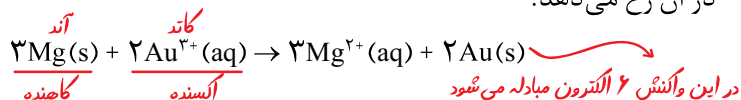
یادداشت

A series of horizontal dashed lines for writing notes.

E° منفی تر E° مثبت تر

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

ب) اگر چند نیم سلول در اختیار داشته باشید و بخواهید از آنها یک سلول گالوانی با بیشترین ولتاژ بسازید، از کدام نیم سلول ها استفاده می کنید؟ چرا؟ از دو نیم سلول که مقدار E° آنها بیشترین اختلاف را داشته باشد (منفی ترین و مثبت ترین) استفاده از جدول ۱، emf سلولی را حساب کنید که واکنش اکسایش - کاهش زیر در آن رخ می دهد.



آیا می دانید

در هر تن از نمک دریاچه قم، بیش از ۲۰۰ گرم لیتیم وجود دارد.

آیا می دانید

مقدار فلزهای موجود در ۵۰۰ میلیون تلفن همراه به شرح زیر است.

نام فلز	مقدار (تن)
مس	۷۹۰۰
نقره	۱۷۸
طلا	۱۷
پالادیم	۷/۴
پلاتین	۰/۱۸

پیوند با زندگی

لیتیم، فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی

اگر به پیرامون خود توجه کنید وسایلی را می یابید که با باتری کار می کنند. ساعت مچی و تلفن همراه از جمله وسایلی هستند که انرژی الکتریکی آنها با استفاده از باتری تأمین می شود. باتری هایی که در شکل، اندازه و کارایی با یکدیگر تفاوت آشکاری دارند اما در همه آنها با انجام شدن نیم واکنش های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می شود.

با رشد و پیشرفت چشمگیر صنایع گوناگون هر روز نیاز و تقاضا پیوسته برای ساخت باتری ها با ویژگی های گوناگون و کاربرد معین افزایش یافته است. شیمی دان ها در پی پاسخ به این نیازها طی پژوهش های بسیاری توانستند به فناوری ساخت باتری های جدید دست یابند. در این فناوری، نقش فلز لیتیم پررنگ است زیرا لیتیم در میان فلزها، کمترین چگالی و E° را دارد. این ویژگی های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری های سبک تر، کوچک تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار شود. باتری های لیتیومی از نوع دکمه ای در شکل ها و اندازه های گوناگون به کار می رود. دسته ای دیگر از باتری های لیتیومی آنها هستند که در تلفن و رایانه همراه به کار می روند و می توان آنها را بارها شارژ کرد (شکل ۹).

باتری دکمه ای
باتری های لیتیومی
باتری های قابل شارژ

آیا می دانید

با بازیافت باتری ها می توان حجم انبوهی از فلزهای گوناگون را به چرخه مصرف برگرداند. جدول زیر مصرف سالانه فلزها برای تولید باتری در جهان را نشان می دهد.

نام فلز	مقدار (کیلو تن)
کبالت	۱۳
لیتیم	۳۰
نیکل	۱۵۰
منگنز	۵۲۰۰
پلاتین	۰/۱۸





شکل ۹- نمونه‌هایی از باتری‌های لیتیومی

افزایش تقاضا برای باتری‌های لیتیومی، سبب شد این فلز جایگاه ممتازی در تأمین انرژی 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. به این ترتیب حجم انبوهی از پسماندهای الکترونیکی مانند تلفن و رایانه همراه، باتری‌های لیتیومی و... تولید می‌شود. این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند زیرا محیط زیست را آلوده می‌کنند. از سوی دیگر برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد فلزهای ارزشمند و گران قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

آیا می‌دانید

در سال ۱۸۳۹ ویلیام گرو فیزیک‌دان روزنامه‌نگار انگلیسی اصول کار سلول سوختی را کشف کرد. اما تولید سلول سوختی به سال ۱۸۸۹ توسط لودویگ مند و چارلز لنجر برمی‌گردد. از سال ۱۹۶۰ ناسا از سلول‌های سوختی در سفینه‌های جیمینی و آپولو برای تهیه الکتریسیته و آب مورد نیاز فضانوردان استفاده کرد. در دهه هفتاد میلادی فناوری سلول سوختی در وسایل خانگی و خودروها به کار گرفته شد. از دهه هشتاد به بعد شرکت بالارد کانادا زیردریایی مجهز به سلول سوختی را ساخت. پهباد سلول سوختی در سال ۲۰۰۰ با نیروی محرکه دوگانه (باتری خورشیدی و سلول سوختی) با توان شش ماه پرواز به بهره برداری رسید.

گالوانی محسوب می‌شود از واکنش کنترل شده O_2 با سوخت در آن استفاده می‌شود جریان برق با میزان آلودگی زیست محیطی کمتر

سلول سوختی، منبعی برای تولید انرژی سبز

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

توجه کنید که کاهش می‌دهند
اینکه به طور کامل از بین ببرند.

خود را بیازمایید

در هریک از روش‌های زیر مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی

نشان داده شده است. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

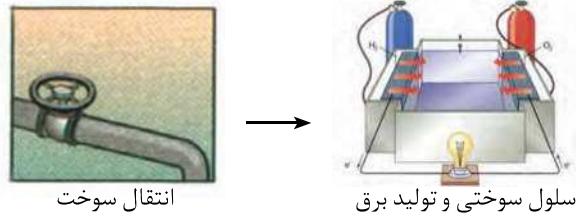
تعداد مراحل در این روش زیاد است و در هر مرحله نیز شاهد اتلاف انرژی مخصوصاً به شکل گرما هستیم.

روش ۱



روش ۲

در این روش (استفاده از سلول سوختی) تعداد مراحل کم است و سوخت به صورت نسبتاً مستقیم وارد مرحله تولید برق می‌شود. اتلاف انرژی در این روش بسیار کمتر از روش (۱) است.



آ) در کدام روش اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است؟ چرا؟
ب) کدام روش کارایی بالاتری دارد؟ توضیح دهید.

• سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر افزایش می‌دهد. (ریاضی ۱۴۰۰)

بسیار انواع دیگری هم دارد
رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن - اکسیژن است. دستگاهی که در آن گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود (شکل ۱).

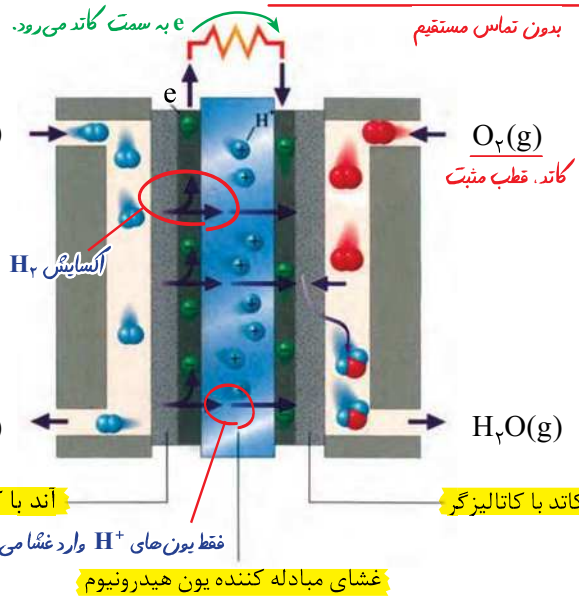
آیا می‌دانید

• در برخی از دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور، پژوهش‌های خوبی روی سلول‌های سوختی انجام شده و موفقیت‌هایی نیز به دست آمده است. تولیدتوده سلول سوختی در دانشگاه شهید رجایی نمونه‌ای از آنها است.

نست؟

کدام مورد درباره سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن با غشای مبادله‌کننده یون هیدرونیوم، درست است؟ (خارج، تجربی ۹۸)
۱) بخار آب تولیدشده از بخش آندی خارج می‌شود.
۲) جهت حرکت یون هیدرونیوم از غشا، از آند به کاتد است.
۳) به ازای مصرف هر مول گاز اکسیژن، دو مول یون هیدرونیوم در غشا مبادله می‌شود.
۴) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی یا جهت حرکت‌های H^+ در غشا عکس یکدیگر است.

پاسخ: گزینه (۲)



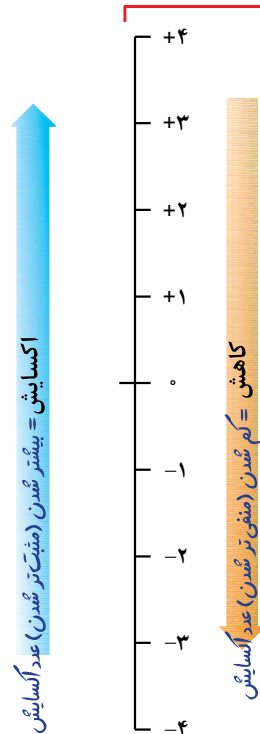
شکل ۱ - نوعی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

آیا می دانید

مهندسان و پژوهشگران کشور در چند دانشگاه نمونه‌هایی از خودروهای برقی را طراحی کرده و ساخته‌اند این خودرو از طریق ترکیب هیدروژن و اکسیژن در سلول سوختی، انرژی خود را تأمین می‌کند. همچنین در این خودرو یک باتری شارژی وجود دارد.

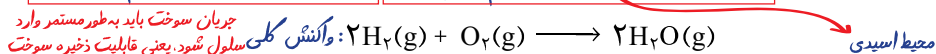


این باره از ۰ تا ۴ را می‌توان به کربن اختصاص داد.



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

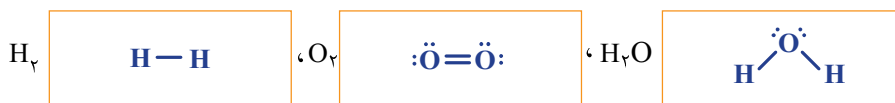
همان‌گونه که شکل ۱۰ نشان می‌دهد هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد به طوری که شامل یک غشا، الکتروود آند و الکتروود کاتد است. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند. واکنش کلی در چنین



از عملکرد این سلول پیداست که گاز هیدروژن به عنوان سوخت پیوسته وارد شده، اکسایش می‌یابد و هم‌زمان با آن گاز اکسیژن در واکنش با سوخت کاهش می‌یابد. روندی که در معادله واکنش دیده نمی‌شود زیرا همه گونه‌های شرکت کننده در واکنش، مولکول‌های خنثی هستند و شمار الکترون‌های ظرفیت اتم‌ها در واکنش تغییر نمی‌کند. به راستی در واکنش‌هایی از این دست چگونه می‌توان گونه‌های اکسند و کاهنده را مشخص کرد؟ شیمی دان‌ها با معرفی عدد اکسایش راه حل مناسبی برای حل این مشکل ارائه کردند.

با هم ببیندیشیم

۱- با توجه به واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. آ ساختار الکترون - نقطه‌ای گونه‌های شرکت کننده را رسم کنید.



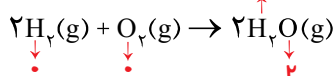
ب) در هر ساختار:

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

نافلزی بیشتر نسبت دهید. *اکسیژن نافلزتر از هیدروژن است. پس جفت الکترون پیوندی را به اکسیژن اختصاص می‌دهیم.*

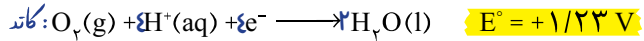
پ) الکترون‌های نسبت داده شده به هر اتم را بشمارید و آن را از شمار الکترون‌های ظرفیت همان اتم کم کنید. عدد به دست آمده عدد اکسایش اتم مورد نظر را نشان می‌دهد. $6 - 8 = -2$ (یکان شماره گروه) $1 - 0 = +1$ (یکان شماره گروه)

۲- هرگاه بدانید که بیشتر شدن عدد اکسایش، نشان دهنده اکسایش یافتن و کمتر شدن آن نشان دهنده کاهش یافتن اتم‌هاست، در واکنش زیر گونه‌های اکسایش یافته، کاهش یافته، اکسند و کاهنده را مشخص کنید. *عدد اکسایش عنصرها در حالت آزاد صفر است.*



۱- Oxidation Number

۳- دانش آموزی نیم واکنش های انجام شده در نوعی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را به صورت زیر از منابع علمی معتبر استخراج کرده است.

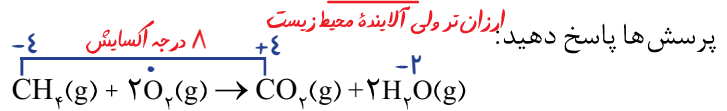


نکته
در سلول سوختی هیدروژن، emf سلول با E° یکی از گونه ها (کاتد) برابر است. دلیل این موضوع مقدار E° در بخش آند این سلول است.

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

ب) emf این سلول را حساب کنید. $emf = 1/23 - 0 = +1/23 \text{ Volt}$

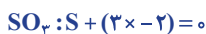
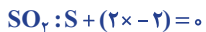
۴- با پیشرفت علم و فناوری، سلول های سوختی تازه ای طراحی شده اند که در آنها به جای گاز خطرناک هیدروژن، گاز متان مصرف می شود. با توجه به معادله واکنش کلی زیر به



آ) با تعیین عدد اکسایش اتم ها، گونه های اکسند و کاهنده را مشخص کنید.

ب) از دید محیط زیست گاز هیدروژن چه مزیتی نسبت به گاز متان دارد؟ گاز آلاینده (گلفانای) CO_2 در سلول سوختی هیدروژن تولید نمی شود.

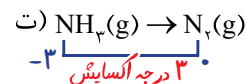
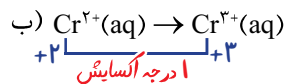
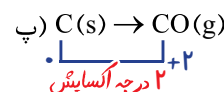
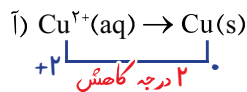
اغلب نافلزها و فلزهای واسطه عدد اکسایش گوناگونی در ترکیب های خود دارند. برای نمونه عدد اکسایش آهن در $FeCl_2$ و $FeCl_3$ به ترتیب +۲ و +۳ است. به همین دلیل این ترکیب ها را آهن (II) کلرید و آهن (III) کلرید می نامند. همچنین عدد اکسایش اتم گوگرد در SO_2 و SO_3 به ترتیب +۴ و +۶ است. (چرا؟)



با تعیین عدد اکسایش اتم ها در یک گونه شیمیایی آشنا شدید. برای نمونه عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن به حالت آزاد برابر با صفر است. از این رو عدد اکسایش دیگر عناصرها نیز به حالت آزاد مانند Fe، Mg، Cl برابر با صفر خواهد بود. در حالی که عدد اکسایش یون های تک اتمی برابر با بار الکتریکی آنهاست. برای نمونه عدد اکسایش یون اکسید و یون کلسیم در CaO به ترتیب برابر با -۲ و +۲ است. همچنین دریافتید که با تغییر عدد اکسایش اتم ها در یک واکنش می توان گونه های اکسند و کاهنده را تعیین کرد. روشی که به کمک آن می توان واکنش اکسایش - کاهش را از دیگر واکنش ها تشخیص داد.

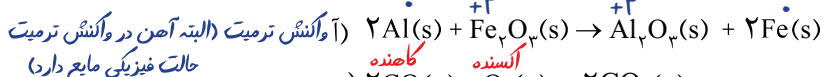
خود را بیازمایید

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

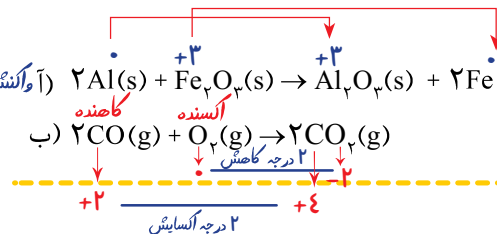


۲- در هر یک از واکنش های زیر با محاسبه تغییر عدد اکسایش، گونه کاهنده و اکسند را

تعیین کنید.



ب) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$
در این واکنش عدد اکسایش اتم اکسیژن تغییر نکرده



یادآوری
آهن در واکنش با اسیدها همواره از عدد اکسایش کمتر خود یعنی +۲ استفاده می کند.

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

نوعی واکنش شیمیایی است که به کمک آن و با استفاده از جریان الکتریسیته می‌توان شاهد انجام واکنش دلخواه درون محیط معلول باشیم.

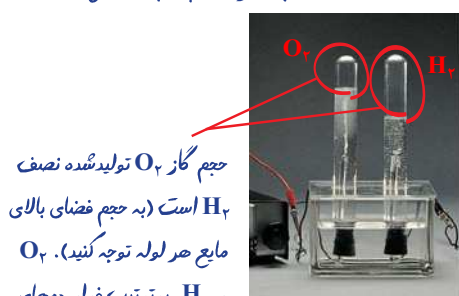
برقکافت آب، راهی برای تولید گاز هیدروژن

خودبه خودی، (سلول گالوانی)

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

این سلول‌ها به سلول‌های الکترولیتی معروف هستند و برقکافت آب یک نمونه از

واکنش‌هایی است که در آنها انجام می‌شود (شکل ۱۱). در یک سلول الکترولیتی، برخلاف سلول گالوانی، آند علامت مثبت دارد (قطب مثبت سلول است).



حجم گاز O_2 تولید شده نصف H_2 است (به حجم فضای بالای مایع هر لوله توجه کنید). O_2 و H_2 به ترتیب فرآورده‌های منفی سلول هستند.



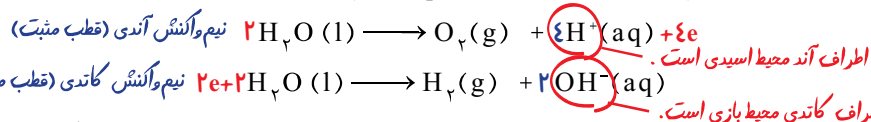
در یک سلول الکترولیتی، برخلاف سلول گالوانی، کاتد دارای علامت منفی است (قطب منفی) زیرا این تیغه به قطب منفی باتری وصل است و الکترون زودتر از آن عبور می‌کند. (در مقایسه با آند)

آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد از این رو برای برقکافت آن باید اندکی الکترولیت به آب افزود. (اندکی اسید یا نمک)

شکل ۱۱- تجزیه آب به گازهای هیدروژن و اکسیژن با مصرف انرژی الکتریکی آند (قطب مثبت) و کاتد (قطب منفی) سلول هستند.

خود را بیازمایید

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



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

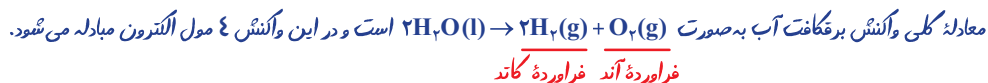
(برای نوشتن واکنش کلی باید دو

نیم واکنش، هم الکترون شوند)

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

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

اسیدی بازی



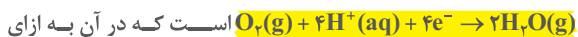
آزمون

در یک سلول با انجام یک واکنش اکسایش - کاهش الکترون‌ها در مدار بیرونی از به سوی می‌روند.

(خارج، ریاضی، ۹۷)

- گالوانی، غیر خودبه‌خودی، کاتد، آند
 - الکترولیتی، غیر خودبه‌خودی، کاتد، آند
 - گالوانی، خودبه‌خودی، قطب منفی، قطب مثبت
 - الکترولیتی، خودبه‌خودی، قطب مثبت، قطب منفی
- پاسخ: گزینه (۳)

نیم واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژن:



مصرف یک مول گاز اکسیژن، چهار مول الکترون مصرف می‌شود. بنابراین:

$$? \text{LO}_2 = 2 / 5 \text{mole}^- \times \frac{1 \text{mol O}_2}{4 \text{mole}^-} \times \frac{22.4 \text{L}}{1 \text{mol O}_2} = 11.2 \text{LO}_2$$

واکنش کلی سلول سوختی هیدروژن نیز:



$$? \text{g H}_2\text{O} = 2 / 5 \text{mole}^- \times \frac{2 \text{mol H}_2\text{O}}{4 \text{mole}^-} \times \frac{18 \text{g H}_2\text{O}}{1 \text{mol H}_2\text{O}} = 36 \text{g H}_2\text{O}$$

پاسخ تست ۱

۱۸. چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (ریاضی ۱۴۰۰)

$$E^\circ[\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) / \text{Mn}(\text{s})] = -1/18 \text{V}$$

$$E^\circ[\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) / \text{Pt}(\text{s})] = +1/20 \text{V}$$

- اکسایش هیدروژن در سلول سوختی، بازدهی نزدیک به ۶۰ درصد دارد.
- در واکنش انجام شده در سلول گالوانی، فرآورده‌ها از واکنش دهنده‌ها پایدارترند.
- در سلول گالوانی «منگنز - پلاتین»، در الکتروود منگنز، عمل اکسایش انجام می‌گیرد.
- در هر واکنش اکسایش - کاهش، اتم‌های فلزی اکسایش و یون‌های فلزی کاهش می‌یابند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

تحلیل سؤال

بررسی ذره‌بینی عبارت‌ها:

عبارت اول: درست. این عبارت مربوط به کتاب درسی است.

عبارت دوم: درست. واکنش انجام شده در یک سلول گالوانی گرماده

است و همان‌طور که می‌دانید در یک واکنش گرماده، سطح انرژی

فرآورده‌ها پایین‌تر از مواد اولیه بوده و پایدارتر هستند.

عبارت سوم: درست. با توجه به مقادیر پتانسیل الکتروودی این دو نیم‌سلول، الکتروود منگنز که E° منفی دارد آند بوده و در آن عمل اکسایش رخ می‌دهد.

عبارت چهارم: نادرست. اینکه یک اتم فلزی (خنثی) فقط اکسایش

می‌یابد کاملاً درست است ولی برخی یون‌های فلزی هم می‌توانند

اکسایش هم پیدا کنند. مثل: $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$

پاسخ تست ۱

۱۶. 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؟ ($C = 12, H = 1; \text{g.mol}^{-1}$) (ریاضی ۹۴)

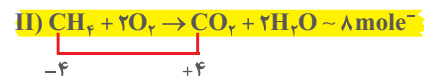
۴ (۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۳۲ (۴)

تحلیل سؤال

در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن واکنش کلی زیر انجام شده و به ازای ضرایب استوکیومتری مواد، چهار مول e مبادله می‌شود.



واکنش کلی انجام شده در سلول سوختی متان (همان واکنش سوختن متان) به صورت زیر است، در این واکنش ۸ مول الکترون به ازای ضرایب مبادله می‌شود.

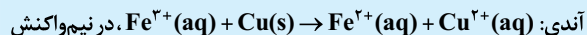


در واکنش (I) به ازای مصرف دو مول هیدروژن، چهار مول الکترون مبادله می‌شود. بنابراین به ازای یک مول گاز هیدروژن دو مول الکترون مبادله شده است. بنابراین:

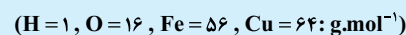
$$? \text{g CH}_4 = 2 \text{mole}^- \times \frac{1 \text{mol CH}_4}{8 \text{mole}^-} \times \frac{16 \text{g CH}_4}{1 \text{mol CH}_4} = 4 \text{g CH}_4$$

پاسخ تست ۱

۱۷. اگر الکترون‌های آزاد شده از اکسایش ۸۰ گرم فلز در نیم‌واکنش



کاتدی سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن مصرف شود، چند لیتر گاز اکسیژن (در شرایط STP) مصرف و چند گرم آب تولید می‌شود؟



(معادله واکنش موازنه شود) (فارسی، ریاضی ۹۹)

۱۱/۲۵، ۰.۷ (۱) ۲۲/۵، ۰.۷ (۲)
۱۱/۲۵، ۱.۴ (۳) ۲۲/۵، ۱.۴ (۴)

تحلیل سؤال

معادله موازنه شده واکنش مورد نظر به صورت زیر است. در ضمن به ازای ضرایب استوکیومتری مواد تعداد ۲ مول الکترون دادوستد شده است.



الکترون‌های حاصل از اکسایش ۸۰ گرم فلز مس که آند این سلول را تشکیل داده را محاسبه می‌کنیم. توجه کنید که $\text{Cu}(\text{s})$ با اکسایش یافتن به Cu^{2+} تبدیل شده است.

$$? \text{mol e}^- = 80 \text{g Cu} \times \frac{1 \text{mol Cu}}{64 \text{g Cu}} \times \frac{2 \text{mole}}{1 \text{mol Cu}} = 2.5 \text{mol}$$

۱۹. اتم نیتروژن در کدام دو ترکیب، به ترتیب (از راست به چپ)،

بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد اکسایش را دارد؟ (ریاضی ۹۰)



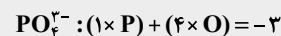
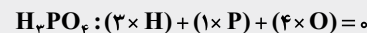
تحلیل سؤال

به قوانین مهم زیر درباره عدد اکسایش توجه کنید:

• عدد اکسایش عنصرها در حالت آزاد (Na, F, O, P و ...) صفر است.

• عدد اکسایش یک یون تک‌اتمی برابر با بار یون است.

• مجموع اعداد اکسایش اتم‌های یک ترکیب برابر با بار الکتربیکی آن است. بدیهی است که برای یک ترکیب خنثی، مجموع اعداد اکسایش گونه‌ها برابر صفر است.



• عدد اکسایش هیدروژن همواره +۱ است به جز در حالت آزاد (صفر

است) و در هیدریدهای فلزی (ترکیب فلز گروه ۱ و ۲ با هیدروژن) که -۱ است.

• عدد اکسایش فلزات در ترکیب‌های آن همواره -۱ است. (در حالت آزاد، صفر است)

• دامنه تغییر عدد اکسایش اکسیژن [۲، -۲] است. توجه کنید که در ترکیب‌ها معمولاً و غالباً عدد اکسایش این عنصر -۲ است به جز:

• در پراکسیدها (O_2^{2-}) مانند هیدروژن پراکسید که -۱ است.

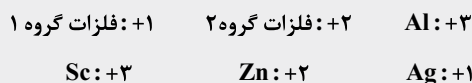
• در HOF صفر است.

• در OF_2 برابر با حداکثر عدد اکسایش این عنصر یعنی +۲ است.

• عدد اکسایش فلزات همواره مثبت و حداقل صفر است.

برای فلزات گروه ۱ تا ۷، حداکثر (و بعضاً تنها) عدد اکسایش، همان شماره گروه عنصر است. مثلاً منگنز در گروه ۷ قرار دارد و بزرگ‌ترین عدد اکسایش این عنصر +۷ است.

• عنصرهایی که فقط یک عدد اکسایش دارند را خوب به خاطر بسپارید.



• نافلزات (C, N, P, S و ...) دارای یک بازه عدد اکسایش (منفی تا مثبت) هستند که:

(یکان شماره گروه) + = حداکثر عدد اکسایش

-۱۸ - شماره گروه = حداقل عدد اکسایش

مثال

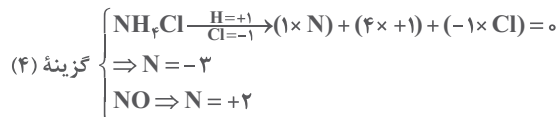
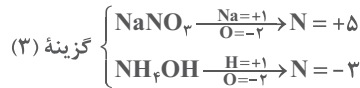
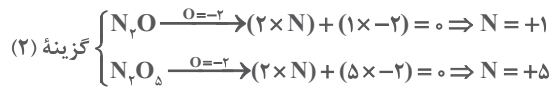
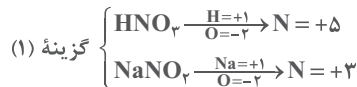
حداقل و حداکثر عدد اکسایش عنصر نیتروژن از گروه ۱۵، برابر -۳ و +۵ است.

• عناصر (نافلزات) با حداقل عدد اکسایش خود فقط می‌توانند کاهشدهنده و با حداکثر عدد اکسایش خود فقط می‌توانند اکسندنده باشند.

با توجه به توضیحات بالا، بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد اکسایش

نیتروژن +۵ و -۳ است.

به بررسی گزینه‌ها توجه کنید:

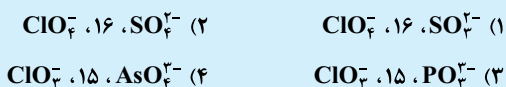


پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۲۰. اتم مرکزی تشکیل‌دهنده یون در گروه جدول

تناوبی جای دارد و عدد اکسایش آن با عدد اکسایش اتم کلر در یون

..... برابر است. (تیمی ۹۹)



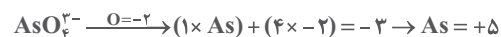
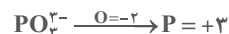
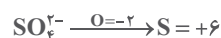
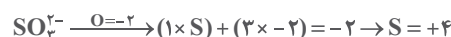
تحلیل سؤال

نگاه دقیق به قسمت اول و دوم نشان می‌دهد که کار چندانی از این دو

قسمت بر نمی‌آید چرا که عنصرهای S, P و As به ترتیب در گروه‌های

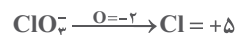
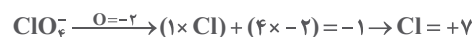
۱۶، ۱۵ و ۱۵ جدول قرار دارند ولی محاسبه عدد اکسایش اتم مرکزی

در آنها واجب است.



عدد اکسایش اتم کلر در چهار یون موجود در قسمت سوم گزینه‌ها را

نیز محاسبه می‌کنیم. (البته دو تا یون بیشتر نیستند)

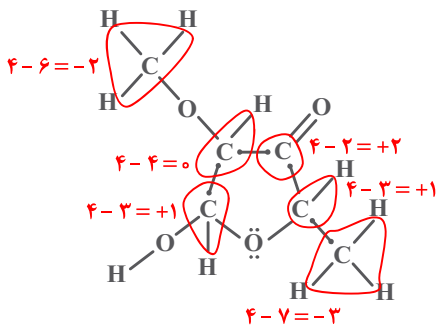


با توجه به موارد فوق می‌توان گفت که As در گروه ۱۵ قرار دارد و

عدد اکسایش آن در یون AsO_4^{3-} با عدد اکسایش کلر در یون کلرات

(ClO_3^-) برابر است.

پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴



می‌بینید که پنج نوع کربن (بر حسب عدد اکسایش) شامل ۲-، ۰، +۱ و +۲ در ترکیب مورد نظر وجود دارد.

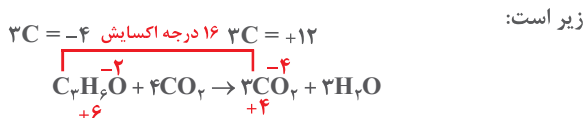
پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۲۳. در واکنش سوختن کامل استون، مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن کدام است؟ (ریاضی ۹۵)

۱۲ (۱)	۱۴ (۲)	۱۶ (۳)	۱۸ (۴)
--------	--------	--------	--------

تحلیل سؤال

استون (پروپانون) ساده‌ترین و کوچک‌ترین کتون بوده و فرمول مولکولی آن C_3H_4O است. معادله واکنش سوختن کامل آن به صورت



پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۲۴. مجموع ضریب‌های a, b, c, d, e در نیم‌واکنش زیر، پس از موازنه کدام است؟ (تجربی ۹۴)

$$a Mn^{2+}(aq) + b H_2O(l) \rightarrow c MnO_2(s) + d H^+(aq) + e^-$$

۱۰ (۱)	۱۱ (۲)	۱۲ (۳)	۱۳ (۴)
--------	--------	--------	--------

تحلیل سؤال

برای موازنه یک نیم‌واکنش (در آن شاهد حضور e در سمت راست یا چپ واکنش هستید) به گونه زیر عمل می‌کنیم:

۱- ابتدا بر حسب نوع نیم‌واکنش (اکسایش یا کاهش) عنصر کاهنده (اکسید شده) یا اکسنده (کاهش یافته) را تعیین کنید.

۲- تعیین ضریب e در نیم‌واکنش. برای این کار عنصر اکسنده یا کاهنده را انتخاب و از رابطه زیر استفاده کنید:

تغییر عدد اکسایش آن × بزرگ‌ترین زیروند گونه اکسنده یا کاهنده = ضریب e

۳- موازنه جرم (به غیر از هیدروژن و اکسیژن)

۴- موازنه بار، به این صورت که مجموع بار الکتریکی دو سمت باید مشابه باشد.

۵- موازنه هیدروژن و اکسیژن

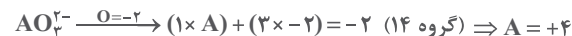
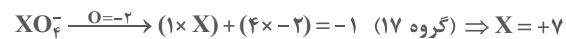
۲۱. اگر دو نافلز X و A، با بالاترین عدد اکسایش خود، آنیون‌های پایداری با فرمول XO_3^- و AO_3^- تشکیل دهند، چند مورد از مطالب زیر، درباره آنها درست است؟ (فاز، تجربی ۹۹)

- A عنصری از گروه ۱۵ است.
- عنصر A، می‌تواند در دوره دوم جدول تناوبی جای داشته باشد.
- عنصر X، با اکسنده‌ترین عنصر در جدول تناوبی، هم‌گروه است.
- در آخرین زیرلایه اشغال شده اتم X، ۵ الکترون و اتم A، دو الکترون جای دارد.

۱ (۱)	۲ (۲)	۳ (۳)	۴ (۴)
-------	-------	-------	-------

تحلیل سؤال

عدد اکسایش عنصرهای نافلزی X و A در یون‌های XO_3^- و AO_3^- را محاسبه می‌کنیم تا بدانیم که بالاترین عدد اکسایش این اتم‌ها که یکان شماره گروه این نافلزها نیز هست، چقدر است.



بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: نادرست. A عنصری از گروه ۱۴ است.

عبارت دوم: درست. A، عنصر کربن (دوره دوم و گروه چهاردهم) و یون AO_3^- نیز یون کربنات (CO_3^{2-}) است.

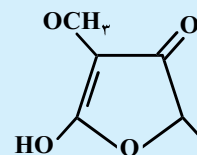
عبارت سوم: درست. اکسنده‌ترین عنصر جدول، فلوئور بوده که در گروه ۱۷ قرار دارد.

عبارت چهارم: درست. عنصرهای گروه ۱۴ و ۱۷ در آخرین زیرلایه خود (زیرلایه p) به ترتیب ۲ و ۵ الکترون دارند.



پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۲۲. چند نوع اتم کربن، بر پایه تفاوت عدد اکسایش، در ترکیبی با فرمول «پیوند - خط» زیر وجود دارد؟ (تجربی ۱۴۰۰)



۳ (۱)

۴ (۲)

۵ (۳)

۶ (۴)

تحلیل سؤال

ترکیب مورد نظر را به شکل زیر در آورده و عدد اکسایش اتم‌های کربن را بر روی آن مشخص می‌کنیم. رساندن کربن‌ها به آرایش هشت‌تایی توسط اتم هیدروژن فراموش نشود.

تذکر اگر یکی از مواد اکسنده یا کاهنده زیروندی به غیر از عدد ۱ داشته باشد، این زیروند باید در تغییر عدد اکسایش ضرب شده و سپس به عنوان ضریب ماده دیگر منظور شود.

در پایان موازنه جرم را انجام می‌دهیم.

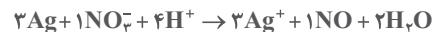
نکته تعداد الکترون‌های مبادله شده در یک واکنش اکسایش - کاهش از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

× ضریب ماده کاهنده = مول الکترون → بررسی ماده کاهنده

تغییر عدد اکسایش × بزرگ‌ترین زیروند آن در واکنش

× ضریب ماده اکسنده = مول الکترون → بررسی ماده اکسنده

تغییر عدد اکسایش × بزرگ‌ترین زیروند آن در واکنش



ترتیب موازنه:

تغییر عدد اکسایش نقره (یک واحد) را ضریب گونه NO_3^- و تغییر عدد اکسایش نیتروژن (سه واحد) را به عنوان ضریب Ag قرار دادیم.

ضرایب را برای Ag^+ و NO نیز منظور کردیم.

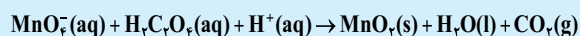
برای موازنه بار، ضریب ۴ را برای H^+ قرار دادیم تا مجموع بار الکترونیکی دو سمت ۳+ باشد.

در آخر ضریب ۲ را برای H_2O قرار می‌دهیم.

نیم‌واکنش کاهش در این واکنش همان تبدیل NO_3^- به NO و تغییر عدد اکسایش نیتروژن در آن سه واحد است. با در نظر گرفتن ضریب NO_3^- ، تعداد الکترون مبادله شده در این واکنش ۳ مول است.

پاسخ تست ۱

۲۷. با توجه به واکنش زیر، کدام گزینه درست است؟ (تجربی ۹۶)



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

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

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

(۴) با مصرف ۱/۱ مول $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 (\text{aq})$ ، ۱/۱ مول الکترون مبادله می‌شود.

تحلیل سؤال

تغییرات عدد اکسایش گونه‌ها به صورت زیر است:



بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): نادرست. در این واکنش یون H^+ مصرف شده و با کاهش غلظت این یون، pH افزایش می‌یابد.

گزینه (۲): درست. هر اتم منگنز سه درجه کاهش یافته است.

گزینه (۳): نادرست. اتم اکسیژن تغییر عدد اکسایش ندارد، پس اکسیژن نه اکسنده و نه کاهنده است.

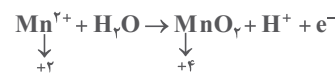
گزینه (۴): نادرست. در این واکنش به ازای ۱ مول MnO_4^- یا ۳ مول

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ، سه مول الکترون مبادله می‌شود. بنابراین به ازای ۱/۱ مول

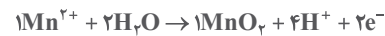
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ مقدار ۳/۱ مول الکترون مبادله شده است.

پاسخ تست ۱

در این نیم‌واکنش اکسایش (الکترون در سمت راست قرار دارد) عدد اکسایش هیدروژن و اکسیژن **تغییری نداشته** بنابراین عنصرهای اکسیژن و هیدروژن **نه اکسنده و نه کاهنده‌اند**، پس **مردم ... منگنز**.



بنابراین ضریب الکترون برای این نیم‌واکنش برابر است با: $1 \times 2 = 2$



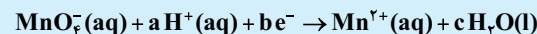
پس از تعیین ضریب e منگنز را موازنه کردیم. پس از آن با قرار دادن

ضریب ۴ برای H^+ بار الکترونیکی دو سمت را موازنه کردیم و در آخر

نیز ضریب ۲ را برای آب قرار می‌دهیم.

پاسخ تست ۱

۲۵. در نیم‌واکنش:



ضریب‌های a، b، و c به ترتیب از راست به چپ، کدام‌اند؟ (فاز، تجربی ۹۶)

۴، ۵، ۸ (۴) ۴، ۴، ۵ (۳) ۳، ۲، ۵ (۲) ۳، ۳، ۸ (۱)

تحلیل سؤال

واکنش مورد نظر، واکنش کاهش منگنز است. توجه کنید که عدد اکسایش عنصرهای هیدروژن و اکسیژن تغییری نداشته است. با توجه به تغییر عدد اکسایش منگنز، ضریب e برابر ۵ است.

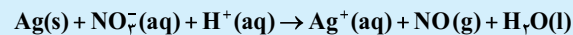


مجموع بار الکترونیکی فرآورده‌ها برابر ۲+ است (H_2O تأثیری بر بار ندارد، زیرا خنثی است)، برای اینکه مجموع بار الکترونیکی مواد اولیه هم ۲+ باشد، لازم است ضریب H^+ را ۸ قرار دهیم.

پاسخ تست ۱

۲۶. مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در واکنش اکسایش - کاهش

زیر، کدام است و در نیم‌واکنش کاهش آن، به ازای هر مول گونه اکسنده، چند مول الکترون مبادله می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید) (ریاضی ۹۹)



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

تحلیل سؤال

برای موازنه یک واکنش به گونه زیر عمل می‌کنیم:

• عنصرهای اکسایش و کاهش یافته (اکسنده و کاهنده) به همراه تغییر عدد اکسایش هر یک را مشخص می‌کنیم.

• تغییر عدد اکسایش عنصر اکسنده را به عنوان ضریب برای ماده کاهنده در سمت مواد اولیه قرار می‌دهیم. ضریب ماده اکسنده در سمت مواد اولیه نیز تغییر عدد اکسایش عنصر کاهنده است.

تذکر توجه کنید که در غالب موارد، ضرایب را (همان تغییر عدد اکسایش‌ها) را در سمت ماده اولیه قرار می‌دهیم.

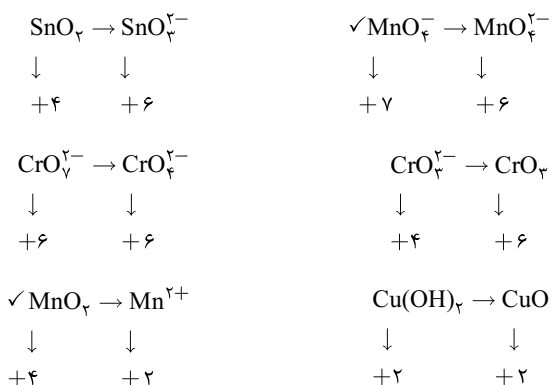
۲۹. در چند تبدیل زیر، عدد اکسایش فلز، کاهش می‌یابد؟ (تجربی ۱۴۰۱)



(۱) دو (۲) سه (۳) چهار (۴) پنج

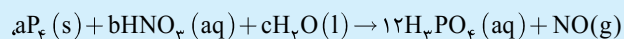
تحلیل سؤال

تک تک تبدیل‌ها را بررسی می‌کنیم. می‌بینید که فقط در دو مورد، عدد اکسایش فلز کاهش یافته است.



پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

۳۰. درباره واکنش:



پس از موازنه کامل معادله آن، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- * نسبت c به b برابر ۴/۵ است.
- * یک آنیون چنداتی 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 فرآورده‌ها برابر است.
- * تفاوت تغییر عدد اکسایش هر گونه اکسنده با کاهنده، برابر ضریب استوکیومتری یکی از واکنش‌دهنده‌ها است.

(۱) سه (۲) چهار (۳) پنج (۴) دو

تحلیل سؤال

موازنه این واکنش به روش اکسایش-کاهش به صورت زیر است:

۲۸. چند مورد از مطالب زیر، درباره سلول سوختی هیدروژن -

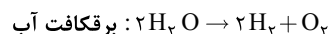
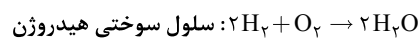
- اکسیژن و سلول الکترولیتی برقکافت آب، درست است؟ (تجربی ۱۴۰۱)
- جهت حرکت الکترون در هر دو نوع سلول، از آند به کاتد است.
- واکنش کلی برقکافت آب، مانند واکنش کلی سلول سوختی است.
- کاغذ pH در محلول پیرامون آند هر دو نوع سلول، به رنگ قرمز درمی‌آید.
- شمار الکترون‌های مبادله‌شده در نیم‌واکنش کاتدی هر دو نوع سلول، برابر است.
- نیم‌واکنش کاهش در سلول سوختی، مانند نیم‌واکنش کاهش آب در سلول الکترولیتی است.

(۱) دو (۲) سه (۳) چهار (۴) پنج

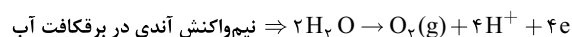
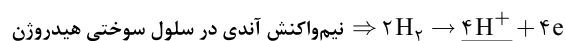
تحلیل سؤال

بررسی عبارت‌ها:

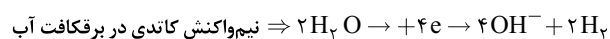
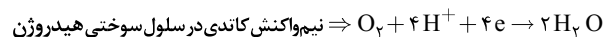
- عبارت اول: درست. در هر دو نوع سلول (گالوانی یا الکترولیتی) جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی، از آند به کاتد است.
- عبارت دوم: نادرست. با توجه به واکنش‌های زیر می‌بینید که این دو واکنش عکس هم هستند.



- عبارت سوم: درست. نیم‌واکنش آندی انجام‌شده در دو سلول به صورت زیر است. می‌دانید که در محیط اسیدی، کاغذ pH به رنگ قرمز درمی‌آید.



عبارت چهارم: درست.

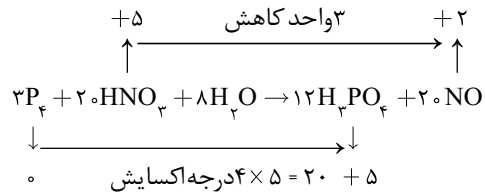


- عبارت پنجم: نادرست. با توجه به واکنش‌های مطرح‌شده در توضیح عبارت چهارم، این عبارت نادرست است. (واکنش‌ها کاملاً متفاوت هستند.)

پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴



یادداشت



بررسی عبارت‌ها:

$$\frac{c}{b} = \frac{a}{x} = 0/4 \text{ درست.}$$

عبارت دوم: درست. منظور، نیتروژن موجود در یون نیترات (NO_3^-) است. عدد اکسایش N طی واکنش، کاهش یافته،

بنابراین یون نیترات، اکسند است.

عبارت سوم: درست. عدد اکسایش همه اکسیژن‌ها، ۲- است.

عبارت چهارم: درست. HNO_3 و NO ...

عبارت پنجم: نادرست. تغییر عدد اکسایش P_4 برابر ۲۰ و در HNO_3 ، ۳ واحد است.

اختلاف آنها ۱۷ است که با ضریب هیچ یک از واکنش دهنده‌ها برابر نیست.

پاسخ تست ۱ ۲ ۳ ۴

ضمیمه شماره (۱)

ضمیمه شماره (۲)

ضمیمه شماره (۳)

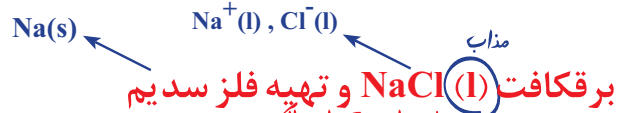
ضمیمه شماره (۴)

ضمیمه شماره (۵)

می‌توانند هم چندس باشند.

دریافتید که در سلول الکترولیتی، دو الکتروود درون یک الکترولیت قرار دارند، الکترودهایی که اغلب گرافیتی هستند. در این سلول‌ها، کاتد الکتروودی است که به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است و الکترولیت محتوی یون‌هایی است که آزادانه جابه‌جا می‌شوند. در واقع الکترولیت، یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است. هنگامی که به این سلول ولتاژ معینی اعمال شود، یون‌ها به سوی الکتروود با بار ناهمنام حرکت می‌کنند. به طوری که کاتیون‌ها به سوی کاتد و آنیون‌ها به سوی آند روانه می‌شوند تا به سطح الکتروودها برسند و در نیم واکنش اکسایش و کاهش شرکت کنند.

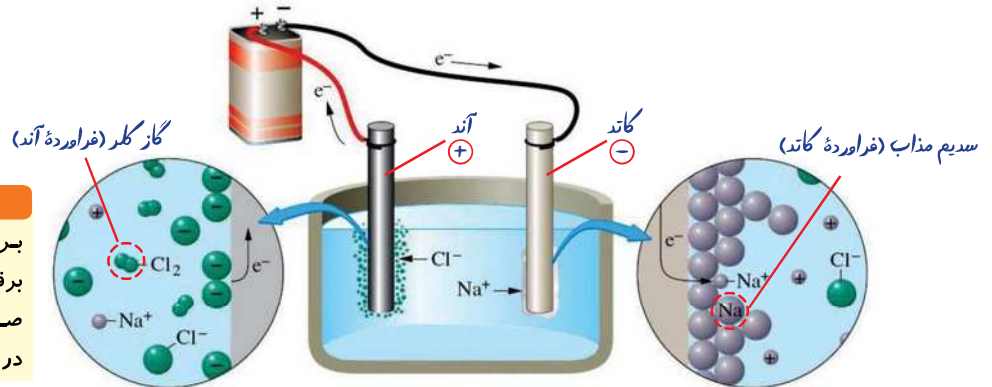
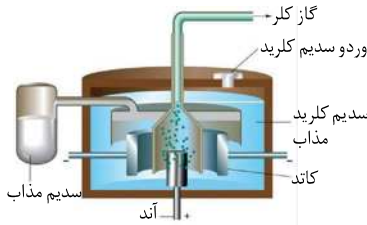
محل انجام واکنش‌های اکسایش و کاهش



آیا می‌دانید

سلول دانز یک سلول الکترولیتی است که در صنعت برای تهیه فلز سدیم به کار می‌رود. در این سلول، برقکافت سدیم کلرید مذاب انجام می‌شود.

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



نکته
برای تهیه فلزات گروه ۱ و ۲ و آلومینیوم باید از برقکافت نمک مذاب آنها استفاده شود، زیرا در صورت وجود آب، یون‌های این عناصر نمی‌توانند در کاتد موفق به کاهش یافتن شوند.

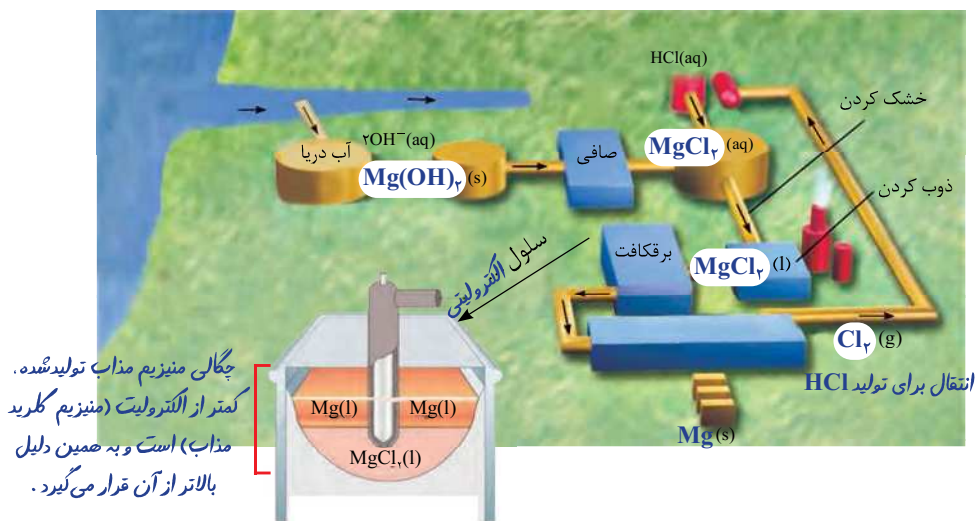
• سدیم کلرید خالص در $801^\circ C$ ذوب می‌شود. افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن، دمای ذوب را تا حدود $587^\circ C$ پایین می‌آورد. این کار از نظر اقتصادی چه مزیتی دارد؟

به چنین ماده‌ای کمک‌ذوب می‌گوییم.

شکل ۱۲- برقکافت سدیم کلرید مذاب، با نوشتن نیم‌واکنش‌ها، معادله واکنش کلی را برای آن به دست آورید.
 $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$: نیم‌واکنش آندی
 $Na^+(l) + e^- \rightarrow Na(l)$: نیم‌واکنش کاتیدی
از آنجا که دیگر فلزهای فعال نیز کاهنده‌های قوی هستند، باید آنها را همانند سدیم از برقکافت نمک مذاب آنها تهیه کرد. برای نمونه فلز منیزیم را در صنعت از برقکافت منیزیم کلرید مذاب تهیه می‌کنند.

خود را بیازمایید

شکل صفحه بعد مراحل تهیه فلز منیزیم را از آب دریا نشان می‌دهد. جاهای خالی را پر کرده و درباره این روش در کلاس گفت‌وگو کنید.



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

خوردگی، یک واکنش اکسایش - کاهش ناخواسته

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

از آنجا که آهن پر مصرف‌ترین فلز در جهان است، خوردگی آن خسارت‌های هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند به طوری که سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده شده مصرف می‌شود. البته بسته به محیط و آکنش این مقادیر متفاوت هستند. در جدول پایین‌تر از $(SHE)H_2$ قرار دارند. پتانسیل کاهش اغلب فلزها منفی بوده اما پتانسیل کاهش اکسیژن مثبت است. با این توصیف اکسیژن به عنوان اکسنده تمایل دارد با گرفتن الکترون از فلزها، آنها را اکسید کند. هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند، یک واکنش اکسایش - کاهش انجام



ظرف نقره‌ای در اثر انجام واکنش اکسایش - کاهش کدر می‌شود.



ظرف نقره‌ای که در اثر انجام واکنش اکسایش - کاهش، جلا می‌یابد. مثلا Al اکسید می‌شود ولی فرو نمی‌ریزد (بر خلاف آهن)

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

تشکیل یک سلول گالوانی در محل اکسایش آهن

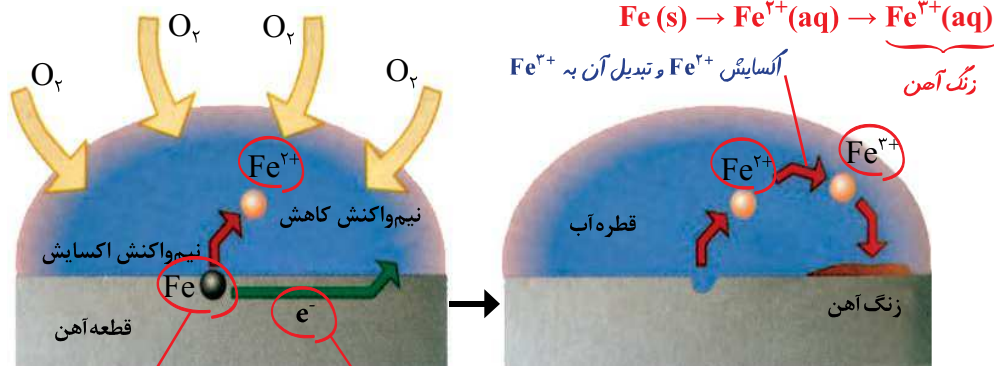
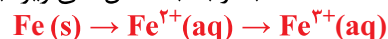
می شود. واکنشی که به طور طبیعی باعث اکسایش آهن می شود و از زیبایی و استحکام آن می کاهد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- نمونه ای از زنگ زدن آهن، بدنه آهنی کشتی در مجاورت هوا و رطوبت قرار گرفته و بر سطح آن زنگ آهن تشکیل شده است. فرایندی که باعث خوردگی می شود.

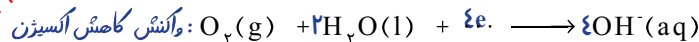
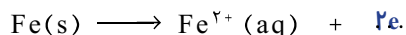
با هم ببیندیشیم

۱- با توجه به شکل های زیر، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



(آ) چگونگی تشکیل زنگ آهن را توصیف کنید.
(ب) هر یک از نیم واکنش های زیر را موازنه کنید.

محیط خنثی

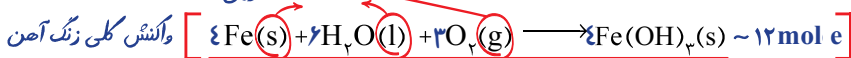


(پ) با توجه به اینکه زنگ آهن حاوی یون آهن (III) است، نیم واکنش اکسایش یون آهن (II) مقدار E° این واکنش را با E° واکنش کاهش اکسیژن در محیط اسیدی (سلول سوختی) مقایسه کنید.



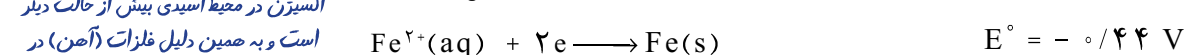
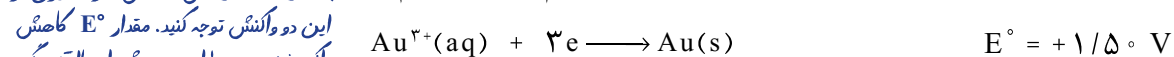
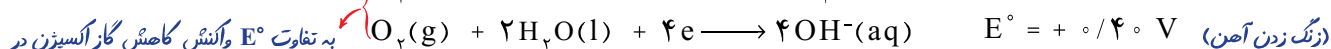
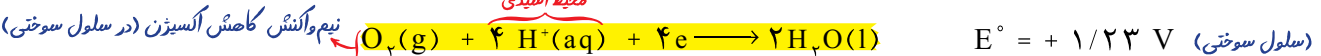
(ت) فرآورده نهایی خوردگی، زنگ آهن است. اگر فرمول شیمیایی آن را $\text{Fe}(\text{OH})_x$ در نظر

بگیریم، معادله واکنش زیر را به روش وارسی موازنه کنید. *سه حالت فیزیکی*



مجموع ضرایب: ۱۷

۲- با توجه به نیم واکنش های زیر توضیح دهید چرا:



(آ) خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می دهد؟ (با توجه به E° نیم واکنش اول)

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

می ماند؟ (توجه کنید که $E^\circ(\text{Au}^{3+} / \text{Au(s)})$ مقدار مثبت تری نسبت به E° گاز اکسیژن است).

آیا می دانید

فرمول شیمیایی $4\text{Fe}(\text{OH})_3$ را به شکل $(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})_2$ نیز نشان می دهند و با نام آهن (III) اکسید آبیوشیده خوانده می شود.

نیم واکنش کاهش اکسیژن (در سلول سوختی)

به تفاوت E° واکنش کاهش گاز اکسیژن در

این دو واکنش توجه کنید. مقدار E° کاهش

اکسیژن در محیط اسیدی بیش از حالت دیگر

است و به همین دلیل فلزات (آهن) در

محیط اسیدی با شدت بیشتری اکسید می شوند.

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

پیوند با صنعت

فداکاری فلزها برای حفاظت آهن

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

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2.37 \text{ V}$$

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



(ب) کاربرد حفاظت کاتدی فلز آهن توسط منیزیم



(ا)

شکل ۱۴- حفاظت از آهن با منیزیم، (ا) بدنه کشتی (ب) لوله‌های نفتی

به این روش حفاظت کاتدی گفته می‌شود و اساس آن اتصال یک فلز کاهنده‌تر (E° منفی‌تر) به فلز مورد نظر (معمولاً آهن) است تا از این طریق فلز مورد نظر از اکسایش در امان بماند.

تست

با توجه به فرایند زنگ زدن آهن در هوای مرطوب، نقش‌های آب درآین و اکسایش کدام‌اند؟

- (۱) اکسنده، حلال
- (۲) کاهنده، حلال
- (۳) الکترولیت، واکنش‌دهنده
- (۴) الکترولیت، اکسنده

پاسخ: گزینه (۳)



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

کاهنده‌تر از آهن