بسم الله الرحمن الرحیم

آسایش و رفاه در سایه شیمی

مهندس سید سعید جدی

آموزش مفهومی شیمی

پاسخهای کلیدی تشریحی

کوله‌پشتی
انتشارات کوله‌پشتی

سرشناسه : جدی ، سید سعید ، ۱۳۵۳
عنوان و نام پدیدآور : الفبای شیمی : آسایش و رفاه در سایه شیمی : آموزش دقیق مفاهیم / سعید جدی
مشخصات نشر : تهران : کوله پشتی ، ۱۳۹۳
مشخصات ظاهری : ۱۲۸ ص : مصور ؛ ۲۲ × ۲۹ س.م
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۱۷-۳۶-۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
موضوع : شیمی — آزمون‌ها و تمرین‌ها (متوسطه)
موضوع : شیمی — مسائل و تمرین‌ها و غیره
موضوع : دانشگاه‌ها و مدارس عالی — ایران — آزمون‌ها
رده بندی کنگره : ۱۳۹۳ ۲ الف ۳۶ ج / ۲۶ / ۳۰۶۰ LB
رده بندی دیویی : ۳۷۳ / ۲۳۸۰۷۶
شماره کتابشناسی ملی : ۳۶۰۲۷۲۳

نام کتاب : الفبای شیمی : آسایش و رفاه در سایه شیمی
مؤلف : مهندس سید سعید جدی
صفحه‌آرا : زهرا صالحی
لیتوگرافی : باران
صحافی و چاپ : سپه
نوبت چاپ : اول ۱۳۹۷
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
ناظر چاپ : عباس مرادی
قیمت : ۳۵۰۰۰ تومان
ناشر : انتشارات کوله‌پشتی
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۱۷-۳۶-۸

حق چاپ برای انتشارت کوله پشتی محفوظ است

ارتباط مستقیم با انتشارات : ۳۳۶۳۵۷۹۷ - ۳۳۳۹۳۹۹۹ - ۰۲۱

مراکز پخش

فؤاد نوین	۶۶۴۰۰۹۰۰
محمدی	۶۶۹۶۵۰۱۲
مهرگان	۶۶۴۹۶۹۴۹
راهیان دانش	۶۶۴۹۲۰۳۷
بورس بهزاد	۶۶۹۵۵۲۱۳
باستان	۶۶۴۰۱۶۲۲
کتاب صبا	۶۶۹۷۱۰۰۰
پدیده	۶۶۹۷۲۰۰۰
همراه	۶۶۹۷۵۶۶۵
توزیع تهران	۶۶۹۶۰۷۳۲
گیتامهر	۶۶۴۰۳۰۳۰
مفاخر	۶۶۴۱۹۳۵۳
مشاهیر	۶۶۵۹۴۵۹۲
ایرانیان	۶۶۴۸۸۳۸۸
خوارزمی (شیراز)	۳۶۴۷۳۷۷۱
لیانی (مشهد)	۳۸۵۱۴۳۴۲
دنیای خرد (شیراز)	۳۲۳۳۵۱۶۹

تقدیم به پدر فداکار و مادر مهربانم

سلام و درود

بیا تا گل برافشانیم و می در ساغر اندازیم
فلک را سقف بشکافیم و طرحی نو دراندازیم

فصل دوم شیمی دوازدهم

این فصل همان فصل الکتروشیمی کتاب پیش دانشگاهی سابق است.

فصلی دوست داشتنی با مطالب مهم و پر کاربرد در زندگی که برای دانش آموزان درک آن آسان است.

خوشبختانه از این فصل تست های فراوانی در کنکورهای سال های گذشته وجود دارد و شاید کمی متفاوت سوالات تغییر کرده باشد...

سپاسگزاری

فقط چند تا سپاس‌گزاری می‌مونه :

مهندس عباس مرادی و سرکار خانم الهام جلالیان به‌خاطر راهنمایی‌ها و پیگیری‌هایشان که اگر نبودند الفباهای شیمی آماده نمی‌شدند.

یاران خوب زندگی‌ام ، همسر صبورم و دختر نازنینم

دوستان عزیز و گرانقدر مهندس علی سلطانی ، مهندس علیرضا عظیمی‌فر و مهندس اشکان کلانتری به‌خاطر همفکری‌های بسیارشون.

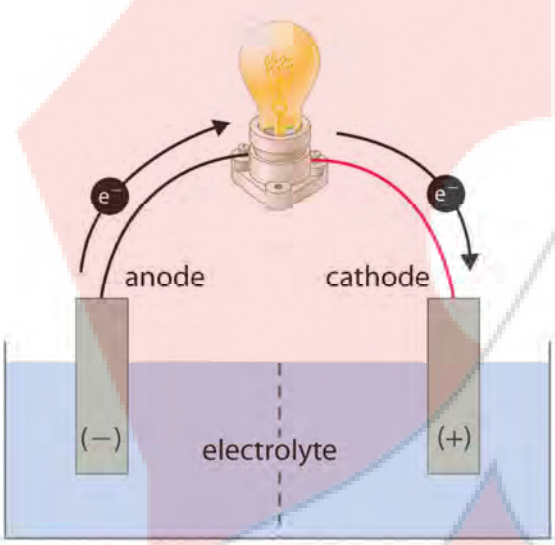
دانش‌پژوهان دقیق و با پشتکارم حدیث رضازاده ، خشایار بدیعی ، علیرضا عباسی ، مریم شفیع ، سمانه عاشوری که چندین بار کتاب را بازخوانی کردند.

فهرست

آشنایی با الکتروشیمی	۶
تعریف اکسایش - کاهش	۸
تعریف عدد اکسایش و نکات آن	۱۰
تمرین‌های موازنه	۱۲
بررسی واکنش سوختن منیزیم	۱۶
تعیین عدد اکسایش کربن در ترکیب‌های آلی	۲۵
آزمون اول	۲۸
رقابت فلزات برای اکسید شدن	۳۱
مفهوم E°	۳۵
سلول گالوانی	۳۷
نیروی الکتروموتوری	۴۲
جدول پتانسیل کاهش استاندارد	۴۹
پیشگویی انجام‌پذیر بودن یا انجام‌ناپذیر بودن واکنش‌ها	۵۳
نکات جدول پتانسیل کاهشی	۵۴
آزمون دوم	۶۰
انواع سلول‌های شیمیایی	۶۵
خوردگی آهن	۶۶
فداکاری فلزها برای محافظت از آهن	۶۷
حلبی	۶۸
نگهداری محلول‌ها در ظروف فلزی	۶۹
برقکافت آب	۷۳
سلول دانز	۷۷
تهیه‌ی فلز منیزیم از آب دریا	۷۸
استخراج آلومینیم	۸۲
آبکاری	۸۴
لیتیم	۸۹
شیمی و زندگی	۹۰
تاریخچه‌ی سلول‌های سوختی	۹۱
سلول هیدروژن - اکسیژن	۹۴
مقایسه‌ی دو روش متفاوت تولید برق	۹۶
مقایسه سلول سوختی ، باتری و موتور درون‌سازی	۹۷
الکترولیز محلول‌ها	۱۰۳
سلول سوختی متان – هیدروژن	۱۰۹
واکنش‌های مهم اکسایش – کاهش	۱۱۰
آزمون سوم	۱۱۲

زندگی صفحه یکتای هنرمندی ماست
هر کسی نغمه‌ی خود خواند و از صفحه رود
صفحه پیوسته به جاست
خرم آن نغمه که مردم بسپارند به یاد

آسایش و رفاه در سایه شیمی



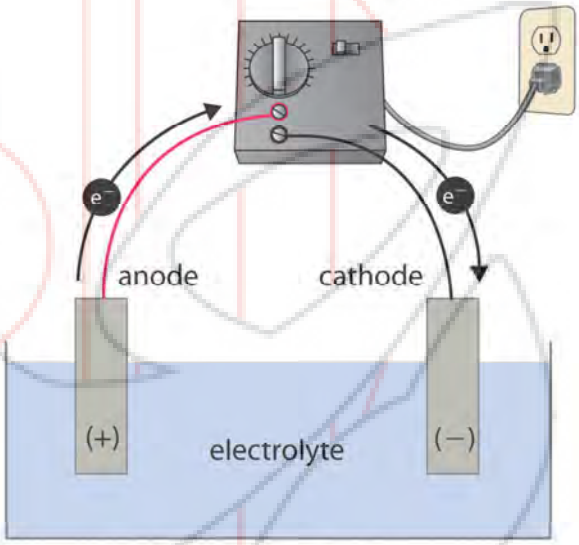
GALVANIC CELL

Energy released by spontaneous redox reaction is converted to electrical energy.

Oxidation half-reaction:
$Y \rightarrow Y^+ + e^-$

Reduction half-reaction:
$Z + e^- \rightarrow Z^-$

Overall cell reaction:
$Y + Z \rightarrow Y^+ + Z^-$ $(G < 0)$



ELECTROLYTIC CELL

Electrical energy is used to drive nonspontaneous redox reaction.

Oxidation half-reaction:
$Z^- \rightarrow Z + e^-$

Reduction half-reaction:
$Y^+ + e^- \rightarrow Y$

Overall cell reaction:
$Y^+ + Z^- \rightarrow Y + Z$ $(G > 0)$

آشنایی با الکتروشیمی

- انرژی الکتریکی پرکاربردترین شکل انرژی در زندگی امروزی است. انتقال پیام‌های عصبی ، صنایع الکترونیک ، حمل و نقل ، مهندسی پزشکی ، روشنایی خانه‌ها و ... همگی به انرژی الکتریکی وابسته هستند. از این رو همه‌ی کشورهای جهان تلاش می‌کنند ، راه‌هایی برای تولید انرژی الکتریکی ارزان و پاک بیابند. امروزه بخش عمده‌ی انرژی الکتریکی از انجام واکنش‌های شیمیایی که با داد و ستد الکترون همراه هستند، تامین می‌شود.
- الکتروشیمی شاخه‌ای از علم شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش به سزایی دارد.

دو رکن اساسی در تحقق فناوری
- دستیابی به مواد مناسب
- تأمین انرژی

- پر کاربردترین شکل انرژی در فناوری‌های پیشرفته برای افزایش سطح رفاه و آسایش ، انرژی الکتریکی است.

سه قلمرو مهم الکتروشیمی
- تأمین انرژی (باتری‌ها ، سلول سوختی و سوخت آن‌ها)
- تولید مواد (مانند برقکافت و آبکاری)
- اندازه‌گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فرآورده)

کاربردهای الکتروشیمی

۱) مطالعه‌ی شیمی باتری ها ← چگونگی تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی

۲) برقکافت ← شکافتن یا تجزیه‌ی یک ماده به وسیله‌ی جریان برق

۳) آبکاری ← پوشش دادن یک فلز توسط یک فلز دیگر

۴) جلوگیری از خوردگی و زنگ زدن فلزها ← یکی از چالش بر انگیز ترین مسایل امروز جوامع صنعتی

۵) شناخت واکنش‌های اکسایش – کاهش ← واکنش‌هایی که با انتقال یک یا چند الکترون همراه هستند.

تست ۱ : مطلب کدام گزینه درست نیست؟

۱) واکنش‌های شامل داد و ستد الکترون ، مبنای تولید انرژی الکتریکی هستند.

۲) رشد دانش و پیشرفت فناوری ، انجام فعالیت‌های فردی ، اقتصادی ، صنعتی و... را پیچیده‌تر و دشوارتر کرده است.

۳) پدیده‌های طبیعی همچون تندر و آذرخش نشان می‌دهند که میان سامانه‌ی واکنش و محیط ، انرژی الکتریکی مبادله می‌شود.

۴) الکتروشیمی افزون بر تهیه‌ی مواد جدید به کمک انرژی الکتریکی می‌تواند در راستای پیاده کردن اصول شیمی سبز نیز گام بردارد.

پاسخ :

تست ۲ : با توجه به شکل‌های روبه‌رو کدام گزینه نادرست است؟

۱) استفاده از الکتروشیمی می‌تواند منجر به افزایش سرعت و ایمنی حمل و نقل در زندگی شود.

۲) با استفاده از فناوری‌هایی که الکتروشیمی در اختیار ما قرار داده می‌توان نقص عضو را درمان یا اثر آن را کاهش داد.

۳) الکتروشیمی به ما کمک می‌کند تا آب آشامیدنی را ایمن‌تر منتقل نماییم.

۴) با استفاده از دانش الکتروشیمی ، تأمین روشنایی ، گرمایش و سرمایش ، برای انسان آسان‌تر شده است.

پاسخ :

تست ۳ : کدام مورد از مطالب زیر درست هستند؟

آ) دو رکن اساسی در تحقق فناوری‌ها ، دستیابی به مخواد مناسب و تأمین انرژی است.

ب) پر کاربردترین شکل انرژی در به کارگیری فناوری‌ها ، انرژی الکتریکی است.

پ) الکتروشیمی شاخه‌ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش به سزایی دارد.

ت) تأمین انرژی ، تولید مواد با فرآیند آبکافت و اندازه‌گیری و کنترل کیفی از جمله قلمروهای الکتروشیمی می‌باشند.

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

پاسخ :

تعریف‌های اکسایش–کاهش

بسیاری از پدیده‌های پیرامون ما نتیجه‌ی یک واکنش اکسایش – کاهش است.

برای نمونه (واکنش‌ها و پدیده‌های مطلوب مربوط به اکسایش – کاهش) :

۱– سوخت و ساز سلولی در بدن جانداران

۲– فوتوسنتز در گیاهان

۳– استخراج هر فلز از سنگ معدن آن

واکنش‌ها و پدیده‌های نامطلوب و ناخواسته مربوط به اکسایش – کاهش :

۱– فساد خوراکی‌ها

۲– سیاه شدن وسایل نقره‌ای

۳– زنگ زدن بدنه آهنی پل‌ها و کشتی‌ها

تعریف‌های اکسایش و کاهش

۱) اکسایش به معنی **گرفتن** ..... و کاهش به معنی از دست دادن ..... است.

۲) اکسایش به معنی **از دست دادن** ..... و کاهش به معنی گرفتن ..... است.

۳) اکسایش به معنی **از دست دادن** ..... و کاهش به معنی گرفتن ..... است.

تذکر: *تعریف اکسایش – کاهش بر مبنای الکترون ، **کامل‌ترین و بهترین** تعریف است .*

اکسنده و کاهنده

اکسنده ماده‌ای است که
- با گرفتن الکترون از گونه‌های دیگر کاهش می‌یابد.
- گونه‌های دیگر را اکسید می‌کند.
- فرآیند اکسایش به وسیله‌ی آن انجام می‌شود.

کاهنده ماده‌ای است که
- با دادن الکترون به گونه‌های دیگر اکسایش می‌یابد.
- گونه‌های دیگر را کاهش می‌دهد.
- فرآیند کاهش به وسیله‌ی آن انجام می‌شود.

جمع‌بندی
- ماده‌ای که کاهش می‌یابد ، اکسنده است
- ماده‌ای که اکسایش می‌یابد ، کاهنده است.

کربن ..... گرفته و ..... داده ، پس ..... شده است .

گوگرد ..... گرفته پس ..... شده است .

نیتروژن ..... از دست داده پس ..... یافته است .

آهن ..... از دست داده پس ..... شده است .

نیتروژن ..... از دست داده پس ..... شده است .

$CH_4 \longrightarrow CH_2O$

$SO_2 \longrightarrow SO_3$

$NO_2 \longrightarrow NO$

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$

$NH_3 \longrightarrow N_2$

تست ۴ : در کدام تبدیل ، فرآیند کاهش صورت گرفته است ؟

۱) $Br^- \longrightarrow Br_2$ ۲) $O_2 \longrightarrow O^{2-}$ ۳) $Fe \longrightarrow Fe^{2+}$ ۴) $CH_4 \longrightarrow C$

پاسخ :

تست ۵ : تبدیل SiH_4 به SiO_2 فرآیندی از نوع ... و تبدیل CO به CO_2 فرآیندی از نوع ... است .

۱) اکسایش – اکسایش ۲) کاهش – کاهش ۳) کاهش – اکسایش ۴) اکسایش – کاهش

پاسخ :

تست ۶ : همه‌ی عبارت‌های زیر درست بیان شده‌اند ، به‌جز...

۱) یکی از راه‌های بهره‌گیری از انرژی ذخیره شده در فلزها ، اتصال آن‌ها در شرایط مناسب به یکدیگر است.

۲) شکل روبه‌رو ، مثال ساده‌ای از یک باتری می‌باشد که می‌توان با آن یک لامپ LED را روشن کرد.

۳) چراغ خورشیدی یک ابزار روشنایی است که از لامپ LED ، سلول خورشیدی و باتری‌های غیر قابل شارژ تشکیل شده است.

۴) باتری مولدی است که در آن واکنش‌های شیمیایی رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد ، به انرژی الکتریکی تبدیل شود.

تست ۷ : با کدام کلمات زیر ، عبارت زیر درست می‌شود ؟

« ..... هیدروژن یعنی ..... و ..... الکترون یعنی ..... است .

۱) ترکیب شدن با – اکسایش – از دست دادن – کاهش ۲) ترکیب شدن با – کاهش – از دست دادن – کاهش

۳) ترکیب شدن با – کاهش – از دست دادن – اکسایش ۴) ترکیب شدن با – اکسایش – گرفتن – اکسایش

پاسخ :

نکته: واکنش‌هایی که در آن‌ها حداقل یک عنصر کاهش یافته و یک عنصر اکسید می‌شود ، به واکنش‌های اکسایش – کاهش موسومند. عدد اکسایش عنصری که کاهش می‌یابد ، کوچک تر می‌شود . و عدد اکسایش عنصری که اکسید می‌شود بزرگ‌تر می‌شود .

عدد اکسایش : عبارت است از مجموع بارهای نسبت داده شده به یک اتم با فرض یونی بودن پیوندها (انتقال الکترون)

تذکر: *در تمامی ترکیبات پیوندها یونی نیستند و انتقال الکترون همیشه کامل نیست . (فرض محال که محال نیست!)*

نکات پیرامون عدد اکسایش (این نکته‌ها در فصل الکتروشیمی از نان شب هم واجب‌تره)

۱) عدد اکسایش عنصرها در حالت آزاد صفر می‌باشد .

۲) عدد اکسایش فلزهای قلیایی (گروه اول) همیشه در ترکیبات ..... است .

۳) عدد اکسایش فلزهای قلیایی خاکی (گروه دوم) همیشه در ترکیبات ..... است .

۴) عدد اکسایش Al همیشه در ترکیبات ..... است .

۵) عدد اکسایش سایر عنصرهای گروه (IIIA) سیزدهم (به جز Al) می‌تواند ..... یا ..... باشد .

۶) عدد اکسایش فلوئور در ترکیبات همیشه ..... است .

۷) عنصرهای گروه‌های ۱۴ ، ۱۵ ، ۱۶ ، ۱۷ (به جز F) دارای اعداد اکسایش ..... هستند .

۸) اعداد اکسایش اکسیژن
- در اکسیدها (.....)
- در پراکسیدها (.....)
- در سوپر اکسیدها (.....)
- در O_2F_2 (.....)
- در OF_2 (.....)

۹) اعداد اکسایش هیدروژن
- در اغلب ترکیبات ..... است .
- در ترکیب با فلزها ..... است .

۱۰) عنصرها در ترکیب با اکسیژن با بزرگ‌ترین عدد اکسایش خود تولید اکسید می‌نمایند .(به جز F و O)

شماره گروه اصلی عنصر = بزرگترین عدد اکسایش

۱۱) عنصرهای گروه اول و دوم و سوم اصلی (سیزدهم) با همان عدد اکسایشی که با اکسیژن تولید اکسید می‌نمایند ، با هیدروژن تولید هیدرید می‌نمایند .

ولی عنصرهای گروه ۴ ، ۵ ، ۶ ، ۷ اصلی (۱۴ ، ۱۵ ، ۱۶ ، ۱۷) با کوچک‌ترین عدد اکسایش خود با هیدروژن تولید هیدرید می‌نمایند .

۸ - شماره گروه اصلی عنصر = کوچک‌ترین عدد اکسایش

گروه / فرمول	اول	دوم	سیزدهم	چهاردهم	پانزدهم	شانزدهم	هفدهم	هجدهم
	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
فرمول اکسید	M_2O	MO	M_2O_3	MO_2	M_2O_5	MO_3	M_2O_7	-
فرمول هیدرید	MH	MH_2	MH_3	MH_4	$\ddot{M}H_3$	$H_2\ddot{M}:$	$H\ddot{M}:$	-

۱۲) مجموع اعداد اکسایش اتم‌ها در یک مولکول چند اتمی ..... است .

$MnO_2 \Rightarrow$ و $Cl_2O_7 \Rightarrow$

۱۳) عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر ..... است . $S^{2-} \longrightarrow$ $Al^{3+} \longrightarrow$

۱۴) مجموع اعداد اکسایش اتم‌ها در یک یون چند اتمی برابر با ..... است .

$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow \Rightarrow Cr =$

$NH_4^+ \longrightarrow \Rightarrow N =$

نکته مهم: در مورد نمک‌ها چه کار کنیم؟

۱۵) هالوژن‌ها در ترکیب با عنصر سایر گروه‌ها (به جز اکسیژن) با کوچک‌ترین عدد اکسایش خود در ترکیب شرکت می‌کند .

$CCl_4 \longrightarrow \Rightarrow C = \cdots$

$Fe_3O_4 \longrightarrow \Rightarrow Fe = \cdots$

۱۶) عدد اکسایش می‌تواند کسری و اعشاری باشد .

۱۷) اعداد اکسایش عنصرهای واسطه ..... است به جز (Cd , Y , Ag , Zn , Sc)

$Sc = \cdots$, $Zn = \cdots$, $Y = \cdots$, $Cd = \cdots$, $Ag = \cdots$

$Cu\{\quad\}, \{Fe , Co , Ni (\quad , \quad)\}$

۱۸) عدد اکسایش جنبه‌ی فیزیکی ندارد و یعنی وقتی می‌گوییم عدد اکسایش کلر در Cl_2O_7 برابر $+7$ است ، کلر یون هفت بار مثبت تشکیل نمی‌دهد .

۱۹) هر عنصری به بالاترین عدد اکسایش خود برسد ، فقط می‌تواند ..... یابد و فقط نقش ..... دارد و هر عنصری به پایین‌ترین عدد اکسایش خود برسد ، فقط می‌تواند ..... شود و نقش ..... ایفا کند .

S در SO_3 فقط ..... است . $SO_3 \longrightarrow S =$

S در H_2S فقط ..... است . $H_2S \longrightarrow S =$

تذکر: S می‌تواند هم اکسنده هم کاهنده باشد.

تمرین : معادله‌ی واکنش‌های زیر را به روش تنظیم نیم واکنش‌ها موازنه کنید . (شماره ۶ ویژه‌ی عاشقان شیمی است.)

۱) $Al + Sn^{4+} \longrightarrow Sn^{2+} + Al^{3+}$

۲) $Cr^{2+} + I_2 \longrightarrow Cr^{3+} + I^-$

۳) $Sn^{2+} + Ce^{4+} \longrightarrow Ce^{3+} + Sn^{4+}$

۴) $Cl_2(g) + Br^-(aq) \longrightarrow Cl^-(aq) + Br_2(\ell)$

۵) $Sn^{2+} + Fe^{3+} \longrightarrow Fe^{2+} + Sn^{4+}$

۶) $K_2Cr_2O_7 + HI \longrightarrow KI + CrI_3 + H_2O + I_2$

چگونگی موازنه نیم واکنش‌ها:

۱) تعیین عدد اکسایش

۲) محاسبه تغییر عدد اکسایش

۳) تغییر عدد اکسایش ضریب الکترون می‌شود.

۴) ترتیب موازنه : فلز ، نافلز ، بار ، هیدروژن و در آخر اکسیژن

نکته: *به جان شما دکترها و مهندس‌های آینده در هیچ کتابی این تعداد موازنه اکسایش – کاهش پیدا نخواهید کرد.*

تمرین : **واکنش‌های زیر را بر اساس تغییر عدد اکسایش موازنه کنید .**

۱) $P_4 + OH^- \longrightarrow H_2PO_2^- + e^-$

۲) $IO_3^- + H_2O + e^- \longrightarrow I^- + OH^-$

۳) $Cl_2 + OH^- \longrightarrow ClO_3^- + H_2O + e^-$

۴) $CN^-(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow CNO^-(aq) + H_2O(\ell) + e^-$

تمرین ویژه عاشقان شیمی

واکنش‌های زیر را بر اساس تغییر عدد اکسایش موازنه کنید.

۵) $Cr_2O_3(s) + Na_2CO_3(s) + KNO_3(s) \longrightarrow Na_2CrO_4(s) + CO_2(g) + KNO_2(\ell)$

۶) $NO_2(g) + H_2(g) \longrightarrow NH_3(g) + H_2O(g)$

۷) $FeS_2(s) + O_2(g) \longrightarrow Fe_2O_3(s) + SO_2(g)$

۸) $MnO_4^-(aq) + H_2O(\ell) + e^- \longrightarrow MnO_2(s) + OH^-(aq)$

۹) $MnO_4^-(aq) + Br^-(aq) + H_2O(\ell) \longrightarrow BrO_3^-(aq) + MnO_2(s) + OH^-(aq)$

۱۰) $HI(aq) + HIO_3(aq) \longrightarrow I_2(s) + H_2O(\ell)$

۱۱) $Cr(OH)_3(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow CrO_4^{2-}(aq) + H_2O(\ell) + e^-$

۱۲) $PbS(s) + H_2O_2(aq) \longrightarrow PbSO_4(s) + H_2O(\ell)$

۱۳) $Cl_2(g) + OH^-(aq) \longrightarrow Cl^-(aq) + ClO_3^-(aq) + H_2O(\ell)$

۱۴) $Ag(s) + HNO_3(aq) \longrightarrow Ag^+(aq) + NO_3^-(aq) + NO(aq) + H_2O(\ell)$

۱۵) $MnO(s) + PbO_2(s) + HNO_3(aq) \longrightarrow HMnO_4(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) + H_2O(\ell)$

اکسایش - کاهش و غیر اکسایش - کاهش

✪ در واکنش غیر اکسایش - کاهش
- انتقال الکترون از گونه‌ای به گونه‌ی دیگر صورت نمی‌پذیرد.
- بار الکتریکی گونه‌ها تغییر نمی‌کند.
- آرایش الکترونی گونه‌ها تغییر نمی‌کند.
- عدد اکسایش گونه‌ها تغییر نمی‌کند.
- نمی‌توان از آن برای تولید جریان الکتریسیته استفاده کرد.

مثال : در واکنش پتاسیم هیدروکسید با هیدروکلریک اسید ، فقط جای یون‌ها با هم عوض می‌شود و با انتقال الکترون همراه نیست و یک واکنش غیر اکسایش - کاهش است.

$$KOH(aq) + HCl(aq) \longrightarrow KCl(aq) + H_2O(\ell)$$ (واکنش غیر اکسایش - کاهش)

✪ در واکنش اکسایش - کاهش
- انتقال کلی یا جزئی الکترون از گونه‌ای به گونه دیگر صورت می‌پذیرد.
- بار الکتریکی یک یا چند گونه تغییر می‌کند.
- آرایش الکترونی یک یا چند گونه تغییر می‌کند.
- عدد اکسایش یک یا چند گونه تغییر می‌کند.
- می‌توان از الکترون مبادله شده برای تولید جریان الکتریسیته استفاده کرد.

مثال : واکنش فلز پتاسیم با گاز کلر همراه با انتقال الکترون از پتاسیم به کلر بوده و یک واکنش اکسایش - کاهش است.

$$\overset{\overset{2e^-}{\longrightarrow}}{2K(s)} + Cl_2(g) \longrightarrow (2K^+ , 2Cl^-)(s)$$ (واکنش اکسایش - کاهش)

نکته : از الکترون مبادله شده در واکنش‌های اکسایش - کاهش می‌توان برای تولید جریان الکتریسیته استفاده کرد. از این رو آگاهی از چگونگی انجام واکنش‌های اکسایش - کاهش می‌تواند راهکار مناسبی برای رفع چالش کمبود انرژی ارائه دهد. ضمنا امروزه بخش عمده‌ی انرژی الکتریکی از انجام واکنش‌های شیمیایی اکسایش - کاهش تامین می‌شود.

✪ بررسی واکنش سوختن منیزیم

اتم‌های فلزی با اکسیژن واکنش داده و اکسیدهای فلزی را ایجاد می‌کنند. وقتی اکسید فلزی تشکیل می‌شود ، گرما آزاد شده و گاهی اوقات نوری شدید ایجاد می‌شود. در ادامه ، واکنش سوختن منیزیم را که نمونه‌ای از این واکنش‌ها است ، بررسی می‌کنیم.

✪ منیزیم و نور خیره کننده

۱- منیزیم (Mg) که فلزی است از گروه دوم و دوره‌ی سوم جدول دوره‌ای ، طبق معادله‌ی زیر با نور خیره کننده‌ای در اکسیژن (O_2) می‌سوزد و به منیزیم اکسید (MgO) تبدیل می‌شود.

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

۲- در گذشته برای عکاسی از سوختن Mg به عنوان منبع نور استفاده می‌شد.

تمرین : واکنش فوق را به‌طور کامل آنالیز کنید.

✪ شمار الکترون‌های مبادله شده در یک واکنش

در یک واکنش اکسایش – کاهش می‌توانیم تعداد الکترون‌های مبادله شده در واکنش را طبق یکی از فرمول‌های زیر تعیین کنیم :

۱- برای تعیین تعداد الکترون‌های مبادله‌شده می‌توان از گونه‌ی اکسایش یافته استفاده کرد :

ضریب گونه‌ی اکسایش یافته × زیروند گونه‌ی اکسایش یافته × میزان اکسایش گونه‌ی اکسایش یافته = تعداد الکترون‌های مبادله شده در یک واکنش اکسایش – کاهش

۲- برای تعیین تعداد الکترون‌های مبادله شده می‌توان از گونه‌ی کاهش یافته نیز استفاده کرد :

ضریب گونه‌ی کاهش یافته × زیروند گونه‌ی کاهش یافته × میزان کاهش گونه‌ی کاهش یافته = تعداد الکترون‌های مبادله شده در یک واکنش اکسایش – کاهش

مثال ۱ : تعداد الکترون‌های انتقال یافته به ازای یک مول اکسیژن در واکنش سوختن منیزیم چه‌قدر است؟

تعداد الکترون‌های مبادله شده $= 2 \times 1 \times 2 = 4$

بنابراین تعداد الکترون‌های مبادله شده به ازای ۱ مولکول O_2 برابر ۴ الکترون است ؛ حال باید تعداد الکترون‌های مبادله شده به ازای یک مول O_2 را محاسبه می‌کنیم :

$$\begin{bmatrix} O_2 \text{ یک مولکول} & \longrightarrow & 4e^- \\ O_2 \text{ مولکول} & & (6/02\times10^{23}) \rightarrow x \end{bmatrix} \Rightarrow x = 4 \times (6/02 \times 10^{23})$$

تست ۸ : عدد اکسایش کربن در ترکیب ..... بیش‌تر از ..... و کم‌تر از ..... است.

۱) $CF_4 - CH_2F_2 - CHCl_3$
۲) $CF_4 - CH_3Cl - CH_4$
۳) $CH_4 - CH_2Cl_2 - CH_2F_2$
۴) $CH_2Cl_2 - CHCl_3 - CH_4$

پاسخ :

تست ۹ : عدد اکسایش نیتروژن در کدام ترکیب کمتر است ؟

۱) NO_3^-
۲) NH_4^+
۳) NO_2^+
۴) N_2O

پاسخ :

تست ۱۰ : کدام ماده همیشه کاهنده است ؟

۱) H_2
۲) H_2O_2
۳) K
۴) Cl_2

پاسخ :

تست ۱۱ : عدد اکسایش اتم ..... با عدد اکسایش اتم ..... برابر است.

۱) H در KH - H در HCl
۲) O در OF_2 - Ca در Ca_3N_2
۳) Fe در $Fe(OH)_3$ - S در K_2SO_3
۴) Mn در $KMnO_4$ - Mn در $BaMnO_4$

پاسخ :

تست ۱۲ : اتم نیتروژن در کدام دو ترکیب ، به ترتیب (از راست به چپ) بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد اکسایش را دارد؟ (شبیه سازی سراسری ریاضی ۹۰)

۱) $N_2O - N_2O_5$
۲) $KNO_2 - HNO_3$
۳) $NH_4OH - KNO_3$
۴) $NO - NH_4Br$

پاسخ :

تست ۱۳ : عدد اکسایش اتم مرکزی در کدام دو ترکیب برابر است ؟

۱) $POCl_3$ و SO_2Cl_2
۲) $NaMnO_4$ و $BaMnO_4$
۳) ClO_4^- و CrO_4^{2-}
۴) CrO_3 و $H_2S_2O_7$

پاسخ :

تست ۱۴ : در کدام دو ترکیب عدد اکسایش اتم مرکزی نابرابر است ؟ **(سراسری تجربی خارج کشور ۹۲)**

۱) SO_3 و $Na_2S_2O_7$
۲) CrO_3 و $K_2Cr_2O_7$
۳) $NaClO_4$ و Cl_2O_7
۴) P_4O_6 و H_3PO_4

پاسخ :

تست ۱۵ : عدد اکسایش اتم مشخص شده در کدام ترکیب به صفر نزدیک‌تر است؟

۱) اکسیژن در لیتیم پراکسید
۲) نیتروژن در سدیم آزید
۳) کربن در کلسیم کاربید
۴) گوگرد در سولفوریل کلرید

پاسخ :

تست ۱۶ : چند مورد از مطالب زیر درباره‌ی مفهوم‌های اکسایش و کاهش درست است؟

آ) گونه‌ی اکسایش یافته ، الکترون از دست می‌دهد و گونه‌ی کاهش یافته الکترون می‌گیرد.

ب) اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و اکسایش یابند.

پ) واکنش‌های شیمیایی که در آن‌ها انتقال الکترون به‌طور کامل بین گونه‌های واکنش‌دهنده رخ می‌دهد ، واکنش‌های « اکسایش – کاهش» نامیده می‌شوند.

ت) در یک واکنش « اکسایش – کاهش » گونه‌های اکسایش و کاهش یافته ، در اثر انتقال الکترون ، همواره به آرایش هشت‌تایی پایدار گاز نجیب می‌رسند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۱۷ : در واکنش فلز روی با گاز اکسیژن ، فلز روی ..... و گاز اکسیژن ..... می‌یابد. لذا فلز روی ..... و گاز اکسیژن ..... است.

(باهم بیندیشیم صفحه ۴۰ کتاب درسی)

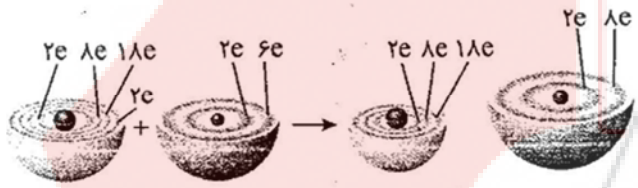
۱) اکسایش – کاهش – کاهنده – اکسنده
۲) اکسایش – کاهش – اکسنده – کاهنده
۳) کاهش – اکسایش – کاهنده – اکسنده
۴) کاهش – اکسایش – اکسنده – کاهنده

پاسخ :

تست ۱۸ : چند مورد از موارد زیر در رابطه با عنصر اکسیژن نادرست است؟

آ) اکسیژن نافلزی است که با اغلب فلزها واکنش می‌دهد و آن‌ها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند.

ب) برخی فلزها مانند طلا ، آهن و پلاتین با اکسیژن واکنش نمی‌دهند.



پ) شکل مقابل الگوی ساده‌ای از واکنش میان عنصر مس $(_{29}Cu)$ و اکسیژن $(_{8}O)$ می‌باشد.

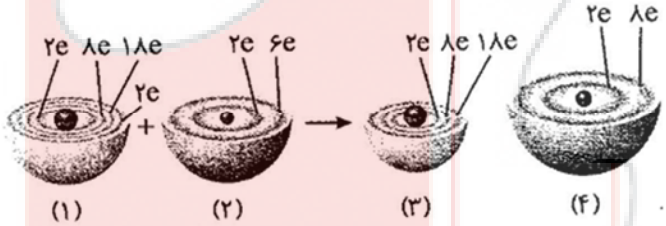
ت) در واکنش اکسیژن با فلزها ، اکسیژن با جذب الکترون به آرایش هشت‌تایی پایدار گاز نجیب هم‌دوره‌ی خود دست می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۱۹ : شکل زیر واکنش میان دو عنصر اکسیژن و روی را نشان می‌دهد. کدام ساختار اتم روی را نشان می‌دهد و کدام گونه الکترون گرفته است؟

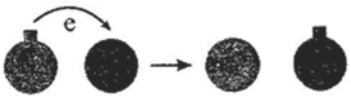
(با هم بیندیشیم صفحه ۴۰ کتاب درسی)



۱) گونه‌ی (۱) – گونه‌ی (۳)
۲) گونه‌ی (۱) – گونه‌ی (۴)
۳) گونه‌ی (۲) – گونه‌ی (۳)
۴) گونه‌ی (۲) – گونه‌ی (۴)

پاسخ :

تست ۲۰ : نقش آهن در کدام یک از واکنش‌های زیر مشابه گوی سمت چپ در شکل زیر است؟



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

۲) $FeCl_2(aq) + F_2(g) \longrightarrow FeF_2(aq) + Cl_2(g)$

۳) $2Fe(s) + O_2(g) \longrightarrow 2FeO(s)$

۴) $3Fe^{3+}(aq) + Sc(s) \longrightarrow 3Fe^{2+}(aq) + Sc^{3+}(aq)$

پاسخ :

تست ۲۱ : چند مورد از موارد زیر ، جاهای خالی در عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کنند؟ (با هم بیندیشیم صفحه ۴۰ کتاب درسی)

« در نیم‌واکنش ..... ، عنصر ..... ، الکترون ..... »

آ) اکسایش – اکسنده – از دست می‌دهد

ب) اکسایش – کاهنده – از دست می‌دهد

پ) کاهش – کاهنده – جذب می‌کند

ت) کاهش – اکسنده – جذب می‌کند

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ :

تست ۲۲ : در کدام واکنش زیر هیدروژن اکسنده است؟

۱) $2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$

۲) $CH_3CHO + H_2 \longrightarrow C_2H_5OH$

۳) $H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$

۴) $CuO + H_2 \longrightarrow H_2O + Cu$

پاسخ :

تست ۲۳ : کدام واکنش زیر از نوع اکسایش – کاهش است ؟

۱) $Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$

۲) $CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2$

۳) $P_4O_{10} + 6H_2O \longrightarrow 4H_3PO_4$

۴) $Fe^{3+} + 3OH^- \longrightarrow Fe(OH)_3$

پاسخ :

تست ۲۴ : در واکنش : $NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3 + NO$ نسبت تغییر عدد اکسایش عنصر اکسنده به عنصر کاهنده کدام است ؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۳}$

پاسخ :

تست ۲۵ : عنصر S در ..... فقط ..... است و در ..... فقط ..... است و در ..... هم اکسنده و کاهنده است.

۱) SO_3 - اکسنده - H_2S - کاهنده - SO_2
۲) SO_3 - کاهنده - SO_2 - اکسنده - H_2S
۳) H_2S - اکسنده - SO_2 - SO_2
۴) SO_2 - اکسنده - SO_3 - کاهنده - H_2S

پاسخ :

تست ۲۶ : مجموع ضریب‌های a , b , c , d , f در نیم واکنش زیر ، پس از موازنه کدام است؟ (تجربی ۹۴)

$$aMn^{2+}(aq) + bH_2O(\ell) \longrightarrow cMnO_2(s) + dH^+(aq) + fe^-$$

۱) ۱۰ ۲) ۱۱ ۳) ۱۲ ۴) ۱۳

پاسخ :

تست ۲۷ : در نیم واکنش : $Mn^{2+}(aq) + cH_2O(\ell) \longrightarrow MnO_4^-(aq) + aH^+(aq) + be^-$ ، ضریب‌های a , b , c به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (تجربی خارج کشور ۹۴)

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

پاسخ :

تست ۲۸ : در کدام ترکیب زیر ، فسفر پایین ترین عدد اکسایش را دارد؟ (المپیاد شیمی)

۱) KH_2PO_3 ۲) KH_2PO_4 ۳) Na_3P ۴) KH_2PO_2

پاسخ :

تست ۲۹ : در ترکیب‌های رو به رو کدام عنصرها عدد اکسایش یکسان ندارند؟ (NaH , OF_2 , S_2Cl_2 , Mg_3N_2 , IBr) (المپیاد شیمی)

۱) Na , S ۲) H , F ۳) O , Mg ۴) Cl , I

پاسخ :

تست ۳۰ : در کدام گزینه عدد اکسایش دو عنصری که در زیر آن‌ها خط کشیده شده ، یکسان است؟ (المپیاد شیمی)

۱) $\underline{O}Cl_2$, $\underline{O}F_2$ ۲) $\underline{N}H_4\underline{N}O_3$ ۳) $\underline{Cl}Br_3$, $\underline{Cl}F_3$ ۴) $\underline{Na}F$, $\underline{Ca}H_2$

پاسخ :

تست ۳۱ : در چه تعداد از گونه‌های شیمیایی شناخته شده‌ی زیر از نیتروژن ، عدد اکسایش نیتروژن مثبت است؟ (المپیاد شیمی)

$NH_3 - N_2H_4 - NH_2OH - N_2 - N_2O - NO - NO_2^- - NO_2 - NO_3^-$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ :

تست ۳۲ : عدد اکسایش اتم گوگرد در $Na_2S_2O_7$ با عدد اکسایش منگنز در کدام ترکیب برابر است؟ (سنجش ۹۱)

۱) MnO_3F ۲) $CaMnO_4$ ۳) MnO_2 ۴) Mn_2O_7

پاسخ :

تست ۳۳ : عدد اکسایش اتم کربن در مولکول فرمیک اسید با عدد اکسایش اکسیژن در کدام ترکیب برابر است؟ (سنجش ۹۲)

۱) CsO_2 ۲) BaO_2 ۳) OF_2 ۴) Cl_2O

پاسخ :

تست ۳۴ : جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول بنزوویک اسید با عدد اکسایش کدام عنصر در ترکیب داده شده برابر است؟ (ریاضی ۹۴)

۱) S در پتاسیم سولفید ۲) C در فرمالدهید ۳) N در نیتریک اسید ۴) Cl در پتاسیم کلرات

پاسخ :

تست ۳۵ : جمع جبری عددهای اکسایش اتم‌های کربن در کدام ترکیب نسبت به هر یک از سه ترکیب دیگر بیش‌تر است؟

۱) اتانول ۲) گلیسیرین ۳) دی متیل اتر ۴) استیک اسید (سنجش ۹۳)

پاسخ :

تست ۳۶ : کدام واکنش از نوع اکسایش - کاهش است و پس از موازنه ، بزرگ‌ترین ضریب استوکیومتری در آن مشاهده می‌شود؟

۱) $SO_2(g) + KMnO_4(aq) + H_2O(\ell) \longrightarrow K_2SO_4(aq) + MnSO_4(aq) + H_2SO_4(aq)$

۲) $Al_2O_3(s) + HF(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaAlF_6(aq) + H_2O(\ell)$

۳) $P_4(s) + KClO_3(s) \longrightarrow P_4O_{10}(s) + KCl(s)$

۴) $NH_3(g) + O_2(g) \longrightarrow NO(g) + H_2O(g)$

پاسخ :

تست ۳۷ : در چند واکنش اکسایش - کاهش زیر ، یک عنصر هم اکسایش می‌یابد و هم کاهش می‌یابد؟

آ) $MnO_2 + +4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O$

ب) $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$

پ) $3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$

ت) $3MnO_2 + KClO_3 + 6KOH \longrightarrow 3K_2MnO_4 + KCl + 3H_2O$

ث) $Cu + 4HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 2H_2O$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ :

تست ۳۸ : در واکنش اکسایش - کاهش : $LiH(s) + H_2O(\ell) \longrightarrow LiOH(aq) + H_2(g)$ (سنجش ۹۲)

۱) اکسیژن ، هم زمان اکسایش یافته است

۲) لیتیم ، اکسایش و هیدروژن کاهش یافته است.

۳) اکسیژن ، نقش اکسنده و هیدروژن نقش کاهنده را دارد.

۴) هیدروژن ، هم زمان اکسایش و کاهش یافته است.

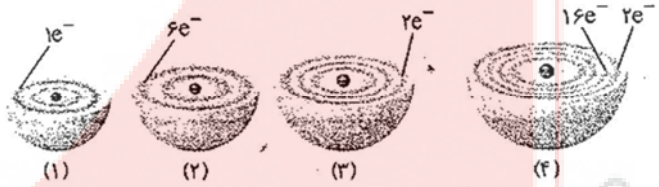
پاسخ :

تست ۳۹ : تعداد الکترون‌های مبادله‌شده برای تشکیل کدام‌یک از ترکیب‌های زیر از عناصر سازنده‌ی آن‌ها ، ۰/۲ برابر تعداد الکترون‌های مبادله شده برای تشکیل ۰/۶ مول منیزیم نیترید است؟

۱) ۰/۴ مول مس (I) اکسید
۲) ۰/۵ مول سدیم کلرید
۳) ۰/۱ مول کلسیم فسفید
۴) ۰/۲۴ مول کروم (III) برمید

پاسخ :

تست ۴۰ : شکل زیر برشی از چهار عنصر را نشان می‌دهد. واکنش میان کدام دو عنصر با داد و ستد الکترون همراه نیست و در اثر واکنش عناصر (۱) و (۲) چند مول الکترون مبادله می‌شود؟



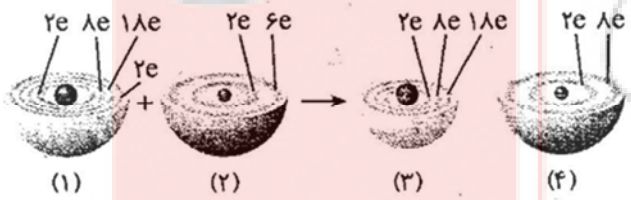
۱) عناصر (۱) و (۲) – ۲
۲) عناصر (۱) و (۳) – ۲
۳) عناصر (۲) و (۳) – ۴
۴) عناصر (۲) و (۴) – ۴

تست ۴۱ : با توجه به نیم‌واکنش داده‌شده ، نوع آن چیست و چند مول الکترون در آن مبادله می‌شود؟

$$MnO_2(s) + H^+(aq) + e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + H_2O(l)$$

۱) اکسایش – ۲
۲) اکسایش – ۴
۳) کاهش – ۲
۴) کاهش – ۴

تست ۴۲ : شکل زیر واکنش میان دو عنصر روی و اکسیژن را نمایش می‌دهد. اگر در این واکنش به جای روی از اسکاندیم استفاده کنیم ، تعداد مول الکترون‌های مبادله شده به ازای تولید یک مول فرآورده چه‌قدر تغییر خواهد کرد؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

تعیین عدد اکسایش کربن در ترکیبات آلی

برای تعیین عدد اکسایش اتم‌ها در یک پیوند یگانه ، به اتم شماره گروه بزرگ‌تر بار ۱− و به اتم شماره گروه کوچک‌تر بار ۱+ نسبت می‌دهیم .

اگر پیوند دو گانه باشد ، بارها را به صورت ۲− و ۲+ و اگر پیوند سه گانه باشد ، بارها را به صورت ۳− و ۳+ در نظر می‌گیریم .

$\overset{0}{C}-\overset{0}{C}$ $\quad$ $\overset{-1}{C}-\overset{+1}{H}$

$\overset{0}{C}=\overset{0}{C}$ $\quad$ $\overset{+2}{C}=\overset{-2}{O}$ $\quad$ $\overset{+2}{C}=\overset{-2}{N}$

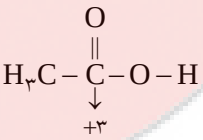
$\overset{0}{C}\equiv\overset{0}{C}$ $\quad$ $\overset{+3}{C}\equiv\overset{-3}{N}$

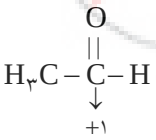
نکته: وضعیت پیوند داتیو چگونه است؟

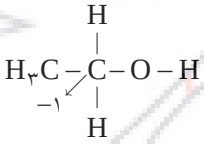
نکته: عدد اکسایش کربن دارای گروه (OH) هیدروکسیل در الکل‌ها برابر ۱− است .

نکته: عدد اکسایش کربن دارای گروه عاملی (کربونیل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) در آلدهیدها برابر ۱+ است .

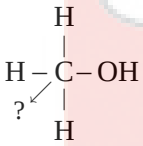
نکته: عدد اکسایش کربن دارای گروه عاملی (کربوکسیل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H$) در کربوکسیلیک اسیدها ۳+ است .



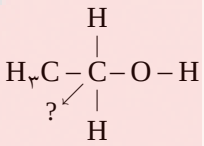




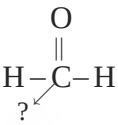
تمرین : اعداد اکسایش کربن‌های خواسته شده را درترکیبات زیر تعیین کنید.



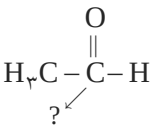
.....



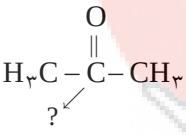
.....



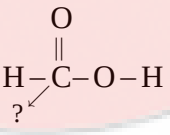
.....



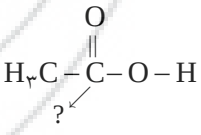
.....



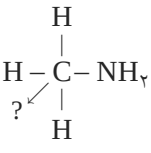
.....



.....



.....



.....

تست ۴۳ : در کدام واکنش ، عدد اکسایش همه‌ی اتم‌ها بدون تغییر می‌ماند؟

۱) $Cl_2(g) + 2NaBr(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + Br_2(\ell)$

۲) $Na_2SO_3(aq) + H_2O_2(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(\ell)$

۳) $MnO_2(s) + 4HCl(aq) \longrightarrow MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + 2H_2O(\ell)$

۴) $Na_2Cr_2O_7(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow 2Na_2CrO_4(aq) + H_2O(\ell)$

پاسخ :

تست ۴۴ : کدام فرآیند جزء واکنش‌های اکسایش – کاهش به شمار نمی‌آید ؟ (سراسری تجربی ۹۰)

۱) حل شدن سدیم در آب

۲) حل شدن $Al_2O_3(s)$ در اسیدها

۳) تجزیه گرمایی پتاسیم کلرات در مجاورت MnO_2

۴) تجزیه هیدروژن پراکسید در مجاورت یون‌های آهن

پاسخ :

تست ۴۵ : واکنش تبدیل کدام دو گونه به یکدیگر از نوع اکسایش – کاهش است و شمار بیش‌تری از الکترون‌ها در آن جا به جا می‌شوند؟ (سراسری ریاضی ۹۲)

۱) یون کرومات به کروم (III) اکسید

۲) سدیم اکسید به سدیم هیدروکسید

۳) یون پراکسید به یون اکسید

۴) گوگرد تری اکسید به سولفوریک اسید

پاسخ :

تست ۴۶ : در میان سه واکنش « اکسایش – کاهش » زیر ، کدام واکنش با دو واکنش دیگر تفاوت دارد و تفاوت در چیست ؟

(سراسری ریاضی ۸۵ و خارج کشور ریاضی ۸۹)

I) $2N_2O(g) \longrightarrow 2N_2(g) + O_2(g)$

II) $2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g)$

III) $2KClO_3(s) \longrightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$

۱) (III) - اتم اکسیژن در آن نقش اکسندگی دارد.

۲) (III) - اتم اکسیژن در آن هم اکسیده شده و هم کاهش یافته است.

۳) (II) - اتم اکسیژن در آن هم نقش اکسنده و هم نقش کاهنده را دارد.

۴) (I) - عدد اکسایش اتم اکسیژن در آن از ۱− به صفر رسیده و کاهش یافته است.

پاسخ :

تست ۴۷ : تغییر عدد اکسایش یک اتم کربن در واکنش سوختن کامل کدام دو ماده با هم برابر است؟ **(تجربی ۹۴)**

۱) اتان و اتین ۲) اتان و بنزن ۳) اتین و اتن ۴) اتین و بنزن

پاسخ :

تست ۴۸ : جمع جبری تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن در معادله‌ی سوختن کامل ۱-پروپانول کدام است؟ **(ریاضی خارج کشور ۹۴)**

۱) ۱۹ ۲) ۱۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۰

پاسخ :

آزمون اول

۱- عدد اکسایش اتم ..... با عدد اکسایش اتم ..... برابر است.

۱) P در $POCl_3$ - S در SO_2Cl_2 ۲) Cr در CrO_3 - S در $H_2S_2O_7$

۳) Mn در $KMnO_4$ - Br در BrF_5^- ۴) O در K_2O_2 - Ag در $AgNO_3$

۲- کدام عنصر واسطه عدد اکسایش متنوع ندارد ؟

۱) Ag ۲) Mn ۳) Ni ۴) Cr

۳- آرایش الکترونی عنصری به $2P^4$ ختم می‌شود ، کوچک‌ترین عدد اکسایش آن کدام است ؟

۱) $+1$ ۲) -6 ۳) -4 ۴) -2

۴- در کدام مورد زیر عمل اکسایش و کاهش صورت نگرفته است؟

۱) اثر نیتریک اسید بر فلز روی ۲) اثر فلز آهن بر مس (II) سولفات

۳) تهیه فسفریک اسید از ترکیب آب با P_4O_{10} ۴) اثر هیدروکلریک اسید برفلز روی

۵- کدام واکنش زیر از نوع اکسایش – کاهش نیست؟

۱) تجزیه نیتروگلیسیرین ۲) تجزیه پتاسیم کلرات

۳) تجزیه کلسیم کربنات در کوره‌ای با دمای حدود $827^\circ C$ ۴) تجزیه هیدروژن پراکسید در حضور کاتالیزگر I^-

۶- ..... به وسیله‌ی یک ..... ایجاد می‌شود ، ..... خود طی این فرآیند ، ..... می‌یابد .

۱) کاهش – کاهنده – کاهنده – اکسایش ۲) اکسایش – اکسنده – اکسنده – اکسایش

۳) کاهش – اکسنده – اکسنده – کاهش ۴) اکسایش – کاهنده – کاهنده – اکسایش

۷- در ساختارهای زیر کدام عدد اکسایش درست محاسبه نشده است ؟

۱) $CH_3CH_3 : C = -3$ ۲) $HOBr : O = -2$

۳) $CH_3OH : C = -2$ ۴) $CH_2O_2 : O = -1$

۸- کدام واکنش اکسایش - کاهش زیر ، با بقیه‌ی واکنش‌های اکسایش – کاهش تفاوت دارد ؟

۱) $2KClO_3(s) \longrightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$ ۲) $2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g)$

۳) $2N_2O(g) \longrightarrow 2N_2(g) + O_2(g)$ ۴) $2KNO_3(s) \longrightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$

۹- اتم A در لایه‌ی سوم خود دارای ۱۴ الکترون و اتم B نیز در لایه‌ی دوم خود دارای ۷ الکترون است. در صورتی‌که این دو اتم با یکدیگر واکنش دهند ، امکان تولید کدام ترکیب زیر وجود دارد و عنصر کاهنده کدام است؟

۱) $A - AB_2$ ۲) $A - A_2B_3$ ۳) $B - A_2B$ ۴) $B - A_3B_4$

۱۰- عبارت کدام گزینه دربازه‌ی نیم‌واکنش‌ها ، نادرست است؟

۱) نیم‌واکنش‌های اکسایش – کاهش ، باید از نظر جرم و بار الکتریکی موازنه باشند.

۲) گونه‌ی اکسنده در نیم‌واکنش کاهش و گونه‌ی کاهنده در نیم‌واکنش اکسایش شرکت می‌کند.

۳) الکترون در نیم‌واکنش اکسایش ، مصرف و در نیم‌واکنش کاهش ، تولید می‌شود.

۴) اگر در یک سمت معادله‌ای الکترون وجود داشته باشد ، آن معادله مربوط به یک نیم‌واکنش است.

۱۱- در واکنش $Cr(s) + Fe^{3+}(aq) \longrightarrow Cr^{3+}(aq) + Fe^{2+}(aq)$ پس از موازنه مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش دهنده‌ها برابر کدام گزینه است؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۲

۱۲- در واکنش $Na_2B_4O_7(aq) + 2HCl(aq) + 5H_2O(\ell) \longrightarrow 4H_3BO_3(aq) + 2NaCl(aq)$ ، تغییر عدد اکسایش هر اتم بور کدام است ؟ (ریاضی ۸۸)

۱) ۰ ۲) +۱ ۳) −۲ ۴) +۲

۱۳- در واکنش سوختن منیزیم اکسنده و کاهش یافته کدام است ؟

۱) Mg^{2+} ، Mg ۲) O^{2-} ، O_2

۳) Mg ، MgO ۴) O_2 ، MgO

۱۴- کدام عبارت با توجه به واکنش روبه رو درست است؟ $2NaH(s) + 2H_2O(\ell) \longrightarrow 2NaOH(aq) + 2H_2(g)$ (تجربی خارج کشور ۹۳)

۱) عنصر اکسنده و کاهنده در آن یکی است.

۲) اتم اکسیژن ، اکسنده و اتم هیدروژن ، کاهنده است.

۳) نیم واکنش کاهش در آن ، $O^{2-} \longrightarrow O + 2e^-$ است.

۴) عدد اکسایش همه عنصرهای شرکت کننده در این واکنش تغییر می‌یابد.

۱۵- در کدام واکنش ، عدد اکسایش همه‌ی اتم‌ها بدون تغییر می‌ماند؟ (تجربی خارج کشور ۸۹)

۱) $Cl_2(g) + 2KBr(aq) \longrightarrow 2KCl(aq) + Br_2(aq)$

۲) $K_2SO_3(aq) + H_2O_2(aq) \longrightarrow K_2SO_4(aq) + H_2O(\ell)$

۳) $MnO_2(s) + 4HCl(aq) \longrightarrow MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + 2H_2O$

۴) $K_2Cr_2O_7(aq) + 2KOH(aq) \longrightarrow 2K_2CrO_4(aq) + H_2O(\ell)$

۱۶- کدام واکنش از نوع اکسایش – کاهش است؟

۱) $Na_2SO_3(aq) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(\ell) + SO_2(g)$

۲) $NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s)$

۳) $2NaHCO_3(s) \longrightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$

۴) $Na_2SO_3(aq) + H_2O_2(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(\ell)$

۱۷- کدام گزینه درست است؟

۱) در سوختن منیزیم ، نیم واکنش اکسایش به صورت : $2MgO(s) \longrightarrow 2Mg(s) + O_2(g)$ است.

۲) عدد اکسایش اکسیژن در $HOCl$ برابر صفر است.

۳) در تجزیه آب اکسیژنه ، یک ذره هم نقش کاهنده و هم نقش اکسنده را دارد.

۴) تبدیل NH_3 به NH_4Cl یک فرآیند کاهش محسوب می‌شود.

۱۸- **چند مورد از واکنش‌های زیر جزء واکنش‌های اکسایش – کاهش به شمار می‌روند؟**

آ) استخراج هر فلز از سنگ معدن
ب) فوتوسنتز گیاهان
پ) سیاه شدن فیلم عکاسی
ت) واکنش‌های انجام شده در باتری‌ها
ث) واکنش محلول سدیم کلرید با محلول نقره نیترات

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۹- **در کدام واکنش ، عدد اکسایش برخی عنصرها تغییر می‌کند؟**

۱) $Na_2SO_3 + S \longrightarrow Na_2S_2O_3$

۲) $Na_2CO_3 + SO_2 \longrightarrow Na_2SO_3 + CO_2$

۳) $H_2SO_4 + SO_3 \longrightarrow H_2S_2O_7$

۴) $2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2O$

۲۰- **کدام واکنش زیر از نوع اکسایش – کاهش نیست؟**

۱) $8NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow 6NH_4Cl + N_2$

۲) $Ca_3N_2 + 6H_2O \longrightarrow 2NH_3 + 3Ca(OH)_2$

۳) $2H_2SO_4 + Zn \longrightarrow ZnSO_4 + 2H_2O + SO_2$

۴) $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

نتیجه‌ی اراده‌ی قوی عمل است و اراده‌ی ضعیف حرف است.

گوستاو لوبون

علت هر شکستی ، عمل کردن بدون فکر است.

آلکس مکنزی

کیفیت زندگی شما بستگی دارد به مدیریت شما در استفاده‌ی بهتر از وقت.

برایان ترسی

شکست چیزی نیست مگر دست کشیدن از تلاش.

آلبرت هوبارد

رقابت فلزها برای اکسید شدن

آزاد شدن انرژی در واکنش‌های اکسایش - کاهش

در برخی از واکنش‌های اکسایش – کاهش افزون بر داد و ستد الکترون ، انرژی نیز آزاد می‌شود. به عنوان مثال فلزهایی مانند سدیم ، منیزیم و آهن در اکسیژن می‌سوزند و نور و گرما تولید می‌کنند :

سوختن منیزیم : $۲Mg(s) + O_۲(g) \longrightarrow ۲MgO(s) +$ نور و گرما

سوختن سدیم : $۴Na(s) + O_۲(g) \longrightarrow ۲Na_۲O(s) +$ نور و گرما

سوختن آهن : $۴Fe(s) + ۳O_۲(g) \longrightarrow ۲Fe_۲O_۳(s) +$ نور و گرما

یادآوری از شیمی دهم :

رنگ شعله‌ی سوختن فلزهای مختلف معمولاً متفاوت است. به عنوان مثال رنگ شعله‌ی سوختن فلزهای سدیم ،منیزیم و آهن به صورت زیر است :

فلز	سدیم (Na)	منیزیم (Mg)	آهن (Fe)
رنگ شعله‌ی سوختن	زرد	سفید	نارنجی

در واکنش‌های بالا فلزهای سدیم ، منیزیم و آهن الکترون از دست داده و اکسایش می‌یابند و نقش کاهنده را دارند. از طرفی اکسیژن الکترون گرفته و کاهش می‌یابد ، بنابراین نقش اکسنده را دارد.

واکنش میان فلزهای روی ، آهن و آلومینیم با محلول مس (II) سولفات نیز جزء واکنش‌های اکسایش – کاهش بوده و افزون بر داد و ستد الکترون ، انرژی نیز آزاد می‌کنند :

$$۲Al(s) + ۳Cu^{۲+}(aq) \xrightarrow{۲\times ۳e^-} ۲Al^{۳+}(aq) + ۳Cu(s) + q_۱$$

$$Fe(s) + Cu^{۲+}(aq) \xrightarrow{۲e^-} Fe^{۲+}(aq) + Cu(s) + q_۲$$

$$Zn(s) + Cu^{۲+}(aq) \xrightarrow{۲e^-} Zn^{۲+}(aq) + Cu(s) + q_۳$$

با توجه به واکنش‌های بالا به نتایج زیر می‌رسیم :

۱- هر سه واکنش با داد و ستد الکترون همراه بوده و از نوع اکسایش – کاهش هستند. هر مول روی و آهن با از دست دادن دو مول الکترون اکسایش یافته‌اند در حالی‌که هر مول آلومینیم با از دست دادن سه مول الکترون اکسایش یافته است. در واقع در معادله‌ی موازنه شده‌ی آلومینیم با یون‌های مس ، شش الکترون میان اتم‌های مس و یون‌های آلومینیم داد و ستد می‌شود.

۲- قدرت الکترون دهی (قدرت کاهندگی آلومینیم) بیش‌تر از دو فلز دیگر است.

تغییر دمای سامانه معیاری برای مقایسه‌ی قدرت کاهندگی

در واکنش‌های اکسایش – کاهش برای تشخیص اکسنده و کاهنده و نیز برای تشخیص نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش لازم است که قدرت الکترون‌دهی (قدرت کاهندگی) گونه‌ها را با هم مقایسه کنیم. یکی از روش‌هایی که به ما کمک می‌کند تا قدرت الکترون‌دهی گونه‌ها را مقایسه کنیم تغییر دمای سامانه است.

در دمای $۲۰^{\circ}C$ تیغه‌های فلزی طلا ، مس ، آهن ، روی و آلومینیم را درون محلول مس (II) سولفات قرار می‌دهیم. پس از ورود این فلزها به درون محلول مس (II) سولفات در چند مورد دمای مخلوط تغییر می‌کند.به داده‌های جدول زیر توجه نمایید :

نام فلز	نشانه‌ی شیمیایی فلز	دمای مخلوط واکنش پس از مدتی (°C)
طلا	Au	۲۰
مس	Cu	۲۰
آهن	Fe	۲۳
روی	Zn	۲۶
آلومینیم	Al	۲۹

از واکنش اکسایش – کاهش میان فلزهای روی آهن و آلومینیم با محلول مس (II) سولفات گرما آزاد می‌شود ، زیرا پس از ورود این فلزها به درون محلول دمای محلول افزایش یافته است.

مقایسه‌ی افزایش دمای محلول در واکنش فلزهای روی ، آهن و آلومینیم با محلول مس (II) سولفات به صورت زیر است :

مقایسه‌ی افزایش دمای محلول : محلول شامل آلومینیم > محلول شامل روی > محلول شامل آهن

با توجه به تغییر دمای سامانه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که تیغه‌ی آلومینیمی تمایل بیش‌تری به از دست دادن الکترون دارد ، زیرا افزایش دمای محلول آن بیش‌تر بوده و واکنش‌پذیری بیش‌تری دارد. در واقع در اثر ورود تیغه‌ی آلومینیمی به داخل محلول نسبت به تیغه‌های دیگر واکنش با شدت بیش‌تری انجام شده و گرمادهی بیش‌تری دارد.

با توجه به تغییر دمای هر سامانه می‌توان نتیجه گرفت که قدرت کاهندگی (الکترون‌دهی) فلزها در جدول بالا به صورت زیر است :

مقایسه‌ی قدرت کاهندگی (تمایل به از دست دادن الکترون) : $Al > Zn > Fe > Cu > Au$

با توجه به مقایسه‌ی بالا می‌توان پیش‌بینی کرد که میان تیغه‌ی مس و محلول روی سولفات واکنشی انجام نمی‌شود ، زیرا برای انجام شدن این واکنش باید تیغه‌ی مس به یون‌های روی الکترون بدهد که این اتفاق رخ نخواهد داد ، زیرا قدرت الکترون‌دهی مس کم‌تر از روی است.

بی‌اثر $Cu(s) + Zn^{۲+}(aq) \longrightarrow$ $\quad$ بی‌اثر $Cu(s) + ZnSO_{۴}(aq) \longrightarrow$

نکته : هرچه میزان واکنش‌پذیری یک فلز بیش‌تر باشد در واکنش‌های اکسایش – کاهش گرمای بیش‌تری آزاد کرده و قدرت کاهندگی بیش‌تری دارد.

می‌توان پیش‌بینی کرد که اگر تیغه‌ی مس یا طلا درون محلول مس (II) سولفات قرار بگیرد ، واکنشی انجام نمی‌شود ، زیرا دمای محلول قبل و بعد از ورود این فلزها به درون محلول یکسان بوده و تغییر نکرده است.

نتیجه : تمایل فلزها برای از دست دادن الکترون در محلول‌های آبی یکسان نیست. در واقع فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند. برای نمونه ، فلز روی کاهنده‌تر از مس است. 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 تبدیل کند. در واکنش‌هایی از این دست ، مخلوط واکنش گرم می‌شود ، زیرا سامانه‌ی واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد.

نکته: تمایل تعدادی از فلزهای مهم برای از دست دادن الکترون و اکسید شدن به صورت زیر است :

مقایسه قدرت الکترون دهندگی (کاهندگی) : $K > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni > H_2 > Cu > Ag > Pt > Au$

نکته: هرچه تمایل فلز M برای اکسید شدن و تبدیل شدن به کاتیون M^{n+} بیشتر باشد ، تمایل M^{n+} برای گرفتن الکترون و کاهش یافتن کم‌تر است .

مقایسه قدرت الکترون گیرندگی (اکسندگی) : $K^+ < Na^+ < Mg^{2+} < Al^{3+} < Zn^{2+} < Fe^{2+} < Ni^{2+} < H^+ < Cu^{2+} < Ag^+ < Pt^{2+} < Au^{3+}$

تست ۴۹ : کدام گونه‌ی زیر کاهنده‌ی قوی‌تر است ؟

۱) Zn^{2+} ۲) Fe ۳) Cu ۴) Sn^{2+}

پاسخ :

تست ۵۰ : کدام فلز زیر الکترون دهنده‌تر (کاهنده‌تر) است ؟

۱) آلومینیوم ۲) قلع ۳) نقره ۴) طلا

پاسخ :

تست ۵۱ : در میان عناصر روی ، آلومینیم ، آهن و مس ، کدام عنصر بیش‌تری واکنش‌پذیری را دارد و اگر محلول سولفات آن در مجاورت عنصر سدیم قرار بگیرد ، یون این عنصر در واکنش چه نقشی بر عهده خواهد داشت؟

۱) آلومینیم – اکسنده ۲) روی – اکسنده ۳) آهن – کاهنده ۴) مس – کاهنده

پاسخ :

تست ۵۲ : با توجه به جدول روبه‌رو که داده‌هایی از قرار دادن برخی تیغه‌های فلزی درون محلول مس (II) سولفات در دمای ۲۰°C را نشان می‌دهد ، تغییر دما در این جدول نشان دهنده‌ی چیست و واکنش‌پذیری چند عنصر در این جدول کم‌تر از فلز آهن می‌باشد؟

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

۱) انجام واکنش در ظرف – سه

۲) گرماگیر بودن واکنش فلزها – دو

۳) واکنش‌پذیری بیش‌تر تیغه‌ی فلزی – دو

۴) بیش‌تر بودن قدرت اکسندگی تیغه‌ی فلزی – سه

پاسخ :

تست ۵۳ : با توجه به جدول روبه‌رو که داده‌هایی از قرار دادن برخی تیغه‌های فلزی درون محلول مس (II) سولفات در دمای ۲۰°C نشان می‌دهد. کدام مقایسه در رابطه با عناصر داده شده بر اساس قدرت کاهندگی درست است؟

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

۱) $Au < Fe < Zn < Cu$

۲) $Fe < Au < Cu < Zn$

۳) $Au < Cu < Fe < Zn$

۴) $Cu < Au < Zn < Fe$

پاسخ :

تست ۵۴ : اگر قدرت کاهندگی عنصر نیکل از عنصر جیوه بیش‌تر باشد ، کدام عبارت زیر نادرست است؟

۱) یون نیکل (II) و فلز جیوه در طی یک فرآیند گرماده با یکدیگر واکنش می‌دهند.

۲) قدرت اکسندگی یون جیوه (II) از قدرت اکسندگی یون نیکل (II) بیش‌تر است.

۳) واکنش بین یون‌های نیکل (II) و جیوه (II) به‌طور طبیعی قابل انجام نیست.

۴) پایداری فلز نیکل در محلولی از یون‌های جیوه (II) ، کم‌تر از پایداری فلز جیوه در محلولی از یون‌های نیکل (II) است.

پاسخ :

تست ۵۵ : همه‌ی موارد زیر در رابطه با واکنش فلز منیزیم با محلول نقره نیترات درست هستند ، به جز ....

$(Ag = ۱۰۸ \ , \ Mg = ۲۴ : g.mol^{-۱})$

۱) در ترکیب محلول به دست آمده نسبت آنیون به کاتیون برابر ۲ است.

۲) نسبت ضریب استوکیومتری گونه‌ی اکسنده به گونه‌ی کاهش یافته برابر ۲ است.

۳) یون‌های نیترات در این واکنش بدون تغییر باقی می‌مانند و نقش یون تماشاگر را دارند.

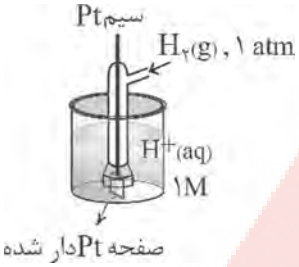
۴) به ازای مبادله‌ی یک مول الکترون در این واکنش ، جرم مواد جامد درون ظرف ۹۶ گرم افزایش پیدا می‌کند.

پاسخ :

مفهوم E°

E° یا پتانسیل کاهشی استاندارد ، میزان توانایی یک گونه برای جذب الکترون در شرایط استاندارد را در مقایسه با (SHE) را نشان می‌دهد .

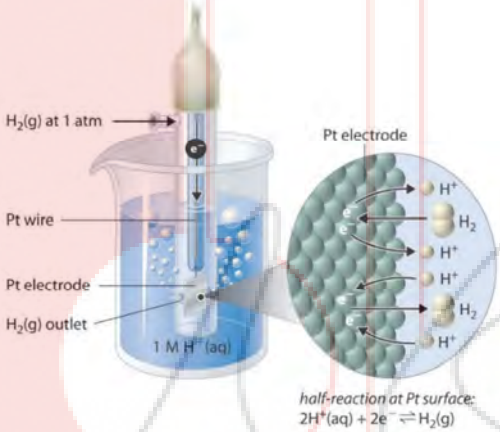
(SHE) چیست ؟ Standard Hydrogen Electrode



الکترود استاندارد هیدروژن از یک الکترود ..... تشکیل شده است که در محلول ..... مولار ..... قرار دارد و گاز هیدروژن با فشار ..... از روی آن عبور داده می‌شود .

پتانسیل الکترودی چنین الکترودی را در همه‌ی دماها ..... در نظر می‌گیرند .

$$2H^+(aq) + 2e \rightleftharpoons H_2(g) \quad , \quad E^\circ = 0/00\ V$$



الکترون استاندارد هیدروژن (SHE) $\xleftarrow{e^- \text{ بدهد به}}$ نیم‌سلول x	نیم‌سلول x $\xleftarrow{e^- \text{ بدهد به}}$ الکترون استاندارد هیدروژن (SHE)
۱- SHE آند و نیم‌سلول x کاتد است. ۲- پتانسیل الکترودی استاندارد نیم‌سلول x مثبت است. ۳- نیم‌سلول x نسبت به SHE ، تمایل بیش‌تری به الکترون‌گیری دارد. ۴- نیم‌سلول x نسبت به SHE ، اکسنده‌ی قوی‌تری است.	۱- SHE کاتد و نیم‌سلول x آند است. ۲- پتانسیل الکترودی استاندارد نیم‌سلول x منفی است. ۳- نیم‌سلول x نسبت به SHE ، تمایل کم‌تری به الکترون‌گیری دارد. ۴- نیم‌سلول x نسبت به SHE ، کاهنده‌ی قوی‌تری است.

نکته : هرچه مقدار E° برای گونه‌ای **بیشتر** (مثبت‌تر) باشد ، **توانایی آن برای کاهش یافتن بیش‌تر** است .

E° پتانسیل کاهش $E^\circ = a$ و $M^{n+} + ne^- \longrightarrow M$

E° پتانسیل اکسایش $E^\circ = -a$ و $M \longrightarrow M^{n+} + ne^-$

مثال : اگر پتانسیل کاهش واکنش $Ni^{2+} + 2e \longrightarrow Ni$ باشد برابر $-0/25V$ باشد پتانسیل اکسایش Ni برابر $+0/25V$ است .

نکته : هرچه پتانسیل اکسایش گونه‌ی اکسید شونده بیش‌تر باشد ، **توانایی آن برای اکسید شدن بیش‌تر** است .

تست ۵۶ : با توجه به مقادیر E° داده شده ، قدرت کاهندگی گونه‌ها در کدام گزینه درست مقایسه شده است ؟

$E^\circ\ C^{2+}/C = -0/76\ V$ ، $E^\circ\ B^+/B = -2/71\ V$ ، $E^\circ\ A_2/2A^- = +1/07\ V$

۱) $B > C > A_2$ ۲) $C^2 > A_2 > B^+$ ۳) $A_2 > B^+ > C^{2+}$ ۴) $B < C < A_2$

پاسخ :

تست ۵۷ : با توجه به مقادیر E° ارایه شده ، قدرت کاهندگی گونه‌ها در کدام گزینه درست مقایسه شده است ؟

$E^\circ\ Fe^{2+}/Fe = -0/44\ V$ و $E^\circ\ Mg^{2+}/Mg = -2/38\ V$ ، $E^\circ\ I_2/2I^- = +0/54\ V$

۱) $Mg > Fe > I^-$ ۲) $I^- > Mg > Fe$

۳) $I^- > Fe > Mg$ ۴) $Fe > Mg > I^-$

پاسخ :

دستگاهی که برای سنجش تمایل عنصرها به کار گرفتن الکترون استفاده می‌شود سلول الکتروشیمیایی یا سلول گالوانی است .

بهترین مقیاس وامد اندازه گیری « ولت » است .

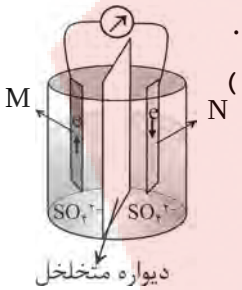
سلول‌های گالوانی یا الکتروشیمیایی:

دستگاهی که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند را سلول‌هایی گالوانی یا سلول‌های ولتایی است .

سلول‌های الکترولیتی

دستگاهی که انرژی الکتریکی را به انرژی شیمیایی تبدیل می کند .

ساختار یک سلول گالوانی



یک سلول گالوانی (پیل) از دو بخش تشکیل شده که به هر یک از این دو بخش یک ..... می‌گویند .

هر نیم سلول از یک تیغه‌ی فلزی به نام ..... و محلول کاتیون مربوط به آن در یک ظرف (مثلا بشر) تشکیل شده است .

این دو نیم سلول به وسیله‌ی یک ..... به هم وصل می‌باشند ..... یک رسانای یونی است .

دو الکترود به وسیله‌ی یک سیم فلز (مدار بیرونی) به یکدیگر متصل هستند .

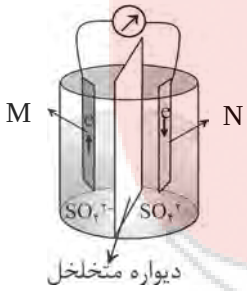
الکترود : هر تیغه‌ی فلزی که در محلول یکی از کاتیون‌های خود قرار داشته باشد ، را الکترود می‌گویند .

از دو الکترود یکی به عنوان ..... (قطب .....) و دیگری به عنوان ..... (قطب .....) ایفای نقش می‌نمایند .

نکته: در آند عمل اکسایش و در کاتد عمل کاهش صورت می‌گیرد .

در سلول‌های استاندارد معمولا آند چپ و کاتد راست می‌باشد .

نکته: الکترون همیشه به وسیله‌ی سیم از آند به کاتد می‌رود و ضمن انجام واکنش از وزن تیغه آندی کاسته می‌شود .(لاغر می‌شود) و به وزن تیغه‌ی کاتدی افزوده می‌شود .(چاق می‌شود) .



نکته: کاتد فلزی است که E° بزرگتر (مثبت تری) دارد .

نیم واکنش آندی : $M \longrightarrow M^{2+} + 2e$

نیم واکنش کاتدی : $N^{2+} + 2e \longrightarrow N$

کاتد : الکترودی است که در آن از رسانای الکترونی (تیغه‌ی فلزی) به رسانای یونی (محلول الکترولیت) الکترون داده می‌شود .

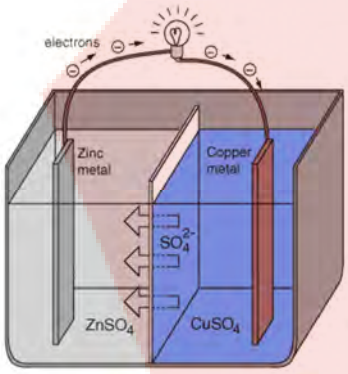
آند : الکترودی است که در آن از رسانای یونی (محلول الکترولیت) به رسانای الکترونی (تیغه‌ی فلزی) الکترون داده می‌شود .

نکته : **واکنش‌های اکسایش یا کاهش در سطح الکترود « مرز میان دو رسانای الکترونی و یونی » روی می‌دهد. از این رو به آن‌ها واکنش‌های الکترودی می‌گویند .**

تذکر: *انتقال الکترون از طریق محلول صورت نمی‌گیرد ، بلکه محلول‌ها توسط پل نمکی به هم ارتباط دارند .*

دیواره محکم و متخلخل را بهتر بشناسیم

- **در سلول‌های گالوانی ، دو محلول الکترولیت توسط یک دیواره‌ی محکم و متخلخل از یکدیگر جدا شده‌اند. دیواره متخلخل از جنس سفال ، خاک چینی (کائولن) ، آزبست یا گرد فشرده‌ی شیشه است.**
- **هدف از به کار بردن دیواره متخلخل ، ایجاد توازن بار الکتریکی در هر یک از الکترولیت‌ها و ارتباط الکتریکی دو محلول می‌باشد ، بدون این که دو محلول به مقدار زیادی با هم مخلوط شوند. در واقع ، دیواره‌ی متخلخل از مخلوط شدن مستقیم و سریع دو الکترولیت جلوگیری می‌کند ، ولی یون‌های موجود در دو محلول می‌توانند از آن عبور کنند، به طوری که آنیون‌ها ضمن عبور از آن به سمت آند و کاتیون‌ها ضمن عبور از آن به سمت کاتد جا به جا می‌شوند.**
- **به شیوه‌ی عملکرد دیواره‌ی متخلخل در بخش‌های آندی و کاتدی سلول‌های گالوانی توجه کنید.**



دیواره متخلخل

ولت سنج

- **آن چه بوسیله‌ی ولت سنج اندازه گیری می‌شود ، فقط اختلاف پتانسیل موجود میان دو نیم سلول است که با یکای ولت (V) گزارش می‌شود.**
- **اگر علامت مثبت روی صفحه‌ی نمایشگر ولت سنج ظاهر شود ، نشان می‌دهد که قطب هم نام سلول الکتروشیمیایی و ولت سنج به هم متصل شده‌اند. ولی اگر علامت منفی روی صفحه نمایشگر ولت سنج ظاهر شود ، نشان می‌دهد که قطب‌های ناهم‌نام سلول الکتروشمییایی و ولت سنج به هم متصل شده است. از این طریق می‌توان نوع الکترودهای سلول الکتروشیمیایی (کاتد یا آند) را تشخیص داد.**

➢ در واقع ، شیوه‌ی درست نصب ولت سنج در مدار آن است که الکترود آند (−) با یک سیم فلزی به قطب منفی ولت سنج و الکترود کاتد (+) با یک سیم فلزی به قطب ولت سنج متصل شود.

نکته : هرچه غلظت یون‌های کاهش یابنده در بخش کاتدی افزایش یابد ، و غلظت یون‌ها در بخش آندی کاهش یابد ، ولتاژ افزایش می‌یابد و برعکس . (بخش کاتدی و یون‌های آن مهم تر هستند).

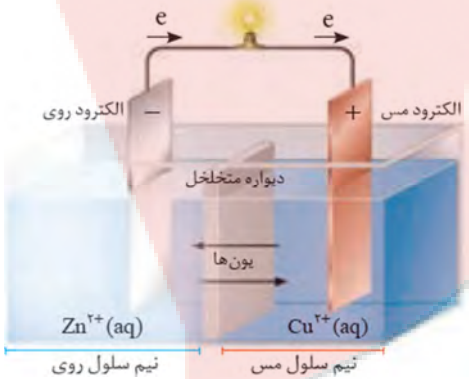
تذکر: *اگر تیغه‌ی ..... نیز بزرگ تر باشد ، طول عمر سلول گالوانی بیشتر است .*

تست ۵۸ : ..... رسانای ..... هستند و ..... رسانای ..... هستند .

۱) محلول‌ها – یونی – فلزها – یونی
۲) محلول‌های الکترولیت – یونی – فلزها – فلزی
۳) فلزها – الکترونی – محلول‌های الکترولیت – یونی
۴) فلزها – یونی – محلول‌های الکترولیت – یونی

پاسخ :

بررسی ساختار سلول الکتروشیمیایی $Zn-Cu$



در این سلول الکترود ..... الکترون می‌دهد و ..... می‌شود و ..... یا قطب ..... را تشکیل می‌دهد؛ و الکترود ..... الکترون می‌گیرد و ..... می‌یابد و ..... قطب ..... را تشکیل می‌دهد.

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

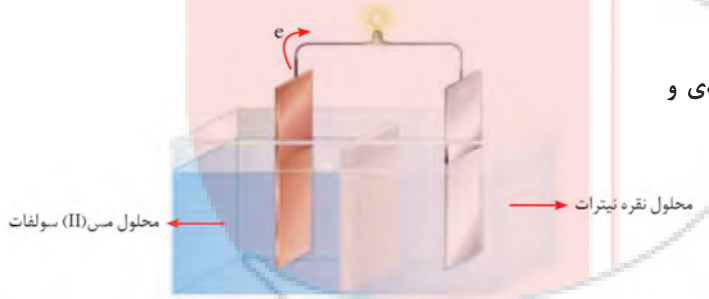
الکترون‌های آزاد شده در آند از راه مدار خارجی به سمت کاتد می‌روند و در سطح تیغه‌ی مسی جذب یون‌های Cu^{2+} موجود در محلول می‌شوند و آن‌ها را کاهش می‌دهند و الکترود مس محل کاهش است .

نیم واکنش : ..... $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$

نیم واکنش : ..... $Cu^{2+}(aq) + 2e \longrightarrow Cu(s)$

واکنش کلی :

مثال : الف) با توجه به شکل روبرو ، واکنش‌های آندی و کاتدی و واکنش کلی را بنویسید .



تذکر: *اگر واکنش اکسایش – کاهش در یک ظرف انجام شود انرژی حاصل از آن به صورت گرما آزاد می‌شود .*

اما اگر در یک سلول الکتروشیمیایی انجام شود انرژی آزاد شده به انرژی الکتریکی تبدیل و به صورت جریان برق آشکار می‌شود .

نکته: یک فلز که در یک سلول نقش آند یا کاتد را برعهده می‌گیرد در سلول دیگر ممکن است نقش دیگری را داشته باشد .

نکته: با گذشت زمان واکنش دهنده‌ها مصرف می‌شوند و جریان کم می‌شود و در نهایت به صفر می‌رسد .

چون شما دانش‌پژوهان گرانقدر علاقه‌ی وافری به مسائل محاسباتی و استوکیومتری دارید ، اینجا هم مسائل عددی داریم.

محاسبه‌ی تغییرات وزنی در دو الکترود :

$$\frac{\text{تغییرات وزنی کاتد}}{\text{جرم مولی کاتد} \times \text{ضریب کاتد}} = \frac{\text{تغییرات وزنی آند}}{\text{جرم مولی آند} \times \text{ضریب آند}}$$

تذکر مهم: *همه استوکیومتری دوباره اینجا کاربرد دارد.*

$$\frac{\text{شمار مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{تعداد الکترون‌های مبادله‌شده}}{\text{ضریب کاتیون کاتدی} \times \text{بار کاتیون کاتدی} \times \text{عدد آووگادرو}}$$

تست ۵۹ : در سلول گالوانی (روی – نقره) ، اگر جرم تیغه‌ی کاتد ۴۳/۲ گرم افزایش یابد ، تقریباً چند گرم از جرم آند کاسته می‌شود؟ $(Zn = ۶۵ \ , \ Ag = ۱۰۸ : g.mol^{-۱})$

۱) ۲۶ ۲) ۱۳ ۳) ۶/۵ ۴) ۱۹/۵

پاسخ :

تست ۶۰ : در سلول گالوانی (آلومینیم – آهن) برای این‌که ۱۶/۲ گرم از جرم تیغه‌ی آند کاسته شود ، چند مول الکترون باید مبادله شود؟ $(Al = ۲۷ \ , \ Ni = ۵۹ : g.mol^{-۱})$

۱) ۰/۹ ۲) ۰/۳ ۳) ۱/۸ ۴) ۰/۱۵

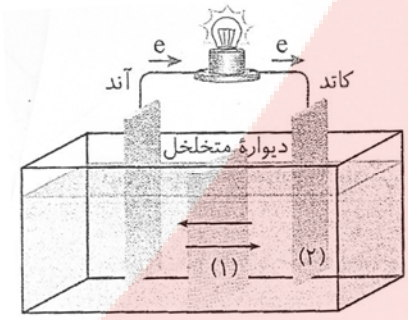
پاسخ :

تست ۶۱ : اگر در شرایط STP حجم گاز تولید شده در سلول گالوانی که الکترودهای آن (Fe^{2+} / Fe) و (H^+ / H_2) است ، برابر ۸۰۰ میلی‌لیتر باشد ، جرم تیغه‌ی آندی چند گرم کاهش می‌یابد؟ $(Fe = 56 \ , \ H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۲۰

پاسخ :

تست ۶۲ : چند مورد از مطالب زیر درباره‌ی سلول گالوانی نشان داده شده ، درست است؟



آ) سلول نشان داده شده ، قادر است انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل کند.

ب) در سلول نشان داده شده ، آنیون‌ها به سمت قطب منفی و کاتیون‌ها به سمت قطب مثبت حرکت می‌کنند.

پ) تیغه‌ی آند دارای بار مثبت و تیغه‌ی کاتد دارای بار منفی است و الکترون‌ها از قطب مثبت به سمت قطب منفی جریان می‌یابند.

ت) الکترون‌های جریان یافته به سمت کاتد ، توسط یون‌های (۱) دریافت می‌شوند و (۲) محل انجام واکنش کاهش بر روی تیغه‌ی فلزی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۶۳ : کدام گزینه درباره‌ی سلول گالوانی (روی – مس) درست است؟ *(باهم بیندیشیم ص ۴۵ کتاب درسی)*

۱) کاتیون‌های $Zn^{2+}(aq)$ از طریق غشای متخلخل به سمت الکترود مس حرکت می‌کنند.

۲) مسیر حرکت الکترون از سمت گونه‌ی اکسنده « روی » به سمت کاهنده‌ی « مس » است.

۳) جرم تیغه‌ی روی با گذشت زمان ، افزایش و جرم تیغه‌ی مس ، با گذشت زمان ، کاهش می‌یابد.

۴) در این سلول ، حرکت الکترون‌ها و حرکت یون‌ها ، به صورت هم‌زمان انجام نمی‌شود.

پاسخ :

تست ۶۴ : کدام مورد از مطالب زیر درباره‌ی سلول گالوانی « روی – مس » درست است؟ *(باهم بیندیشیم ص ۴۵ کتاب درسی)*

آ) واکنش نیم‌سلول اکسایش به صورت $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ و واکنش نیم‌سلول کاهش به صورت $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ است.

ب) واکنش‌های الکتروشیمیایی در سلول گالوانی « روی – مس » با قطع مدار خارجی ، متوقف نمی‌شوند.

پ) در این سلول حرکت کاتیون‌ها به سمت کاتد و حرکت آنیون‌ها به سمت آند ، موجب می‌شود که دو محلول از نظر الکتریکی ، خنثی باشند.

ت) در صورتی‌که غشای متخلخل فقط اجازه‌ی عبور آنیون‌ها را بدهد ، غلظت آنیون‌ها در بخش کاتدی ، افزایش و در بخش آندی کاهش می‌یابد.

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

پاسخ :

نیروی الکتروموتوری یا ولتاژ یا emf

برای یک سلول الکتروشیمیایی ، ولتاژ یا نیروی الکتروموتوری از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود .

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

۱) emf کوتاه شده‌ی عبارت electromotive force به معنای نیروی الکتروموتوری سلول است.

۲) اختلاف پتانسیل الکترودی استاندارد دو نیم سلول یک سلول الکتروشیمیایی را نیروی الکتروموتوری (emf) استاندارد آن سلول می‌نامند و آن را با E° سلول نمایش می‌دهند.

۳) emf بیش‌ترین ولتاژی است که یک سلول الکتروشیمیایی می‌تواند به وجود بیاورد.

۴) برای محاسبه‌ی emf ، ابتدا آند و کاتد سلول الکتروشیمیایی را معین کنید و سپس E° آند را از E° کاتد کم کنید.

$$\text{emf یا } E^\circ_{(\text{سلول})} = E^\circ_{(\text{کاتد})} - E^\circ_{(\text{آند})} \quad \text{یا} \quad E^\circ_{(\text{بزرگ‌تر})} - E^\circ_{(\text{کوچک‌تر})}$$

$$E^\circ_{(\text{آند})} = E^\circ_{(\text{نیم واکنش کاهش})} - E^\circ_{(\text{نیم واکنش اکسایش})}$$

۵) نیروی الکتروموتوری سلول را نیروی محرکه‌ی سلول یا ولتاژ سلول نیز می‌نامند.

۶) ولتاژ یک سلول گالوانی با کار کردن آن و تغییر غلظت یون‌ها در محلول هر یک از دو نیم سلول ، به تدریج کاهش می‌یابد.

۷) نیروی الکتروموتوری (emf) یک سلول ولتایی به عوامل زیر بستگی دارد :

آ) جنس الکترودهای آندی و کاتدی

ب) غلظت الکترولیت‌های آندی و کاتدی

پ) دما (به طور معمول دما $25^\circ C$ در نظر گرفته می‌شود.)

۸) E° سلول گالوانی همیشه مثبت است و چنان چه نمایشگر ولت سنج اختلاف پتانسیل دو نیم سلول را با علامت منفی گزارش کند. فقط به این معناست که قطب‌های نا هم نام سلول و ولت سنج به هم متصل شده‌اند. بنابراین E° سلول‌های گالوانی همیشه مثبت و برابر قدرمطلق ولتاژی است که نمایشگر ولت سنج نشان می‌دهد.

سؤال : چرا به جای E° (پتانسیل کاهشی) از E° (پتانسیل اکسایش) استفاده نمی‌کنیم ؟

پاسخ :

تست ۶۵ : در سلول الکتروشیمیایی آلومینیوم – مس اگر جرم الکترود آلومینیوم ۱۸ گرم کم تر شده باشد ، جرم الکترود مسی چند گرم بیشتر شده است ؟ $(Al = 27 \text{ و } Cu = 64)$

۱) ۶۴ ۲) ۹۶ ۳) ۳۲ ۴) ۴۸

پاسخ :

تست ۶۶ : در کدام سلول الکتروشیمیایی ، جرم الکترود آندی تغییر پیدا نمی‌کند ؟

۱) آهن – هیدروژن ۲) هیدروژن – مس ۳) نیکل – هیدروژن ۴) نقره – آهن

پاسخ :

تست ۶۷ : با توجه به آزمایش مربوط به سلول (منیزیم – مس) کدام مطلب درست است ؟

۱) به ازای مصرف ۲/۴ گرم Mg ، ۶/۴ گرم به وزن تیغه Cu افزوده می‌شود.

۲) از وزن تیغه‌ی مس کاسته شده به وزن تیغه‌ی منیزیم افزوده می‌شود .

۳) مس کاهنده و Mg^{2+} اکسنده است .

۴) واکنش کلی سلول $Mg + Cu^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Cu$ است .

پاسخ :

تست ۶۸ : در سلول استاندارد گالوانی ..... ، با گذشت زمان ..... می‌شود. **(آزمایشی سنجش ۹۲)**

۱) « نیکل – نقره » ، از جرم تیغه‌ی نقره کاسته و بر جرم تیغه‌ی نیکل افزوده

۲) « مس – نقره » ، به جرم تیغه‌ی مس افزوده و از جرم تیغه‌ی نقره کاسته

۳) « روی – نیکل » ، از شدت رنگ محلول الکترولیت نیم سلول کاتد کاسته

۴) « روی – مس » ، بر شدت رنگ محلول الکترولیت نیم سلول آند افزوده

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

$E^\circ(Ni^{2+}(aq)/Ni(s)) = -0/25\,v$.

$E^\circ(Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) = +0/34\,v$.

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

پاسخ :

تست ۶۹ : هرگاه در سلول روی – نقره در حال مقداری گاز H_2S وارد شود ، کدام مورد روی خواهد داد ؟

۱) افزایش ولتاژ $(Zn - Ag)$ ۲) افزایش غلظت یون Zn^{2+}

۳) کاهش غلظت Ag^+ ۴) کاهش غلظت یون H^+

پاسخ :

تست ۷۰ : اگر تیغه‌ای از فلز روی را در محلول رقیق روی سولفات قرار دهیم ، کدام تغییر روی می‌دهد ؟

۱) غلظت یون Zn^{2+} در محلول اندکی افزایش می‌یابد .
۲) تیغه فلز دارای بار مثبت می‌شود .
۳) یون‌های Zn^{2+} از محلول در سطح تیغه متراکم می‌شود .
۴) محلول دارای اندکی بار منفی می‌شود .

پاسخ :

تست ۷۱ : در همه‌ی گزینه‌های زیر، عبارت بیان شده درباره‌ی طول عمر و کاربرد سول گالوانی «روی – مس» درست است به جز...

۱) در صورتی که تیغه‌ی روی به‌طور کامل مصرف شود ، سلول از کار می‌افتد. *(باهم بیندیشیم ص ۴۵ کتاب درسی)*
۲) جریان الکترونی موجود در سیم این سلول گالوانی ، می‌تواند برای تولید انرژی شیمیایی به کار رود.
۳) برای جلوگیری از متوقف شدن سلول گالوانی (روی – مس) باید مانع تمام شدن محلول الکترولیت شویم.
۴) جریان الکتریکی تولید شده در اثر قرار گرفتن تیغه‌ای از روی در محلول حاوی کاتیون‌های مس ، می‌تواند برای تولید انرژی الکتریکی استفاده شود.

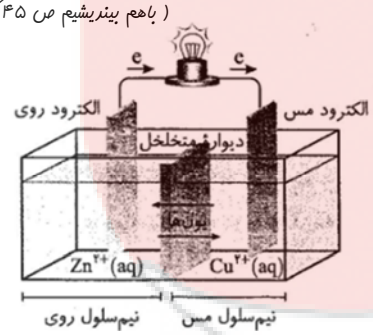
پاسخ :

تست ۷۲ : با توجه به سلول گالوانی « روی – مس » کلمات کدام گزینه ، عبارت‌های زیر را به درستی کامل می‌کند؟ (به ترتیب از راست به چپ)

آ) آند و کاتد این سلول به ترتیب ..... و ..... هستند.
ب) جهت حرکت کاتیون‌ها از دیواره‌ی متخلخل ..... الکترون‌ها در مدار بیرونی از قطب منفی سلول به سمت قطب مثبت آن است.
پ) انتقال الکترون‌ها بین گونه‌های اکسنده و کاهنده از طریق ..... انجام می‌شود.

۱) روی و مس – مشابه – سیم
۲) مس و روی – مشابه – سیم
۳) روی و مس – برخلاف – سیم
۴) مس و روی – برخلاف – غشای نیمه‌متخلخل

تست ۷۳ : با توجه به شکل روبه‌رو عبارت کدام گزینه درست است؟ *(باهم بیندیشیم ص ۴۵ کتاب درسی)*

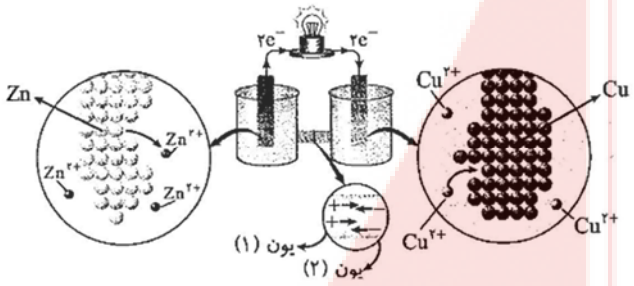


$(Cu = ۶۴ \ , \ Zn = ۶۵ : g.mol^{-1})$

۱) با گذشت زمان از جرم الکترود مس کاسته می‌شود.
۲) جهت حرکت آنیون‌ها از قطب منفی به سمت قطب مثبت آن است.
۳) برخی از یون‌های روی از دیواره‌ی متخلخل عبور کرده و وارد نیم‌سلول مس می‌شوند.
۴) اگر میله‌ی روی در محلول مس (II) نیترات قرار بگیرد ، رنگ آبی محلول الکترود مس ، به تدریج افزایش می‌یابد.

پاسخ :

تست ۷۴ : با توجه به شکل داده شده که سلول گالوانی « روی – مس » را نشان می‌دهد ، چند مورد از مطالب زیر درست است؟ (باهم بیندیشیم ص ۴۵ کتاب درسی)



آ) یون (۱) ، یون مس (II) و یون (۲) ، یون سولفات است.

ب) تراکم نسبی الکترون‌ها بر روی سطح تیغه‌ی مس ، بیش‌تر از سطح تیغه‌ی روی است.

پ) در واکنش انجام شده در سلول مقابل ، اتم $Zn(s)$ اکسایش و اتم $Cu(s)$ کاهش می‌یابد.

ت) تمایل مس برای کاهندگی ، کم‌تر از روی و تمایل یون مس (II) برای اکسندگی ، بیش‌تر از یون روی است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ :

تست ۷۵ : اگر دیواره‌ی متخلخل در سلول گالوانی « روی – مس » وجود نداشته باشد ، کدام‌یک از گزینه‌های زیر ، روی نمی‌دهد؟

۱) جریان مدار به تدریج قطع می‌شود و سلول گالوانی از کار می‌افتد.

۲) الکترون‌ها جذب تیغه‌ی روی می‌شوند و فرآیند کاهش در نیم‌سلول کاتدی صورت نمی‌پذیرد.

۳) به دلیل اکسایش $Zn(s)$ و ورود کاتیون‌های روی به محلول ، محلول آند دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود.

۴) تجمع بارهای مثبت ، پس از مدتی اجازه نمی‌دهد که الکترون‌ها در سیم از سمت تیغه‌ی آندی به سمت تیغه‌ی کاتدی حرکت کنند.

پاسخ :

تست ۷۶ : در سلول گالوانی تشکیل شده از دو فلز $Mg-Cu$ در ازای خورده شدن ۰/۶ گرم از آند، چند گرم بر جرم کاتد اضافه می‌شود؟ $(Mg=۲۴ \text{ و } Cu=۶۴)$

۱) ۱/۶ ۲) ۶/۴ ۳) ۲/۴ ۴) ۰/۳۲

پاسخ :

تست ۷۷ : با توجه به مقدار E° الکترودهای داده شده ، کدام مطلب نادرست است؟

$E^\circ\ (Fe^{2+}(aq)/Fe(s)) = -۰/۴۱\ V$ و $E^\circ\ (Ni^{2+}(aq)/Ni(s)) = -۰/۲۵ V$

$E^\circ\ (Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -۰/۷۶\ V$ و $E^\circ\ (V^{2+}(aq)/V(s)) = -۱/۲۰ V$

۱) اتم وانادیم کاهنده‌تر از اتم روی است.

۲) کاتیون $Fe^{2+}(aq)$ ، اکسنده‌تر از کاتیون $Ni^{2+}(aq)$ است.

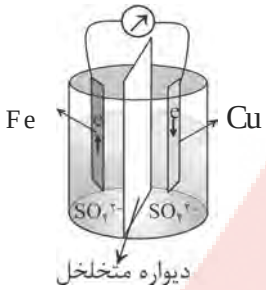
۳) در سلول الکتروشیمیایی استاندارد وانادیم – نیکل ، الکترود وانادیم نقش آند را دارد.

۴) در سلول الکتروشیمیایی استاندارد روی – آهن ، جریان الکترون در مدار بیرونی از تیغه‌ی روی به سوی آهن است.

پاسخ :

تست ۷۷ : با توجه به شکل روبرو که به سلول الکتروشیمیایی استاندارد « آهن – مس » مربوط است ، کدام مطلب نادرست است؟

$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34\ V$ و $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/41\ V$ **(سراسری تجربی ۸۸)**



۱) E° این سلول برابر ۰/۷۵ ولت است.

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

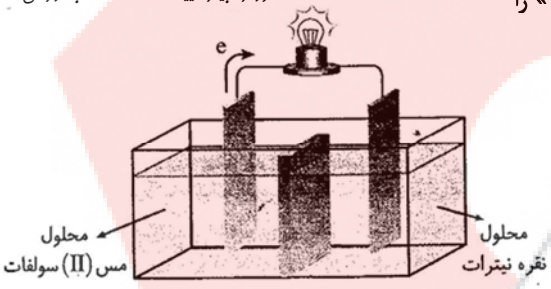
۳) جریان الکترون در مدار بیرونی از تیغه‌ی مس به سوی تیغه آهن است.

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

پاسخ :

تست ۷۸ : شکل روبه‌رو نمای ذره‌ای از سلول گالوانی « مس – نقره » را نشان می‌دهد. با توجه به آن ، کدام عبارت درست است؟

(خود را بیازمایید صفحه ۴۱ کتاب درسی)



۱) با پیشرفت واکنش ، تعادل $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$ به سمت راست جابه‌جا می‌شود.

۲)جهت حرکت الکترون در این سلول ، در مدار خارجی از سمت نیم‌سلول نقره به مس است.

۳) نقش نیم‌سلول نقره در این سلول ، همانند نقش نیم‌سلول روی در سلول آلومینیم – روی است.

۴) با گذشت زمان ، از شدت رنگ آبی نیم‌سلول مس کاسته می‌شود.

پاسخ :

تست ۷۹ : در سلول گالوانی « مس – نقره » ، با جابه‌جایی ۲/۵ مول الکترون در مدار خارجی تفاوت جرم دو الکترود چند گرم می‌شود و جهت حرکت یون‌های منفی از دیواره‌ی متخلخل در این سلول چگونه است؟ (جرم اولیه‌ی دو الکترود یکسان است.)

$(Ag = 108\ ,\ Cu = 64 : g.mol^{-1})$ *(خود را بیازمایید صفحه ۴۱ کتاب درسی)*

۱) ۳۵۰ - از نیم‌سلول نقره به نیم‌سلول مس

۲) ۳۵۰ - از نیم‌سلول مس به نیم‌سلول نقره

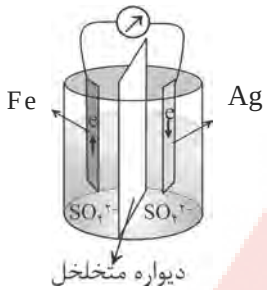
۳) ۱۹۰ - از نیم‌سلول نقره به نیم‌سلول مس

۴) ۱۹۰ - از نیم‌سلول مس به نیم‌سلول نقره

پاسخ :

تست ۸۰ : با توجه به شکل که طرح ساده‌ای از یک سلول الکتروشیمیایی آهن – نقره است ، کدام مطلب درست است؟

$E^\circ(Ag^+(aq)/Ag(s)) = +0/80$ و $E^\circ(Fe^{2+}(aq)/Fe(s)) = -0/41$ **(سراسری تجربی خارج کشور ۹۰)**



۱) E° آن برابر $+0/39$ ولت است.

۲) ضمن واکنش در آن ، بر مقدار یون $Fe^{2+}(aq)$ در محلول افزوده می‌شود.

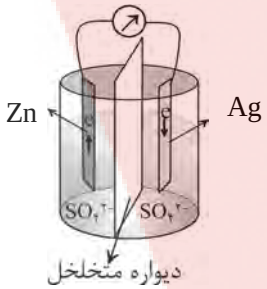
۳) دیواره متخلخل در آن نقش برقرار کردن جریان الکترون در مدار درونی از الکترود آهن به سوی الکترود نقره را دارد.

۴) نیم واکنش در قطب مثبت آن به صورت : $Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ ، است.

پاسخ :

تست ۸۱ : با توجه به شکل روبرو که طرحی از یک سلول الکتروشیمیایی « روی – نقره » را نشان می‌دهد ، کدام مطلب درباره آن درست است؟ (سراسری تجربی ۹۰)

$E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -0/76\,V$ و $E^\circ(Ag^+(aq)/Ag(s)) = +0/80\,V$



۱) E° آن برابر $+2/36$ ولت است.

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

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

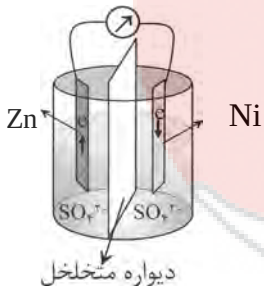
۴) واکنش کلی آن به صورت $Zn(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$ است.

پاسخ :

تست ۸۲ : با توجه به شکل روبرو که به سلول الکتروشیمیایی « روی – نیکل » مربوط است ، کدام مطلب درست است؟ (سراسری تجربی ۹۱)

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

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



۱) E° آن برابر $1/01$ ولت است.

۲) ضمن آن واکنش سلول ، $[Ni^{2+}]$ افزایش می‌یابد.

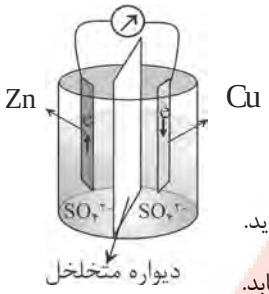
۳) واکنش سلول ، با اکسایش $Zn(s)$ و کاهش $Ni^{2+}(aq)$ همراه است.

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

پاسخ :

تست ۸۳ : با توجه به شکل زیر که تصویری از یک سلول گالوانی استاندارد است ، کدام گزینه درست است؟

(سراسری تجربی ۹۲)



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

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

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

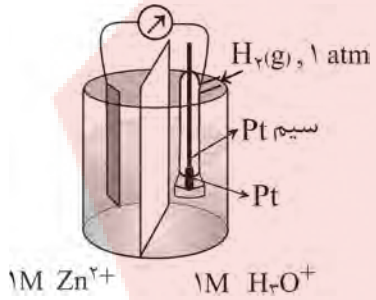
۲) الکترود مس کاتد و الکترود روی آند است و E° آن با کم کردن E° کاتد از E° آند به دست می‌آید.

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

۴) جریان الکترون در مدار بیرونی از سوی آند به سوی کاتد است و کاتیون از دیواره متخلخل به سوی الکترود مس حرکت می‌کند.

پاسخ :

تست ۸۴ : با توجه به شکل روبرو و E° الکترودها ، کدام عبارت درست است؟



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

$E^\circ(Pt^{2+}(aq)/Pt(s)) = +1/2\,v$

۱) با انجام واکنش در این سلول غلظت $Zn^{2+}(aq)$ کاهش یافته و برخی کاتیون‌ها به سوی الکترود روی حرکت می‌کنند.

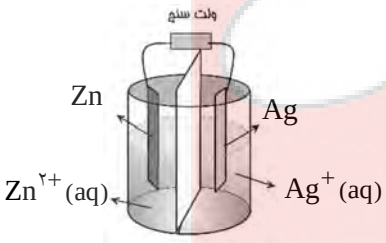
۲) ضمن انجام واکنش در این سلول، جرم تیغه فلزی در کاتد ، بر خلاف جرم تیغه‌ی فلزی در آند ، ثابت می‌ماند.

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

۴) الکترود روی ، کاتد است و قطب مثبت این سلول گالوانی را تشکیل می‌دهد.

پاسخ :

تست ۸۵ : با توجه به شکل روبرو و E° الکترودها ، کدام عبارت درست است؟



$(Ag = 108\ ,\ Zn - 65 : g \cdot mol^{-1})$

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

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

۱) اگر میله‌ی روی ، به طور مستقیم وارد محلول نقره نیترات شود ، $[Ag^+]$ به تدریج ، افزایش می‌یابد.

۲) برخی از یون‌های روی از دیواره‌ی متخلخل عبور کرده و وارد نیم سلول نقره می‌شوند.

۳) با اضافه کردن $Zn(NO_3)_2$ به محلول کاتدی ، واکنش الکتروشیمیایی انجام می‌شود.

۴) اگر محلول اولیه‌ی آندی و کاتدی حجم و غلظت یکسانی از سولفات فلز مربوطه داشته باشد ، مقدار تغییر جرم تیغه‌ی کاتدی برابر تیغه‌ی آندی خواهد بود.

پاسخ :

جدول پتانسیل کاهشی استاندارد

جدول پتانسیل کاهشی استاندارد بر اساس E° SHE می‌باشد. به این صورت که هر عنصری که به (SHE) الکترون بدهد آن فلز یا عنصر E° ..... دارد .

نکته: هرچه E° فلزی منفی‌تر باشد (کوچک‌تر باشد) آن فلز ..... است و تمایل بیش‌تری برای از دست دادن الکترون دارد و قدرت ..... بیش‌تری دارد .

و هرچه E° عنصری ..... (.....) باشد آن فلز فعالیت ..... دارد و اگر نافلز باشد ، نافلز فعال تری است و قدرت ..... و قدرت ..... آن عنصر بیش‌تر است .

در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد ، فلز ..... کاهنده‌ترین عنصر است که در کتاب شیمی ۳ بیان نشده است ، اینجا می‌باشد.

$E^\circ Li^+ / Li = -۳/۰۵\ V$ و $E^\circ F_۲ / ۲F^- = +۲/۸۷\ V$

*این ۸ جمله را در مورد E° خووووب در حافظه خود **Save** کنید :*

✪✪ اگر علامت E° یک نیم‌سلول منفی باشد

۱) در جدول E° بالاتر از SHE قرار دارد.

۲) گونه‌ی سمت راست آن از $H_۲$ کاهنده قوی‌تری است.

۳) گونه‌ی سمت چپ آن از $H_۳O^+$ اکسنده ضعیف‌تری است.

۴) با اتصال به SHE ، جهت حرکت الکترون‌ها به سمت SHE خواهد بود.

✪✪ اگر علامت E° یک نیم سلول مثبت باشد

۱) در جدول E° پایین‌تر از SHE قرار دارد.

۲) گونه‌ی سمت چپ آن از $H_۳O^+$ اکسنده‌ی قوی‌تری است.

۳) گونه‌ی سمت راست آن از $H_۲$ کاهنده‌ی ضعیف‌تری است.

۴) با اتصال به SHE ، جهت حرکت الکترون‌ها از SHE به سمت این نیم سلول خواهد بود.

جدول پتانسیل کاهشی

نیم‌واکنش	E° (ولت)
$F_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-(aq)$	+۲/۸۷
$O_3(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons O_2(g) + H_2O(\ell)$	+۲/۰۷
$Co^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Co^{2+}(aq)$	+۱/۸۲
$Au^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Au(s)$	+۱/۶۸
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(\ell)$	+۱/۵۲
$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	+۱/۳۶
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O(\ell)$	+۱/۲۳
$Pt^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pt(s)$	+۱/۲۰
$Br_2(\ell) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$	+۱/۰۷
$Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Hg(\ell)$	+۰/۸۵
$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+۰/۸۰
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	+۰/۷۷
$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2O_2(aq)$	+۰/۶۸
$MnO_{4(aq)}^- + e^- \rightleftharpoons MnO_{4(aq)}^{2-}$	+۰/۵۶
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq)$	+۰/۱۵
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+۰/۳۴
$O_2(g) + 2H_2O(\ell) + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-(aq)$	+۰/۴۰
$Cu^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+۰/۵۲
$I_{2(s)} + 2e^- \rightleftharpoons 2I_{(aq)}^-$	+۰/۵۴
$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	۰/۰۰
$Fe^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	−۰/۰۴
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	−۰/۱۳
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	−۰/۱۴
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	−۰/۲۵
$V^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons V^{2+}(aq)$	−۰/۲۶
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Co(s)$	−۰/۲۸
$Cr^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Cr^{2+}(aq)$	−۰/۴۰
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	−۰/۴۴
$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cd(s)$	−۰/۴۴
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Cr(s)$	−۰/۷۴
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	−۰/۷۶
$2H_2O(\ell) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) + 2OH^-(aq)$	−۰/۸۳
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mn(s)$	−۱/۱۸
$V^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons V(s)$	−۱/۲۰
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Al(s)$	−۱/۶۶
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	−۲/۳۸
$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	−۲/۷۱
$Ca^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ca(s)$	−۲/۸۷
$Ba^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ba(s)$	−۲/۹۰
$K^+(aq) + e^- \rightleftharpoons K(s)$	−۲/۹۲

تمرین : کدام یک از عنصرهای زیر در برابر هیدروژن (SHE) آند و کدام یک کاتد هستند ؟

(E° رو که حفظ نمی‌کنند! از رو جدول ببین)

۱) Ba　　۲) Br_2　　۳) Fe　　۴) Cu

۵) I_2　　۶) Zn　　۷) Cd　　۸) Mn

پاسخ :

تست ۸۶ : کدام فلز زیر قدرت کاهندگی بیش‌تری دارد؟

۱) Na　　۲) Ag　　۳) Cu　　۴) Sn

پاسخ :

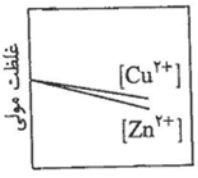
تست ۸۷ : قدرت اکسندگی ..... بیش‌تر از ..... و کم‌تر از ..... است.

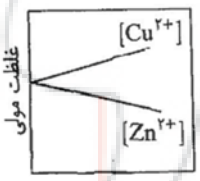
۱) کلر – اکسیژن - فلوئور　　۲) کلر – برم – اکسیژن

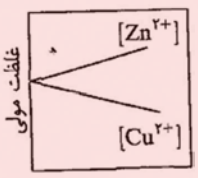
۳) اکسیژن – کلر – فلوئور　　۴) اکسیژن – کلر - ید

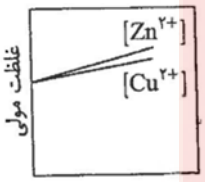
پاسخ :

تست ۸۸ : با توجه به پتانسیل E° دو فلز روی و مس ، کدام نمودار تغییر غلظت یون‌های موجود در سلول گالوانی تشکیل شده از این دو عنصر را نشان می‌دهد؟ $(E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34V \ , \ E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76V)$ *(تمرین دوره‌ای صفحه ۶۴)*

۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ :

تست ۸۹ : با توجه به جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد داده شده ، کدام گونه ، کاهنده ی قوی‌تر و کدام گونه اکسنده‌ی قوی‌تری است؟ (از راست به چپ)

نیم‌واکنش	$E^\circ(V)$
$Ni^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Ni(s)$	$-0/25$
$Cr^{3+}(aq)+3e^- \longrightarrow Cr(s)$	$-0/74$
$Hg^{2+}(aq)+2e^- \longrightarrow Hg(l)$	$+0/85$
$2H^+(aq)+2e^- \longrightarrow H_2(g)$	۰

۱) $Hg - Cr$

۲) $Hg^{2+} - Cr$

۳) $Cr^{3+} - Hg$

۴) $Hg - Cr^{3+}$

پاسخ :

تست ۹۰ : با توجه به نمودار روبه‌رو ، کاهنده‌ترین و اکسنده‌ترین گونه در این نمودار به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند و چند مورد از این الکترودها در واکنش با نیم‌سلول SHE نقش کاتد را ایفا خواهد کرد؟ (پیوند ریاضی صفحه ۴۸)

۱) یون منیزیم – فلز نقره – ۳

۲) فلز روی – یون مس – ۲

۳) فلز مس – یون آهن – ۳

۴) فلز منیزیم – یون نقره – ۲

پاسخ :

پیشگویی درباره انجام پذیر بودن یا انجام ناپذیر بودن واکنش ها

یک واکنش شیمیایی را می‌توان به دو نیم واکنش تقسیم کرد و اگر فرض کنیم این واکنش در یک سلول الکتروشیمیایی رخ می‌دهد و می‌توان تصور کرد که هر نیم واکنش نیز در یک نیم سلول انجام می‌گیرد و با پیدا کردن پتانسیل‌های کاهشی هر نیم سلول و محاسبه E° می‌توان به راحتی انجام پذیری یا انجام ناپذیری واکنش یاد شده را پیش بینی کرد .

الف) *اگر علامت* E° ..... *باشد ، واکنش از سمت چپ به راست انجام پذیر خواهد بود .*

ب) *اگر علامت سلول* E° ..... *باشد، حکایت از انجام ناپذیر بودن واکنش یا انجام پذیر بودن واکنش از سمت راست به چپ دارد .*

نکته : برای تعیین انجام پذیر بودن یا عدم انجام پذیر بودن واکنش از روی E° نیم سلول‌ها نمی‌توان E° سلول را تعیین کرد. بلکه باید از روی واکنش آند یا کاتد معلوم شود و سپس از E° ها برای محاسبه‌ی E° کلی استفاده کرد .

تمرین : کدام یک از واکنش‌های زیر انجام پذیرند ؟

(I) $Fe(s) + HCl(aq) \longrightarrow H_2(g) + FeCl_2(aq)$

(II) $2NaCl(aq) + Br_2(aq) \longrightarrow 2NaBr(aq) + Cl_2(g)$

نیم واکنش	E° (ولت)
$Fe^{2+}(aq) + 2e \rightleftharpoons Fe(s)$	$E^\circ = -0/0409\,V$
$2H^+(aq) + 2e \rightleftharpoons H_2(g)$	$E^\circ = +0/00\,V$
$Br_2(aq) + 2e \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$	$E^\circ = +1/087$
$Cl_2(aq) + 2e \longrightarrow 2Cl^-(aq)$	$E^\circ = +1/358\ V$

نکاتی در مورد جدول پتانسیل کاهشی استاندارد :

عناصر بالای جدول پتانسیل کاهشی ..... دارند پس خاصیت کاهندگی ..... دارند . این وضعیت در مورد عناصر پایین جدول برعکس است . بنابراین ..... کاهنده‌ترین عنصر و ..... اکسنده‌ترین عنصر است .

در تشکیل یک سلول الکتروشیمیایی از دو فلز ، همیشه فلز ..... (E° .....) آند و فلز ..... (E° .....) کاتد را تشکیل می‌دهد .

فلز بالاتر (E° منفی تر) می‌تواند کاتیون فلز پایین‌تر (E° مثبت‌تر) را از یک ترکیب جدا کند به این ترتیب می‌توان انجام پذیر بودن واکنش را پیش بینی کرد .

می‌توان گفت که در فلزات قانون ..... حاکم است.

فلز پایین‌تر + کاتیون فلز بالاتر ⟶ کاتیون فلز پایین‌تر + فلز بالاتر

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

نکته : فلزاتی که بالاتر از آب هستند با آب واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند . فلزات اصلی مانند :

Cr^{2+} , Ti , Mn , Ca , K , Na

$$2H_2O(\ell) + 2e \rightleftharpoons H_2(g) + 2OH^-(aq) \qquad E^\circ = -0/8277\ V$$

نکته : فلزاتی که E° منفی دارند « بالای هیدروژن » با اسیدهای قوی نظیر نیتریک اسید و سولفوریک اسید و هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند و گاز هیدروژن آزاد می‌کنند .

تست ۹۱ : فلزهایی با هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهند که .....

۱) در تشکیل سلول با هیدروژن نقش قطب مثبت داشته باشند .

۲) پتانسیل الکترود کاهش آن‌ها مثبت باشد .

۳) در تشکیل سلول با هیدروژن نقش کاتد داشته باشند .

۴) پتانسیل الکترود کاهش آن‌ها منفی باشد .

پاسخ :

تست ۹۲ : با توجه به واکنش‌های داده شده که به‌طور طبیعی انجام می‌شوند ، کدام گزینه درست است؟ (تمرین دوره‌ای صفحه ۶۴)

۱) $2Cr^{2+}(aq) + Sn^{2+}(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + Sn(s)$

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

۳) $Fe(s) + 2Cr^{3+}(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2Cr^{2+}(aq)$

۱) قدرت کاهندگی گونه‌ها به صورت $Sn > Cr^{2+} > Fe$ است.

۲) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد ، نیم‌واکنش $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sn(s)$ بالاتر از بقیه قرار دارد.

۳) در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد ، نیم‌واکنش $Cr^{3+}(aq) \longrightarrow Cr^{2+}(aq) + e^-$ بین دو نیم‌واکنش دیگر قرار دارد.

۴) قدرت اکسندگی گونه‌ها به صورت $Sn^{2+} > Cr^{2+} > Fe^{2+}$ است.

پاسخ :

تست ۹۳ : با توجه به واکنش زیر ، M می‌تواند فلز ..... باشد که در جدول تناوبی در گروه ..... و در جدول پتانسیل کاهشی الکترودی استاندارد در ..... هیدروژن جای دارد. (سنجش ۹۳)

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

۲) $M(s) + Hg^{2+}(aq) \longrightarrow M^{2+}(aq) + Hg(\ell)$

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

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

۱) مس - IIB - پایین

۲) مس - IB - پایین

۳) نیکل - VIIIB - بالای

۴) نیکل - VIIB - بالای

پاسخ :

تست ۹۴ : کدام مطلب درمورد سلول (پیل) الکتروشیمیایی « روی – نقره » درست است ؟

$E^\circ(Ag^+ / Ag) = +0/8\ V$ ، $E^\circ(Zn^{2+} / Zn) = -0/76\ V$

۱) الکترود روی در آن مثبت است و یون‌های Zn^{2+} اکسید می‌شوند.

۲) الکترون در آن از درون محلول از تیغه روی به تیغه نقره می‌رود .

۳) ضمن واکنش غلظت Ag^+ در محلول افزایش می‌یابد و یون‌های Ag^+ کاهش می‌یابند.

۴) E° آن برابر ۱/۵۶ ولت است .

پاسخ :

تست ۹۵ : کدام واکنش ، در جهتی که نشان داده شده است ، انجام پذیر است ؟ (سراسری – ۸۷)

$E^\circ(Hg^{2+}/Hg) = +0/85\,V$ و $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0/34\,V$

$E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -0/22\,V$ و $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\,V$

۱) $Ni + Fe^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Fe$

۲) $Cu + Fe^{2+} \longrightarrow Cu^{2+} + Fe$

۳) $Fe + Cu^{2+} \longrightarrow Fe^{2+} + Cu$

۴) $Hg + Ni^{2+} \longrightarrow Hg^{2+} + Ni$

پاسخ :

تست ۹۶ : در مورد سلول (پیل) الکتروشیمیایی (آهن – نقره) کدام مطلب درست است ؟

$E^\circ(Ag^{+}/Ag) = +0/87\,V$ و $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44\,V$

۱) الکترود آهن در آهن نقش کاتد و الکترود نقره نقش آند را دارد .

۲) ضمن واکنش آن غلظت Ag^+ کاهش و غلظت Fe^{2+} افزایش می‌یابد .

۳) E° آن برابر $+0/36$ ولت است .

۴) واکنش آن به صورت $Fe + 2Ag^+ \longrightarrow Fe^{2+} + 2Ag$ است .

پاسخ :

تست ۹۷ : با توجه به E° الکترودها : (سراسری تجربی خارج کشور ۹۲)

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

$E^\circ(Hg^{2+}(aq)/Hg(s)) = +0/85\,V$ و $E^\circ(Co^{2+}(aq)/Co(s)) = -0/26\,V$

چند واکنش اکسایش – کاهش داده شده‌ی زیر ، به صورت خود به خودی انجام می‌شود؟

آ) $Cu^{2+}(aq) + Hg(\ell) \longrightarrow Hg^{2+}(aq) + Cu(s)$

ب) $Hg^{2+}(aq) + Cd(s) \longrightarrow Hg(\ell) + Cd^{2+}(aq)$

پ) $Hg^{2+}(aq) + Co(s) \longrightarrow Hg(\ell) + Co^{2+}(aq)$

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۹۸ : با توجه به E° الکترود نیکل $(-0/25V)$ و E° الکترود مس $(+0/34V)$ کدام مطلب در شرایط استاندارد ، نادرست است؟ (سراسری ریاضی خارج کشور ۸۸)

۱) $Cu^{2+}(aq)$ از $Ni^{2+}(aq)$ اکسنده‌تر است.

۲) $Ni(s)$ از $Cu(s)$ ، کاهنده‌تر است.

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

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

پاسخ :

تست ۹۹ : با توجه به E° نیم‌واکنش‌های داده شده ، کدام مطلب درست است؟ (سراسری ریاضی ۹۲)

$E^\circ(Fe^{2+}(aq)/Fe(s)) = -0/44V$ و $E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s)) = -0/76V$ و $E^\circ(Ni^{2+}(aq)/Ni(s)) = -0/25V$

۱) در شرایط استاندارد ، فلز آهن با محلول نمک‌های روی واکنش می‌دهد.

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

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

۴) تفاوت E° سلول الکتروشیمیایی آهن – نیکل با E° سلول الکتروشیمیایی روی – نیکل برابر $0/32$ ولت است.

پاسخ :

تست ۱۰۰ : اگر E° واکنش : $A^{2+}(aq) + B(s) \longrightarrow B^{2+}(aq) + A(s)$ ، منفی و E° واکنش $B(s) + D^{2+}(aq) \longrightarrow B^{2+}(aq) + D(s)$ مثبت باشد ، کدام گزینه همواره درست است؟ (سراسری ریاضی ۹۳)

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

۲) ترتیب اکسندگی کاتیون‌های سه فلز به صورت : $A^{2+} > D^{2+} > B^{2+}$ است.

۳) واکنش : $A(s) + D^{2+}(aq) \longrightarrow A^{2+}(aq) + D(s)$ ، در شرایط استاندارد خود به خودی است.

۴) اگر پتانسیل کاهشی استاندارد الکترود D برابر $+0/33$ ولت باشد ، فلز A با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد.

پاسخ :

تست ۱۰۱ : اگر جرم اولیه آند در سلول الکتروشیمیایی $Mg-Cu$ برابر با ۴۸ گرم باشد، به ازای خورده شدن چند درصد از جرم آند ، ۲/۵۶ گرم بر جرم کاتد افزوده می‌شود؟ $(Cu=۶۴ , Mg=۲۴)$

۱) ۴۸ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۲۴

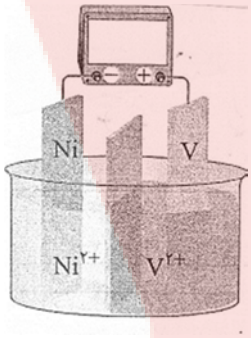
پاسخ :

تست ۱۰۲ : اگر جرم تیغه‌ی آند و کاتد در سلول الکتروشیمیایی $Al-Cu$ برابر باشد ، به ازای افزایش ۴۸ ٪ جرم تیغه‌ی کاتد ، چند درصد از جرم تیغه‌ی آند کم می‌شود؟ $(Cu=۶۴ , Al=۲۷)$

۱) ۶/۲۵ ۲) ۱۳/۵ ۳) ۲۰/۲۵ ۴) ۲۷

پاسخ :

تست ۱۰۳ : در سلول الکتروشیمیایی روبه‌رو ، ولت‌سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟



$Ni^{۲+}(aq)+۲e^- \longrightarrow Ni(s) \quad , \quad E^\circ=۰/۲۵V$

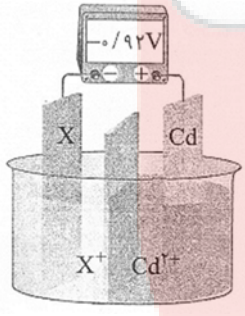
$V^{۲+}(aq)+۲e^- \longrightarrow V(s) \quad , \quad E^\circ=-۱/۲V$

۱) $+۰/۹۵$ ۲) $-۱/۴۵$

۳) $+۱/۴۵$ ۴) $-۰/۹۵$

پاسخ :

تست ۱۰۴ : با توجه به سلول گالوانی مقابل ، نیروی الکتروموتوری نیم‌سلول $۲X^+(aq)+۲e^- \longrightarrow ۲X(s)$ کدام است؟



$(E^\circ(Cd^{۲+}/Cd)=-۰/۴V)$

۱) $+۱/۰۲$ ۲) $+۰/۵۲$

۳) $-۰/۵۲$ ۴) $-۱/۰۴$

پاسخ :

تست ۱۰۵ : emf سلولی که واکنش $A(s)+2Ag^{+}(aq) \longrightarrow A^{2+}(aq)+2Ag(s)$ در آن رخ می‌دهد برابر با $1/98V$ است. با توجه به جدول داده شده ، فلز A کدام است؟ *(تمرین دوره‌ای صفحه ۶۳)*

نیم‌واکنش کاهش	$E^{\circ}(V)$
$Ag^{+}(aq)+e^{-} \longrightarrow Ag(s)$	$+0/8$
$Fe^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow Fe(s)$	$-0/44$
$Zn^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow Zn(s)$	$-0/76$
$Mn^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow Mn(s)$	$-1/18$
$Mg^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow Mg(s)$	$-2/37$

۱) Fe　　۲) Zn

۳) Mn　　۴) Mg

پاسخ :

تست ۱۰۶ : با توجه به نمودار روبه‌رو ، اختلاف emf کدام دو سلول از یکدیگر کم‌تر می‌باشد؟

۱) منیزیم – نقره ، منیزیم – آهن *(پیوند با ریاضی صفحه ۴۸)*

۲) منیزیم – آهن ، منیزیم – مس

۳) روی – نقره ، روی – مس

۴) روی – مس ، آهن – مس

پاسخ :

تست ۱۰۷ : اگر emf یک سلول الکتروشیمیایی که در آن واکنش $V(s)+A^{3+}(aq) \rightarrow A^{2+}(aq)+V^{2+}(aq)$ انجام می‌گیرد ، برابر با $0/78$ ولت باشد ، emf واکنش $Sn^{2+}(aq)+A^{2+}(aq) \rightarrow A^{3+}(aq)+Sn(s)$ برابر کدام گزینه است؟

$$E^{\circ}(Sn^{2+}/Sn)=-0/14V \quad , \quad E^{\circ}(V^{2+}/V)=-1/2V$$

۱) $0/56$　　۲) $0/28$　　۳) $0/92$　　۴) $0/64$

پاسخ :

تست ۱۰۸ : اگر E° یک سلول الکتروشیمیایی که در آن واکنش $A^{2+}+B \longrightarrow B^{2+}+A$ انجام می‌گیرد با E° سلول الکتروشیمیایی دیگری که در آن واکنش $C^{2+}+B \rightarrow C+B^{2+}$ انجام می‌شود برابر باشد ، E° سلول دارای نیم‌سلول‌های B و Ag برابر کدام گزینه است؟

$$(E^{\circ}(A^{2+}/A)=-0/83V \quad , \quad E^{\circ}(C^{2+}/C)=+0/33V \quad , \quad E^{\circ}(Ag^{+}/Ag)=+0/8V)$$

۱) $1/05$　　۲) $0/55$　　۳) $1/3$　　۴) $1/38$

پاسخ :

آزمون دوم

۱- کدام عبارت در رابطه با واکنش $Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$ درست است ؟

۱) رنگ آبی محلول اولیه ، به مرور کاهش می‌یابد .

۲) عدد اکسایش اتم‌های روی کاهش می‌یابند و این اتم‌ها کاهنده‌اند .

۳) قدرت کاهندگی اتم مس کم تر از یون روی است .

۴) یک واکنش اکسایش – کاهش را نشان می‌دهد که اتم‌های مس کاهنده‌اند .

۲- با توجه به واکنش‌های زیر ، M می‌تواند کدام فلز باشد؟

$Sn(s) + M^{2+}(aq) \longrightarrow Sn^{2+}(aq) + M(s)$ $\quad$ $Fe(s) + M^{2+}(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + M(s)$

$H_2(s) + M^{2+}(aq) \longrightarrow 2H^{+}(aq) + M(s)$ $\quad$ $Ni(s) + M^{2+}(aq) \longrightarrow Ni^{2+}(aq) + M(s)$

۱) Zn $\quad$ ۲) Mg $\quad$ ۳) Cu $\quad$ ۴) Mn

۳- در پیل الکتروشیمیایی $(Al - Cu)$ ولتاژ پیل ۱/۹۴ ولت و در پیل $(Zn - Cu)$ ولتاژ پیل برابر ۱/۱ ولت است . اختلاف پتانسیل پیل (آلومینیوم – روی) چند ولت است ؟

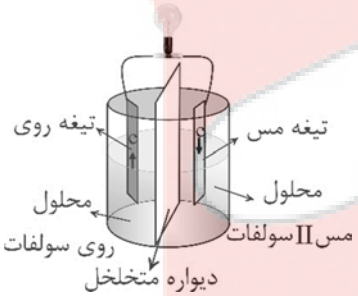
۱) ۰/۹ $\quad$ ۲) ۰/۸۴ $\quad$ ۳) ۰/۸۶ $\quad$ ۴) ۱/۶۶

۴- اگر در شرایط یکسان و دما و فشار ، حجم گاز تولید شده در سلول الکتروشیمیایی $Al - H_2$ با حجم گاز تولید شده در سلول الکتروشیمیایی $Mg - H_2$ برابر باشد ، نسبت تغییر جرم تیغه‌ی آلومینیوم به تغییر جرم تیغه‌ی منیزیم چند درصد است؟

$(Al = 27 , Mg = 24 : g \cdot mol^{-1})$

۱) ۵۰ $\quad$ ۲) ۳۳ $\quad$ ۳) ۶۶ $\quad$ ۴) ۷۵

۵- با توجه به شکل روبرو ، کدام مطلب درباره‌ی آن درست است؟



۱) طرحی از یک سلول الکترولیتی است.

۲) الکترود مس در آن قطب منفی و کاتد است.

۳) واکنش سلول ، $Cu^{+}(aq) + Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

۴) الکترون در آن از الکترود روی به سمت الکترود مس در محلول جریان پیدا می‌کند.

۶- شمار الکترون‌های مبادله شده در کدام واکنش بیش‌تر است؟

۱) $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \longrightarrow 2Fe(aq) + 3CO_2(g)$

۲) $Al(s) + 3HCl(aq) \longrightarrow ALCl_3(aq) + \frac{3}{2}H_2(g)$

۳) $3CuI_2(s) \longrightarrow 2CuI(s) + I_2(g)$

۴) $2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g)$

۷- با توجه به E° الکترود مس ، آهن و منیزیم ، واکنش کدام دو گونه شیمیایی در جهتی که نوشته شده است ، در شرایط استاندارد انجام پذیر است؟

$E^\circ(Cu^{2+}(aq)/Cu(s)) = +0/34\,v$

$E^\circ(Fe^{2+}(aq)/Fe(s)) = -0/41v$

$E^\circ(Mg^{2+}(aq)/Mg(s)) = -2/38\,v$

۱) $Cu(s) + 2H^+(aq) \longrightarrow$

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

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

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

۸- کدام دو واکنش از نوع اکسایش – کاهش‌اند ؟

a) $P_4(s) + 10Cl_2(g) \longrightarrow 4PCl_5(\ell)$

b) $SO_2(g) + H_2O(\ell) \longrightarrow H_2SO_3(aq)$

c) $2K_2CrO_4(aq) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow 2K_2Cr_2O_7(aq) + K_2SO_4(aq) + H_2O(\ell)$

d) $Na_2SO_3(aq) + S(s) \longrightarrow Na_2S_2O_3(aq)$

۱) c , b ۲) b , a ۳) d , a ۴) d , c

۹- با توجه به داده‌های زیر می‌توان دریافت که ..... اکسنده‌ی قوی‌تر ، ..... کاهنده‌ی قوی‌تر است و ..... می‌تواند ..... را از محلول نمک‌های آن آزاد سازد.

(تجربی خارج کشور ۸۷)

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$ و $E^\circ = +0/34\ V$ $\quad$ $Ce^{4+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Ce^{3+}(aq)$ و $E^\circ = +1/61\ V$

$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Al(s)$ و $E^\circ = -1/66\ V$ $\quad$ $Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$ و $E^\circ = -0/15\ V$

۱) $Cu^{2+}(aq) , Sn(s) , Al(s) , Ce^{4+}(aq)$

۲) $Sn^{2+}(aq) , Cu(s) , Al(s) , Ce^{4+}(aq)$

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

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

۱۰- با توجه به این که واکنش : $Ni(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Ni^{2+}(aq) + Cu(s)$ ، به طور خود به خودی پیش می‌رود ، کدام نتیجه‌گیری درست است؟

(ریاضی خارج کشور ۸۷ و ۸۸)

۱) E° الکترود نیکل از E° الکترود مس بزرگ‌تر است.

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

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

۴) تمایل $Ni(s)$ برای از دست دادن الکترون در مقایسه با مس بیش‌تر است.

۱۱- اگر در سلول گالوانی $Al-H_2$ در شرایط استاندارد ، پس از مدتی جرم تیغه‌ی آند ۲/۱۶ گرم تغییر یابد، pH نیم سلول هیدروژن چه مقدار خواهد شد؟ (حجم محلول هر دو نیم سلول را برابر با ۶۰۰ میلی لیتر در نظر بگیرید.)

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۸

۱۲- با توجه به پتانسیل‌های کاهشی استاندارد نیم‌واکنش‌های زیر : *(سراسری تجربی ۹۰)*

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

$Mg^{2+}(aq)+2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$ و $E^\circ=-2/38\ V$

$I_2(s)+2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$ و $E^\circ=+0/54\ V$

$Cl_2(g)+2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$ و $E^\circ=+1/36\ V$

$Ag^+(aq)+e^- \rightleftharpoons Ag(s)$ و $E^\circ=+0/8\ V$

کدام دو واکنش زیر به صورت خود به خودی انجام می‌شوند؟

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

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

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

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

۱) a و b ۲) b و c ۳) a و c ۴) c و d

۱۳- به ترتیب از راست به چپ مجموع ضرایب استوکیومتری معادله‌ی موازنه شده‌ی کدام گزینه از بقیه بیش‌تر و کدام گزینه از بقیه کم‌تر است؟

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

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

پ) $Cr(s)+Fe^{3+}(aq) \longrightarrow Cr^{3+}(aq)+Fe^{2+}(aq)$

ت) $Zn(s)+H^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq)+H_2(g)$

۱) ب و ت ۲) آ و ب ۳) آ و پ ۴) پ و ت

۱۴- در سلول استاندارد گالوانی ..... ، با گذشت زمان ..... می‌شود.

۱) « آهن – نقره » ، از جرم تیغه‌ی نقره کاسته و بر جرم تیغه‌ی آهن افزوده . $E^\circ(Ag^+(aq)/Ag(s))=+0/80v$

۲) « مس – نقره » ، به جرم تیغه‌ی مس افزوده و از جرم تیغه‌ی نقره کاسته . $E^\circ(Fe^{2+}(aq)/Fe(s))=-0/41v$

۳) « روی – مس » ، از شدت رنگ محلول الکترولیت نیم سلول کاتد کاسته . $E^\circ(Cu^{2+}(aq)/Cu(s))=+0/34v$

۴) « روی – آهن » ، بر شدت رنگ محلول الکترولیت نیم سلول آند افزوده . $E^\circ(Zn^{2+}(aq)/Zn(s))=-0/76v$

۱۵- در واکنش زیر، پس از موازنه ، نسبت تعداد هیدروژن ها به اکسیژن ها کدام است؟

$$Cr_2O_7^{2-}(aq)+H^+(aq)+H_2S(aq) \longrightarrow Cr^{3+}(aq)+S(s)+H_2O(\ell)$$

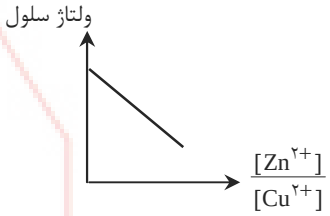
۱) $\frac{6}{7}$ ۲) $\frac{3}{7}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) ۲

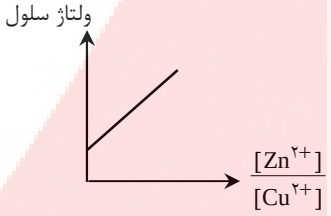
۱۶- در واکنش زیر ، پس از موازنه ، تفاوت مجموع ضرایب دوطرف معادله چقدر است؟

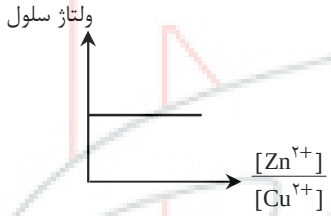
$$Au(s) + NO_3^-(aq) + Cl^-(aq) + H^+(aq) \longrightarrow AuCl_4^-(aq) + NO(g) + H_2O$$

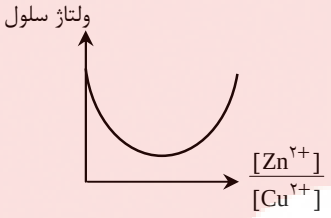
۱) صفر ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۲

۱۷- در سلول $(Zn-Cu)$ ، تغییرات ولتاژ سلول بر حسب نسبت $\frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$ کدام است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۱۸- در سلول گالوانی « روی – مس » اگر از تیغه‌ی آندی ۲۶ گرم کاسته شود ، چند گرم به جرم تیغه‌ی کاتدی اضافه می‌شود؟

$$(Cu = 64 \ , \ Zn = 65 : g : mol^{-1})$$

۱) ۳۸/۲ ۲) ۱۲/۸ ۳) ۲۵/۶ ۴) ۳۲

۱۹- در سلول گالوانی « آلومینیم – آهن » برای این‌که ۲۸ گرم به جرم تیغه‌ی کاتدی افزوده شود ، چند مول الکترون باید مبادله شود؟ (واکنش موازنه شده‌ی سلول به صورت $2Al(s) + 3Fe^{2+}(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3Fe(s)$ است. $(Fe = 56 \ , \ Al = 27 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۳

۲۰- اگر در سلول گالوانی « نیکل - SHE » در شرایط استاندارد ۳/۳۶ لیتر گاز هیدروژن تولید شود ، چند گرم از جرم تیغه‌ی آندی کاسته می‌شود؟ $E^\circ(Ni^{2+} / Ni) = -0/25V \ , \ (Ni = 59 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۷/۷ ۲) ۱۱/۸ ۳) ۸/۸۵ ۴) ۷/۰۸

۲۱- اگر تعداد الکترون‌های مبادله شده در سلول « منیزیم – روی » برابر با تعداد الکترون‌های مبادله شده در سلول « منیزیم – آلومینیم » باشد و از جرم تیغه‌ی آندی در سلول اول به اندازه‌ی ۲۸/۸g کاتدی در سلول دوم اضافه شده است؟

$$(Mg = 24 \ , \ Zn = 65 \ , \ Na = 23 \ , \ Al = 27 : g.mol^{-1})$$

$$E^\circ(Al^{3+} / Al) = -1/66V \ , \ E^\circ(Mg^{2+} / Mg) = -2/38V \ , \ E^\circ(Zn^{2+} / Zn) = -0/76V$$

۱) ۲۱/۶ ۲) ۶۴/۸ ۳) ۱۰/۸ ۴) ۴۳/۲

۲۲- اگر گاز هیدروژن تولید شده در سلول « کروم - SHE » وارد سلول « SHE - نقره » شده باشد و در این سلول ۳۲/۴ گرم بر جرم فلز نقره اضافه شده باشد ، در سلول « کروم - SHE » چند الکترون مبادله شده است؟ $(Ag = ۱۰۸ : g.mol^{-۱})$

(معادله‌ی واکنش سلول « کروم - SHE » را به صورت $۲Cr + ۶H^+(aq) \rightarrow ۲Cr^{۳+}(aq) + ۳H_۲(g)$ **در نظر بگیرید.)**

۱) $۹/۰۳ \times ۱۰^{۲۲}$ ۲) $۳/۶۱۲ \times ۱۰^{۲۳}$ ۳) $۷/۲۲۴ \times ۱۰^{۲۲}$ ۴) $۱/۸۰۶ \times ۱۰^{۲۳}$

۲۳- اگر در سلول گالوانی « $Mn - SHE$ » تیغه‌ای به جرم ۶۶ گرم از منگنز را قرار دهیم و پس از اتمام واکنش ، ۴/۵ لیتر گاز $H_۲$ با چگالی $۰/۴ g.L^{-۱}$ تولید شده باشد ، درصد خلوص تیغه‌ی منگنز برابر چند درصد است؟ $(Mn = ۵۵ \ , \ H = ۱ : mol^{-۱})$

$$Mn(s) + ۲H^+(aq) \rightarrow Mn^{۲+}(aq) + H_۲(g)$$

۱) ۵۰ ۲) ۷۵ ۳) ۸۰ ۴) ۴۰

۲۴- دو ظرف A و B را در اختیار داریم. محلول ظرف A محتوی ۰/۴ مول یون کروم و محلول ظرف B محتوی ۰/۷ مول یون نیکل است. اگر در هر ظرف تیغه‌ای از جنس روی به جرم ۹۰ گرم قرار دهیم ، در پایان واکنش‌ها ، اختلاف جرم روی در تیغه‌های هر دو محلول برابر کدام است؟

$$E^\circ(Cr^{۲+} / Cr) = -۰/۴۲V \ , \ E^\circ(Zn^{۲+} / Zn) = -۰/۷۶V \ , \ E^\circ(Ni^{۲+} / Ni) = -۰/۲۵V \qquad (Zn = ۶۵ : g.mol^{-۱})$$

۱) ۳۲/۵g ۲) ۸۴/۵g ۳) ۱۳g ۴) ۱۹/۵g

۲۵- با توجه به جدول داده شده کدام مطلب نادرست است؟ *(تمرین دوره‌ای صفحه ۶۴)*

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

۱) A^+ و A به ترتیب قوی‌ترین و ضعیف‌ترین اکسنده و کاهنده‌ی جدول هستند.

۲) A^+ و $B^{۲+}$ می‌توانند $C^{۲+}$ را اکسید کنند.

۳) $D^{۳+}$ و D به ترتیب ضعیف‌ترین و قوی‌ترین اکسنده و کاهنده‌ی جدول هستند.

۴) emf واکنش $D(s) + C^{۳+}(aq) \rightarrow D^{۳+}(aq) + C(s)$ برابر ۱/۴۷V است.

انواع سلول‌های شیمیایی

۱) سلول‌های گالوانی یا سلول‌های ولتایی :

سلول‌هایی هستند که هر دو نیم واکنش الکترودی آن‌ها به طور خود به خود انجام می‌گیرد و بر اثر وقوع آن‌ها انرژی ..... به انرژی ..... تبدیل می‌شود .

۲) سلول‌های الکترولیت :

سلول‌هایی هستند که انرژی ..... را به انرژی ..... تبدیل می‌کنند .

در این سلول‌ها با اعمال یک ولتاژ بیرونی، هر دو نیم‌واکنش الکترودی با صرف انرژی به سمت ایجاد تغییر شیمیایی رانده می‌شوند.

انواع سلول‌های گالوانی : سلول‌های نوع اول، سلول‌های نوع دوم

سلول‌های نوع اول:

باتری‌ها و سلول‌های ..... از جمله سلول‌های نوع اول هستند . این نوع سلول‌ها با تمام شدن واکنش دهنده‌های موجود در آن‌ها ..... می‌شوند و امکان شارژ یا پر کردن دوباره‌ی آن‌ها وجود ندارد .

سلول‌های نوع دوم:

شامل سلول‌های انباره‌ای (مانند باتری خودرو) و باتری‌های ..... هستند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد و مورد استفاده قرار داد .

خوردگی آهن

اکسیژن عنصر بسیار واکنش پذیری است ، به طوری که می‌تواند همه‌ی فلزها به جز فلزهای نجیب یعنی ..... و ..... و ..... را به طور خود به خودی اکسید کند .

همین واکنش پذیری بیش از اندازه‌ی اکسیژن و تمایل طبیعی برخی فلزها مانند آهن به زنگ زدن به مرور زمان سبب ترد شدن ، خرد شدن و فرو ریختن این فلزها می‌شود .

خوردگی چیست ؟ به ..... شدن و ..... شدن و ..... ریختن فلزها بر اثر ..... خوردگی می‌گویند .

زنگ زدن آهن ، تیره شدن نقره و زنگار سبز به سطح مس نمونه‌هایی از خوردگی هستند.

عوامل موثر در خوردگی
۱)
۲)
۳)

هنگامی که یک قطعه آهن در تماس با یک قطره آب قرار می‌گیرد ، یک واکنش اکسایش – کاهش روی می‌دهد :

نیم واکنش اکسایش : $Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

نیم واکنش کاهش : $O_2(g) + 2H_2O(\ell) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

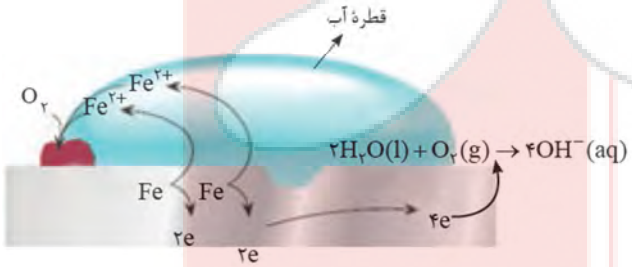
این دو واکنش در دو بخش مختلف قطعه‌ی آهن روی می‌دهند .

الکترون‌ها از میان فلز و از پایگاه آندی به سمت پایگاه کاتدی جریان می‌یابند (مدار درونی رسانای الکتریکی) . ولی یون‌ها در قطره‌ی آب (مدار بیرونی رسانای یونی) جریان یافته ، مدار الکتریکی را کامل می‌کنند .

به همین علت ، بدون آب مدار یاد شده کامل نیست و زنگ زدن روی نمی‌دهد .

نیم واکنش کاتدی در محلی روی می‌دهد که غلظت اکسیژن زیاد باشد

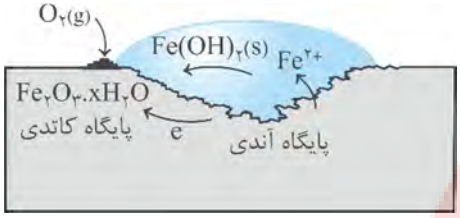
در حالی که نیم واکنش آندی در جایی روی می‌دهد که غلظت اکسیژن کم باشد



یون‌های آهن (II) به هنگام عبور از آب به صورت $Fe(OH)_2(s)$ رسوب می‌دهند . در ادامه ، این رسوب نیز اکسید می‌شود و به آهن (III) اکسید آب پوشیده یا زنگ آهن تبدیل می‌شود .

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

$4Fe(OH)_2(s) + O_2(g) + 2H_2O(\ell) \longrightarrow 4Fe(OH)_3(s)$



تذکر: $Fe(OH)_2$ را به صورت $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ نیز نشان می‌دهند که آهن (III) اکسید آب پوشیده گفته می‌شود .

نکته: آهن پر مصرف‌ترین فلز در جهان است. خوردگی آهن سالانه خسارت هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند . به طوری که در کشورهای صنعتی حدود ۲۰٪ از آهن و فولاد تولیدی برای جایگزین کردن قطعات خورده شده مصرف می‌شود .

نکته: ناخالصی‌ها و الکترولیت‌های خنثی و محیط اسیدی زنگ زدن آهن را تسریع می‌کنند ولی محیط قلیایی زنگ زدن را کند می‌کند .

نکته: آب باران بر سرعت خوردگی می‌افزاید . (چگونه ؟)

فداکاری فلزها برای حفاظت آهن

۱) رنگ زدن یا ضد زنگ زدن (Pb_3O_4)

۲) پوشاندن سطح آهن با موادی مانند روغن ، قیر
- ۱) روغن زدن قطعات فلزی
- ۲) قیر اندود کردن

۳) حفاظت کاتدی : در این روش آهن را به فلزاتی که E° ..... از آهن دارند (در ..... جدول هستند) متصل می‌نمایند که فلز مورد نظر در نقش ..... و آهن در نقش ..... ظاهر می‌شود و آهن از زنگ زدن حفظ می‌شود مانند اتصال لوله‌های نفتی به ..... و پل‌ها و بدنه کشتی‌ها به .....

محافظت آهن به وسیله روی در آهن سفید (آهن گالوانیزه)

آهن سفید را از فرو بردن ورق نازک آهن و فولاد در ..... مذاب و گاهی به روش آبکاری الکتریکی تهیه می‌کنند .

هر گاه خراشی بر آهن سفید وارد شود ..... در آن محافظت می‌شود ،

زیرا تمایل فلز ..... برای الکترون دهی بیشتر است و ..... دچار خوردگی می‌شود .

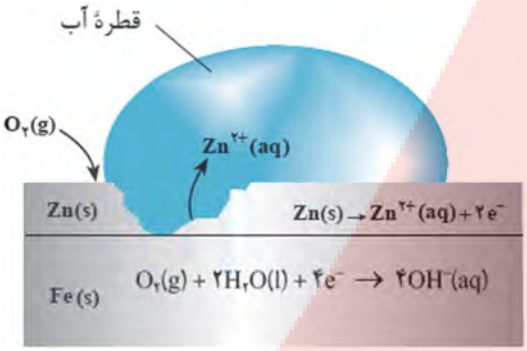
نیم واکنش آندی : $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$

فلز روی الکترون‌های خود را به اکسیژن حل شده در رطوبت می‌دهد و در نتیجه Fe به عنوان کاتد می‌ماند .

نیم واکنش کاتدی : $O_2(g) + 2H_2O(\ell) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

از آهن گالوانیزه در ساخت تانکر آب ، کانال کولر و... استفاده می‌شود.

اگر سطح آهن را به وسلیه‌ی کروم هم بپوشانیم همین اتفاق روی می‌دهد و کروم در آند قرار می‌گیرد و خورده می‌شود و آهن محافظت می‌شود .



نکته: به طور کلی اگر آهن در مجاورت فلزی قرار گیرد E° آن از E° آهن منفی‌تر باشد آهن زنگ نمی‌زند و اگر در مجاورت فلزی قرار گیرد که E° آن بزرگ تر و مثبت تر از E° آهن باشد آهن به شدت زنگ می‌زند .

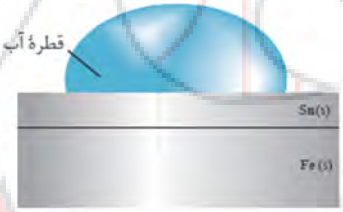
خورده شدن آهن در حلبی

حلبی چیست ؟ حلبی ورقه‌های نازک آهن و فولاد است که به وسیله لایه نازکی از ..... پوشیده و محافظت می‌شوند .

از حلبی برای ساختن قوطی‌های کنسرو مواد غذایی استفاده می‌شود زیرا اسیدهای ..... بر قلع اثر نمی‌کنند .

در موقع خراشیده شدن حلبی ..... در آند قرار می‌گیرد و خورده می‌شود و ..... در کاتد قرار می‌گیرد و محافظت می‌شود .

زیرا آهن در سری الکتروشیمیایی بالاتر از قلع قرار دارد . آهن ، اکسیژن محلول در آب را به OH^- کاهش می‌دهد و یون‌های OH^- با کاتیون‌های آهن تولید $Fe(OH)_2$ می‌کنند .



این جدول مقایسه آهن سفید و حلبی رو نشون می‌ده.

ماده	آند (−)	کاتد (+)	نیم‌واکنش آندی	نیم‌واکنش کاتدی
آهن سفید	Zn	Fe	$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$	$O_2(g) + 2H_2O(\ell) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$
حلبی	Fe	Sn	$Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$	$O_2(g) + 2H_2O(\ell) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$

نکته: فلزات ***قمارونک*** زنگ نمی‌زنند . البته زنگ می‌زنند ولی چون لایه اکسید سطح فلز را می‌پوشاند و مانع رسیدن اکسیژن به سایر قسمت‌های فلز می‌شود در نتیجه فلز محافظت می‌شود و گفته می‌شود که فلز مورد نظر زنگ نمی‌زند .

تست ۱۰۹ : وجود کدام یک در هوای مرطوب موجب کندی زنگ زدن آهن می‌شود ؟

۱) CO_2 ۲) H^+ ۳) SO_2 ۴) OH^-

پاسخ :

تست ۱۱۰ : در بین فلزهای زیر کدام یک همیشه حافظ کاتدی است ؟

۱) Sn ۲) Fe ۳) Al ۴) Cu

پاسخ :

تست ۱۱۱ : در بین چهار فلز زیر کدام یک همیشه حافظ کاتدی است ؟

۱) Zn ۲) Fe ۳) Mg ۴) Al

پاسخ :

نگهداری محلول‌ها در ظرف فلزی

محلول نمک یا کاتیون یک فلز را باید در ظرفی از جنس فلز پایین تر (در سری E°) نگهداری نمود .

چون ظرف مورد نظر باید از جنس فلزی باشد که کاتیون موجود در محلول نتواند با آن واکنش بدهد تا محلول و ظرف هر دو باهم سالم بمانند .

مثال : محلولی از نقره نیترات را نمی‌توان در ظرف آلومینیومی نگهداری کرد ، زیرا فلز Ag در سری E° پایین تر از Al است .

ولی برعکس محلول آلومینیوم نیترات را می‌توان در ظرف نقره ای نگهداری کرد .

مثال مهم : محلول نمک‌های فلزهای فعال نظیر Na و Mg و Al و Zn را می‌توان در ظروف فلزات غیر فعال نظیر مس ، نقره ، و ... نگهداری کرد .

تست ۱۱۲ : کدام گزینه با توجه به E° الکترودهای زیر ، نادرست است؟ **(سراسری تجربی خارج کشور ۹۳)**

I) $E^\circ(M^{2+}(aq)/M(s)) = -0/86\,V$ II) $E^\circ(A^{2+}(aq)/A(s)) = +0/34\,V$

III) $E^\circ(D^{2+}(aq)/D(s)) = -0/25\,V$

۱) فلز M ، از دو فلز دیگر ، کاهنده‌تر است.

۲) کاتیون A^{2+} ، از دو کاتیون دیگر ، اکسنده‌تر است.

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

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

پاسخ :

تست ۱۱۳ : با در نظر گرفتن موقعیت فلزها در جدول پتانسیل‌های کاهشی استاندارد که در آن فلز روی بالاتر از آهن بوده و نقره زیر هیدروژن جای دارد ، کدام مطلب درست است؟

۱) محلول نمک‌های نقره را می‌توان در ظرفی از جنس فلز آهن نگهداری کرد.

۲) اتم روی کاهنده‌تر از اتم آهن و یون $Ag^{+}(aq)$ اکسنده‌تر از یون $Fe^{2+}(aq)$ است.

۳) E° سلول الکتروشیمیایی روی – آهن ، از E° سلول الکتروشیمیایی روی – نقره ، بزرگ‌تر است.

۴) در سلول الکتروشیمیایی روی – نقره ، نقره قطب منفی و روی آند است و خورده می‌شود.

پاسخ :

تست ۱۱۴ : اگر واکنش : $Mg(s) + Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + Fe(s)$ ،در شرایط استاندارد خود به خودی باشد ، کدام مطلب نادرست است؟ **(سراسری تجربی ۹۲)**

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

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

۳) محلول نمک‌های منیزیم را می‌توان در ظرف آهنی نگهداری کرد.

۴) E° الکترود منیزیم از E° الکترود آهن کوچک‌تر است.

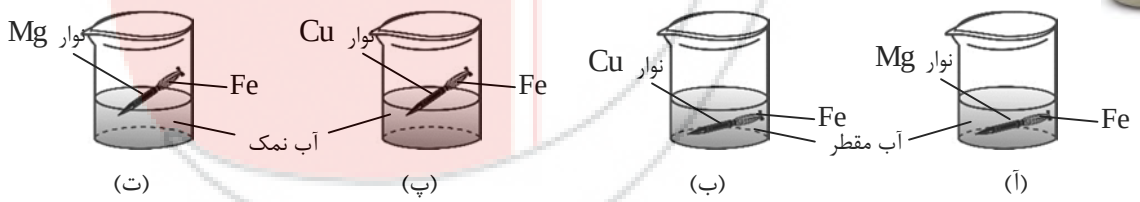
پاسخ :

تست ۱۱۵ : برای حفاظت کاتدی آهن ، باید آن را با فلزی که E° آن از E° آهن ..... باشد ، مانند ..... متصل کرد. در این صورت آن فلز ، در نقش ..... عمل می‌کند و از زنگ زدن آهن جلوگیری می‌کند.

۱) کوچک‌تر – منیزیم – آند ۲) کوچک‌تر – روی – کاتد ۳) بزرگ‌تر – قلع – آند ۴) بزرگ‌تر - مس – کاتد

پاسخ :

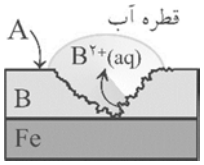
تست ۱۱۶ : به ترتیب در کدام ظرف میخ آهنی سریع‌تر زنگ می‌زند و در کدام ظرف از زنگ زدن محفوظ می‌ماند؟



۱) آ و پ ۲) آ و ب ۳) پ و آ ۴) پ و ت

پاسخ :

تست ۱۱۷ : اگر تصویر رو به رو ، به یک قطعه آهن سفید خراش برداشته در هوای مرطوب باشد ، A و B به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) Zn و O_2
۲) Zn و OH^-
۳) Sn و O_2
۴) Sn و OH^-

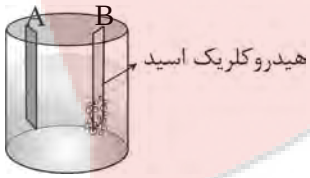
پاسخ :

تست ۱۱۸ : هرگاه در سطح آهن سفید ، در هوای مرطوب خراشی به وجود آید ، در محل آن خراش ، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود و در نتیجه ، ..... در نقش ..... ، ..... یافته و ..... می‌شود.

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

پاسخ :

تست ۱۱۹ : با توجه به شکل روبرو ، کدام عبارت نادرست است؟



۱) H_2 نسبت به فلز A ، کاهنده‌ی قوی تری است.
۲) H^+ نسبت به کاتیون فلز B ، اکسنده‌ی ضعیف‌تری است.
۳) فلز A نسبت به فلز B ، کاهنده‌ی ضعیف‌تری است.
۴) کاتیون فلز A نسبت به H^+ ، اکسنده‌ی قوی‌تری است.

پاسخ :

تست ۱۲۰ : با توجه به جدول روبرو ، نگه داری کدام محلول آبی در کدام ظرف امکان پذیر است؟

نیم‌واکنش	$E^\circ(v)$
$Cu^{2+}(aq) + e^- \longrightarrow Cu(s)$	$+0/34$
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Fe(s)$	$-0/44$
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Ni(s)$	$-0/25$

۱) محلول دارای یون‌های مس (II) در ظرف آهنی
۲) محلول دارای یون‌های Ni^{2+} در ظرف مسی
۳) محلول اسیدی در ظرف نیکلی
۴) محلول دارای یون‌های Ni^{2+} در ظرف آهنی

پاسخ :

تست ۱۲۱ : چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟

آ) فلز منیزیم می‌تواند آهن را از محلول آبی دارای یون‌های آن خارج کند.

ب) فلزهایی می‌توانند با هیدروکلریک اسید واکنش دهند که پتانسیل الکترودی آن‌ها مثبت باشد.

پ) با توجه به سری الکتروشیمیایی ، فلز نقره نمی‌تواند با یون Fe^{2+} واکنش دهد.

ت) محلول‌های اسیدی را می‌توان در ظرف‌های مسی یا نقره‌ای نگه داشت.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۱۲۲ : اگر در واکنش خوردگی یک تیغه‌ی آهنی ، ۴۲/۸ گرم زنگ آهن $(Fe_2O_3 \cdot 3H_2O)$ تشکیل شود ، در این واکنش چند میلی لیتر اکسیژن در شرایط STP مصرف می‌شود؟ $(Fe = 56 , O = 16 , H = 1 : g \cdot mol^{-1})$

۱) ۲۲۴۰ ۲) ۴۴۸۰ ۳) ۶۷۲۰ ۴) ۳۳۶۰

پاسخ :

تست ۱۲۳ : اگر بر اثر خراش قطعه‌ای آهن سفید ، ۱۰/۴ گرم فلز در آند اکسید شود ، در کاتد چند میلی لیتر گاز در شرایط STP مصرف می‌شود؟ $(Sn = 119 , Zn = 65 , Fe = 56 : g \cdot mol^{-1})$

۱) ۱۷۹۲ ۲) ۱۹۷۴ ۳) ۳۵۸۴ ۴) ۳۹۴۸

پاسخ :

الکترولیز یا برقکافت

تجزیه‌ی مواد به کمک جریان برق را ..... می‌گویند و دستگاهی که این عمل را انجام می‌دهد سلول ..... می‌گویند .

الکترولیز (برقکافت) : سلول الکترولیتی دستگاهی است که درآن یک واکنش شیمیایی « اکسایش – کاهش » غیر خود به خودی ، بر اثر عبور جریان الکتریسیته از محلول الکترولیت انجام می‌شود .

به بیان دیگر در دستگاه الکترولیز باید مقداری انرژی الکتریکی از یک منبع بیرونی (برای مثال یک باتری) مصرف شود تا یک واکنش « اکسایش – کاهش » غیر خود به خودی انجام گیرد .

نکته: برق مصرفی حتما باید به صورت جریان مستقیم باشد زیرا اگر از جریان متناوب استفاده شود قطب‌های مثبت و منفی به طور دائم عوض می‌گردد و کار دستگاه به هم می‌ریزد .

یک سلول الکترولیتی شامل دو الکترود است که در یک محلول الکترولیت فرو رفته است . این الکترولیت می‌تواند یک ترکیب ..... یا محلول یک ماده‌ی ..... باشد .

الکترودها را معمولا از جنس ..... یا ..... انتخاب می‌کنند زیرا این مواد جریان برق را خیلی خوب از خود عبور می‌دهند و در ضمن فعالیت شیمیایی بسیار کمی نیز دارند و به همین دلیل با مواد موجود در الکترولیت واکنش نمی‌دهند .

در دستگاه الکترولیز (سلول‌های الکترولیتی) ، کاتد نقش قطب ..... و آند نقش قطب ..... را دارد .

تذکر: *نقش کاتد و آند در سلول‌های الکتروشیمیایی و الکترولیتی عکس یکدیگر هستند .*

جهت حرکت الکترون‌ها در خارج از الکترولیت ، از ..... به سمت ..... است .

الکترود آند پس از قرار گرفتن در الکترولیت الکترون‌ها را از الکترولیت خارج می‌کند (الکترون‌های حاصل از فرآیند اکسایش گونه‌های موجود در الکترولیت)

الکترود کاتد پس از قرار گرفتن در الکترولیت ، الکترون‌های رانده شده از منبع را به الکترولیت منتقل می‌کنند (الکترون‌های مورد نیاز برای کاهش گونه‌های موجود در الکترولیت)

نکته: در قطب (منفی) کاتد عمل کاهش و در قطب (مثبت) آند عمل اکسایش صورت می‌گیرد .

مقایسه‌ی سلول‌های گالوانی و الکترولیتی

سلول‌های گالوانی	سلول‌های الکترولیتی
واکنش‌ها خود به خودی اند	واکنش‌ها غیر خود به خودی اند
واکنش‌ها گرما	واکنش‌ها گرما .....
سطح انرژی فرآورده‌ها از واکنش دهنده‌ها ..... است	سطح انرژی فرآورده‌ها از واکنش دهنده‌ها ..... است
در آند نیم واکنش ..... انجام می‌شود	در آند نیم واکنش ..... انجام می‌شود
در کاتد نیم واکنش ..... انجام می‌شود	در کاتد نیم واکنش ..... انجام می‌شود
آند قطب ..... و کاتد قطب ..... است	آند قطب ..... و کاتد قطب ..... است

تشابه سلول گالوانی با سلول الکترولیتی

۱) در هر دو سلول ، آنیون‌ها به سمت آند و کاتیون‌ها به سمت کاتد حرکت می‌کند.

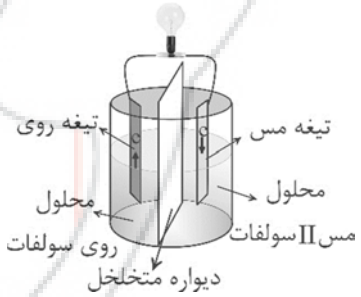
۲) در هر دو سلول نیم‌واکنش اکسایش در آند و نیم‌واکنش کاهش در کاتد صورت می‌گیرد.

۳) در هر دو سلول الکترون‌ها از آند به کاتد جا به جا می‌شوند.

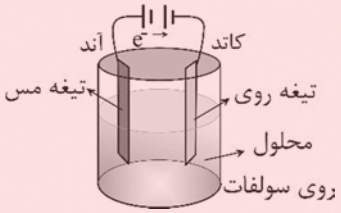
تشخیص تستی سلول‌های الکتروشیمیایی

سلول الکتروشیمیایی
- با دیواره متخلخل ← سلول گالوانی یا ولتایی
- بدون دیواره متخلخل ← سلول الکترولیتی

مثال : به سلول‌های زیر و شیوه‌ی تشخیص تستی هر کدام در زیر هر شکل خووووب توجه کن. (فهمیدی !؟)



سلول گالوانی



سلول الکترولیتی

الکترولیز { نمک‌های مذاب / محلول نمک‌های گوناگون

برقکافت آب

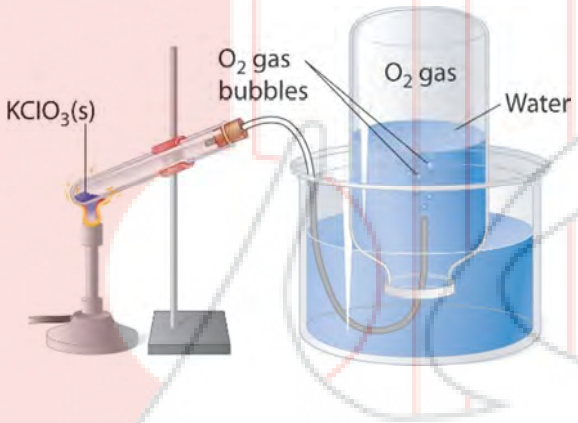
برقکافت آب : فرآیندی است که طی آن آب به عنصرهای سازنده‌اش تجزیه می‌شود .

نیم واکنش اکسایش آندی : $۶H_۲O(\ell) \longrightarrow O_۲(g) + ۴H_۳O^+(aq) + ۴e^-$

نیم واکنش کاهش کاتدی : $۴H_۲O(\ell) + ۴e^- \longrightarrow ۲H_۲(g) + ۴OH^-(aq)$

واکنش کلی $۲H_۲O(\ell) \longrightarrow ۲H_۲(g) + O_۲(g)$

همانطور که ملاحظه می‌شود حجم گاز هیدروژن تولید شده دو برابر حجم گاز اکسیژن تولید شده است .



تست ۱۲۴ : در یک سلول الکترولیتی ، تبدیل انرژی از ..... انجام می‌شود و واکنش کاهش ، در سطح قطب ..... انجام می‌شود.

۱) شیمیایی به الکتریکی – منفی
۲) الکتریکی به شیمیایی – مثبت
۳) الکتریکی به شیمیایی – منفی
۴) شیمیایی به الکتریکی – مثبت

پاسخ :

تست ۱۲۵ : نیم‌واکنش اکسایش در سلول الکترولیتی برقکافت آب کدام است؟ (الکترون‌ها در نیم‌واکنش‌ها نمایش داده نشده‌اند.)

۱) $۲H_۲O(l) + O_۲(g) \rightarrow ۴OH^-(aq)$
۲) $۲H_۲O(l) \rightarrow O_۲(g) + ۴H^+(aq)$
۳) $۲H_۲O(l) \rightarrow H_۲(g) + ۲OH^-(aq)$
۴) $۲H_۲O(l) + O_۲(g) \rightarrow H_۳O^+(aq)$

(فود را بیازمایید صفحه ۵۴)

پاسخ :

تست ۱۲۶ : کدام گزینه جای خالی (آ) و (ب) را به نادرستی و جای خالی (ب) را به درستی تکمیل می‌کند؟

(شکل روبه‌رو مربوط به برقکافت آب است.)

آ) مایع درون سلول روبه‌رو چیست؟

ب) تیغه‌ی سمت چپ در سلول روبه‌رو چه نقشی دارد؟

پ) کدام مواد در تیغه‌ی سمت راست سلول روبه‌رو تولید می‌شوند؟

۱) آب خالص – کاتد – یون هیدروژن و گاز اکسیژن

۲) محلول رقیق الکترولیت – آند – یون هیدروکسید و گاز هیدروژن

۳) محلول غلیظ الکترولیت – آند – یون هیدروکسید و گاز هیدروژن

۴) محلول غلیظ الکترولیت – آند – یون هیدروژن و گاز اکسیژن

پاسخ :

تست ۱۲۷ : در فرآیند برقکافت آب ، در نیم‌واکنش کاتدی چه گازی آزاد می‌شود و در شرایط یکسان ، حجم گاز آزاد شده در آند چند برابر کاتد است؟ *(خود را بیازمایید صفحه ۵۴)*

۱) اکسیژن – ۲

۲) هیدروژن – ۴

۳) هیدروژن - ۰/۵

۴) اکسیژن - ۰/۲۵

پاسخ :

تست ۱۲۸ : کدام موارد از مطالب زیر در مورد سلول الکترولیتی برقکافت آب ، درست هستند؟ *(خود را بیازمایید صفحه ۵۴)*

آ- کاغذ pH در محلول اطراف آند ، به رنگ قرمز در می‌آید.

ب- کاغذ pH در محلول اطراف کاتد ، به رنگ آبی درمی‌آید.

پ- تعداد الکترون‌های مصرف شده در نیم‌واکنش کاهش این سلول ، با نیم‌واکنش کاهش در سلول گالوانی (روی – مس) برابر است.

ت- جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی از سمت کاتد به سمت آند می‌باشد.

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

پاسخ :

برقکافت سدیم کلرید مذاب

فلز سدیم به حالت آزاد در طبیعت وجود ندارد . اما ترکیب‌های شیمیایی گوناگون از آن در طبیعت شناخته شده است . سدیم در این ترکیب‌ها به صورت یون سدیم Na^+ مشاهده می‌شود . این مشاهده‌ها نشان می‌دهد که فلز سدیم بسیار واکنش پذیر است و طی واکنش خود به خود به سرعت اکسایش یافته و به یون Na^+ تبدیل می‌شود . بنابراین برای بدست آوردن فلز سدیم باید انرژی زیادی مصرف کرد .

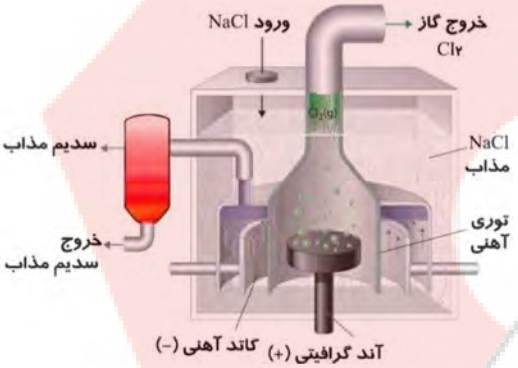
نکته: ۲/۷ ٪ جرمی آب دریا را سدیم کلرید تشکیل می‌دهد .

برای نمونه ، اگر هدف تهیه فلز سدیم از $NaCl$ باشد باید واکنش زیر در جهت عکس خود به خودی انجام گیرد .

$$۲Na(s) + Cl_۲(g) \longrightarrow ۲NaCl(s) \qquad \Delta H = -۸۲۲KJ$$

محاسبه نشان می‌دهد که برای خود به خودی بودن فرآیند تجزیه‌ی گرمایی $NaCl$ به دمای بسیار بالایی حدود $۴۲۶۷^\circ C$ (فقط کمی کم‌تر از خورشید) نیاز است .

آشکار است که تأمین چنین دمایی ممکن نیست .



در صنعت فلز سدیم را از طریق برقکافت سدیم کلرید مذاب در سلول دانز (Downscell) تهیه می‌کنند .

سلول دانز یک سلول الکترولیتی است که نخستین مرتبه در سال ۱۹۲۱ توسط شرکت دوپون (Dupont) طراحی ، ساخته و استفاده شد .

در این سلول با کمک یک آند ..... و یک کاتد ..... فلز سدیم خالص تهیه می‌شود .

نکته: $NaCl$ خالص در $۸۰۱^\circ C$ ذوب می‌شود . افزودن مقداری $CaCl_۲$ به آن دمای ذوب را تا حدود $۵۸۷^\circ C$ پایین می‌آورد . این کار از نظر اقتصادی چه مزیتی دارد ؟

واکنش‌های انجام شده در سلول دانز :

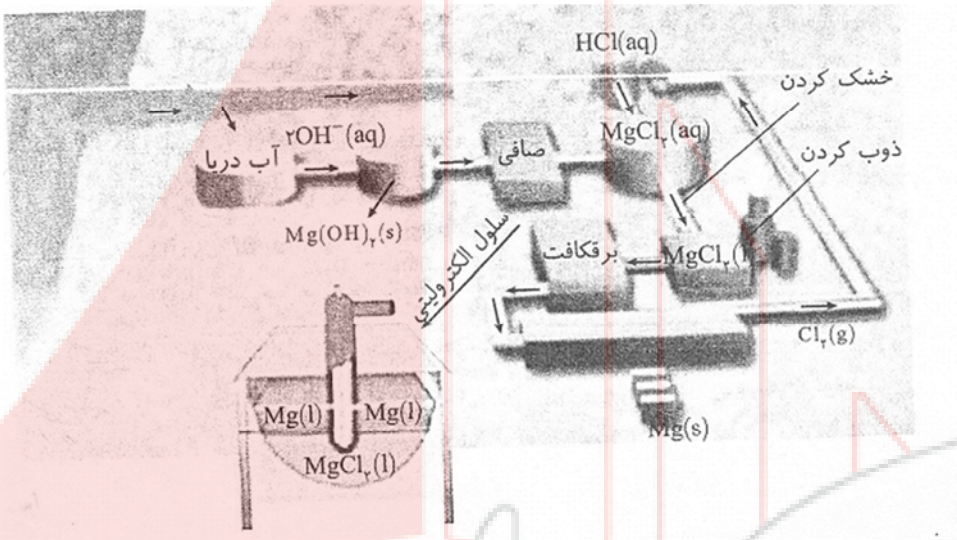
نیم واکنش آندی : $۲Cl^-(\ell) \longrightarrow Cl_۲(g) + ۲e$

نیم واکنش کاتدی : $۲(Na^+(\ell) + e \longrightarrow Na(\ell))$

واکنش کلی : $۲Na^+(\ell) + ۲Cl^-(\ell) \longrightarrow ۲Na(\ell) + Cl_۲(g)$

تهیه‌ی فلز منیزیم از آب دریا

فلز منیزیم (Mg) ماده‌ای ارزشمند است که کاربردهای گوناگونی دارد. به عنوان مثال در تهیه‌ی آلیاژها ، شربت معده و... از فلز منیزیم استفاده می‌شود. شکل زیر مراحل تهیه‌ی منیزیم را از آب دریا نشان می‌دهد.



مرحله‌ی اول : ابتدا آب دریا را به داخل مخازن ویژه‌ای هدایت کرده و سپس از محیط بازی عبور می‌دهند تا مخلوطی به دست آید که شامل ترکیب $Mg(OH)_2$ جامد نیز می‌شود. در واقع در این مرحله منیزیم را به صورت ماده‌ی جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ (منیزیم هیدروکسید) رسوب می‌دهند.

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

مرحله‌ی دوم : در مرحله‌ی بعدی مخلوط ناخالص $Mg(OH)_2$ جامد را از صافی عبور می‌دهند تا ناخالصی‌ها به صورت فیزیکی جداسازی شوند.

مرحله‌ی سوم : پس از عبور از صافی این ترکیب جامد وارد مخزنی دیگر می‌شود. این مخزن شامل دو ورودی و یک خروجی است. ورودی‌های این مخزن از یک سو برای ورود $Mg(OH)_2$ و از سوی دیگر برای ورود اسید $(HCl(aq))$ است. پس از ورود این دو به مخزن ، واکنش زیر انجام می‌شود :

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

مرحله‌ی چهارم : پس از انجام واکنش بالا علاوه‌بر نمک $MgCl_2$ محلول ، مقداری آب نیز تولید می‌شود. پس از این‌که فرآورده‌ها از مخزن انجام واکنش خارج شدند به آن‌ها حرارت داده می‌شود تا آب موجود به صورت بخار آب جدا شود.

مرحله‌ی پنجم : در ادامه $MgCl_2$ محلول وارد مخزن ذوب می‌شود تا با از دست دادن آب همراه خود به حالت مذاب تبدیل شود.

تذکر : می‌دانیم که از برقکافت نمک‌های مذاب می‌توانیم کاتیون و آنیون نمک را از هم جدا کنیم ، به همین دلیل ابتدا محلول منیزیم کلرید را به حالت مذاب تبدیل می‌کنیم.

مرحله‌ی ششم : در ادامه نمک مذاب منیزیم کلرید را وارد یک سلول الکترولیتی کرده و فرایند برقکافت را انجام می‌دهیم.

مرحله‌ی هفتم : در برقکافت منیزیم کلرید مذاب ، یون منیزیم به سمت کاتد حرکت کرده و با دریافت الکترون در آن‌جا کاهش یافته و تبدیل به فلز منیزیم می‌شود. از طرفی یون کلرید به سمت آند رفته و با آزاد کردن الکترون در آن‌جا اکسایش یافته و تبدیل به گاز کلر می‌شود. نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش و واکنش کلی در برقکافت منیزیم کلرید مذاب به صورت زیر است :

نیم‌واکنش کاهش در کاتد : $Mg^{2+}(l) + 2e^- \rightarrow Mg(l)$

نیم‌واکنش اکسایش در آند : $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

واکنش کلی : $\underbrace{Mg^{2+}(l) + 2Cl^-(l)}_{MgCl_2(l)} \rightarrow Mg(l)Cl_2(g)$

نتیجه : با استفاده از فرآیند برقکافت در سلول الکترولیتی می‌توان منیزیم کلرید مذاب را به عنصرهای سازنده‌ی آن تجزیه کرد. واکنش نهایی انجام شده به صورت زیر است :

$$MgCl_2(l) \xrightarrow{\text{جریان برق}} Mg(l) + Cl_2(g)$$

تست ۱۲۹ : اگر برقکافت یک سلول الکترولیتی با ولتاژ ۱/۵ ولت قابل انجام باشد ، با اتصال سلول گالوانی استاندارد تشکیل شده از الکترودهای کدام دو فلز به آن ، برقکافت در آن انجام می‌شود؟ (تجربی ۹۳)

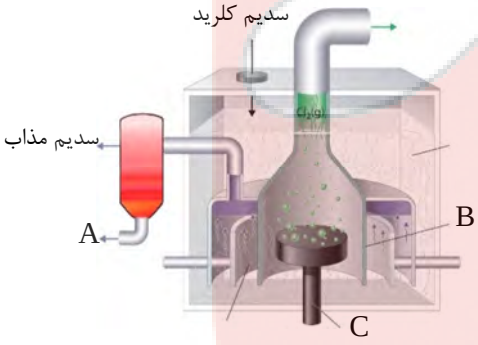
$E^\circ(A^{2+}(aq)/A(s)) = -0/76\,V$ $\quad E^\circ(B^{3+}(aq)/B(s)) = -0/44\,V$

$E^\circ(D^{2+}(aq)/D(s)) = +0/80\,V$ $\quad E^\circ(E^{2+}(aq)/E(s)) = +0/34\,V$

۱) D و A ۲) D و B ۳) E و B ۴) E و D

پاسخ :

تست ۱۳۰ : کدام گزینه درباره‌ی تهیه‌ی فلز سدیم در سلول دانز مطابق شکل روبرو ، نادرست است؟ (سراسری ریاضی ۹۳)



۱) C ، آند این سلول ، از جنس گرافیت و B کاتد از جنس آهن است.

۲) به ازای تولید هر مول فلز سدیم ، نیم مول گاز کلر تشکیل می‌شود.

۳) سدیم مذاب به دست آمده ، در ظرف A درون آب سرد جمع آوری می‌شود.

۴) برای پایین آوردن دمای ذوب سدیم کلرید ، مقداری کلسیم کلرید به آن می‌افزایند.

پاسخ :

تست ۱۳۱ : کدام گزینه معادله‌ی واکنش کلی برقکافت سدیم کلرید مذاب را به درستی نشان می‌دهد؟ (فود را بیازمایید صفحه ۵۵ و ۵۶)

۱) $2Na + (l) + 2Cl^-(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(l)$

۲) $2Na^+(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$

۳) $2Na^+(l) + 2Clh - (l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$

۴) $2Na^+(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow 2Na(s) + Cl_2(l)$

پاسخ :

تست ۱۳۲ : اگر ۲/۹۲۵% جرم آب دریا را سدیم کلرید تشکیل دهد ، چند لیتر گاز کلر در شرایط STP از هر تن آب دریا ، پس از جداسازی سدیم کلرید در سلول دانز تولید می‌شود؟ (بازده سلول دانز را ۸۰% فرض کنید)

$(Na = ۲۳ \ , \ Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۱۲۰۰ ۲) ۸۹۶۰ ۳) ۴۴۸۰ ۴) ۵۶۰۰

پاسخ :

تست ۱۳۳ : اگر مخلوط دو ترکیب یونی سدیم یدید و کلسیم برمید را به صورت مذاب در یک سلول الکترولیتی قرار دهیم ، فرآورده‌های برقکافت کدام گونه‌ها هستند؟

$E^\circ(I_۲ / I^-) = +۰/۵۴V$ و $E^\circ(Ca^{۲+} / Ca) = -۲/۸۷V$ و $E^\circ(Br_۲ / Br^-) = +۱/۰۷V$ و $E^\circ(Na^+ / Na) = -۲/۷۱V$

۱) $I_۲(l)$ و $Na(l)$ ۲) $Br_۲(g)$ و $Na(l)$ ۳) $I_۲(l)$ و $Ca(l)$ ۴) $Br_۲(g)$ و $Ca(l)$

پاسخ :

تست ۱۳۴ : معادله‌ی کلی فرآیند برقکافت کدام مخلوط دو نمک مذاب ، درست بیان شده است؟

$E^\circ(Zn^{۲+} / Zn) = -۰/۷۶V$ ، $E^\circ(Fe^{۳+} / Fe) = -۰/۰۴V$ و $E^\circ(Na^+ / Na) = -۲/۷۱V$ و $E^\circ(Al^{۳+} / Al) = -۱/۶۶V$

$E^\circ(Ni^{۲+} / Ni) = -۰/۲۵V$ ، $E^\circ(Pb^{۲+} / Pb) = -۰/۱۳V$ و $E^\circ(K^+ / K) = -۲/۹۲V$ و $E^\circ(Mg^{۲+} / Mg) = -۲/۳۸V$

۱) $NiBr_۲ : ۲Fe^{۳+} + ۶Br^- \rightarrow ۲Fe + ۳Br_۲$ و $FeCl_۳$ ۲) $NaBr : ۲Na^+ + ۲F^- \rightarrow F_۲ + ۲Na$ و KF

۳) $ZnCl_۲ : Zn^{۲+} + ۲Cl^- \rightarrow Cl_۲ + Zn$ و $MgI_۲$ ۴) $PbI_۲ : ۲Al^{۳+} + ۶I^- \rightarrow ۳I_۲ + ۲Al$ و $AlF_۳$

پاسخ :

تست ۱۳۵ : اگر در فرآیند برقکافت نمک مذاب کلسیم کلرید ، ۷۰ گرم فلز کلسیم تولید شود ، چند لیتر گاز در شرایط STP در این سلول تولید می‌شود؟ $(Ca = ۴۰ g.mol^{-۱})$

۱) ۹/۸ ۲) ۳۹/۲ ۳) ۷۸/۴ ۴) ۱۹/۶

پاسخ :

تست ۱۳۶ : اگر بر اثر برقکافت سدیم کلرید مذاب ، ۸۹۶ میلی‌لیتر گاز در شرایط STP تولید شده باشد ، چند گرم سدیم از این سلول می‌توان به دست آورد؟ $(Na = ۲۳ g.mol^{-۱})$

۱) ۳/۶۸ ۲) ۰/۹۲ ۳) ۷/۳۶ ۴) ۱/۸۴

پاسخ :

تست ۱۳۷ : اگر در اثر برقکافت نمک مذاب پتاسیم فلوئورید ، ۵۰ میلی‌لیتر گاز فلوئور با چگالی $1/9 g.mL^{-1}$ در آند تولید شود ، چند گرم یون پتاسیم در نیم‌واکنش کاتدی کاهش یافته است؟ $(K = ۳۹ \ , \ F = ۱۹ : g.mol^{-1})$

۱) ۱۹۵ ۲) ۹۷/۵ ۳) ۳۹۰ ۴) ۴۸/۷۵

پاسخ :

تست ۱۳۸ : اگر در ابتدا ۷۰/۳۲ گرم منیزیم کلرید از آب دریا وارد فرآیند تهیه‌ی فلز منیزیم از آب دریا شود و هر مرحله از واکنش‌ها با بازدهی ۹۰% انجام شود ، در نهایت به تقریب ، چند گرم منیزیم مذاب تولید می‌شود؟ $(Cl = ۳۵/۵ \ , \ Mg = ۲۴ : g.mol^{-1})$

(خود را بیازمایید صفحه ۵۵ و ۵۶)

۱) ۱۷/۷۶ ۲) ۱۲/۹۵ ۳) ۱۵/۳۶ ۴) ۱۰/۵۴

پاسخ :

تست ۱۳۹ : از برقکافت ۱۲۵ کیلوگرم منیزیم کلرید مذاب ناخالص مقدار ۱۶/۸ کیلوگرم فلز منیزیم تهیه شده است. در صورتی‌که بازده درصدی فرآیند برقکافت ۷۶ باشد ، درصد خلوص منیزیم کلرید اولیه کدام است؟ $(Cl = ۳۵/۵ \ , \ Mg = ۲۴ : g.mol^{-1})$

۱) ۵۰ ۲) ۶۰ ۳) ۷۰ ۴) ۸۰

(خود را بیازمایید صفحه ۵۵ و ۵۶)

پاسخ :

استخراج آلومینیم

آلومینیوم فراوان‌ترین ..... و ..... فراوان در روی پوسته‌ی زمین (پس از O و Si) است . در صنعت آلومینیوم را از سنگ معدنی آلومینیوم داری به نام ..... (آلومینای ناخالص Al_2O_3) به دست می‌آورند .

چون دمای ذوب آلومینای خالص $2045^\circ C$ است ، تأمین این دما و برقکافت آن به حالت مذاب ممکن نیست .

به همین دلیل آلومینا را پس از خالص سازی در دمایی حدود $960^\circ C$ در ..... (Na_3AlF_6) مذاب حل می‌کنند. (الکترولیت) فرآیند برقکافت محلول مذاب یاد شده در یک سلول الکترولیتی با الکترودهای ..... انجام می‌شود . کف و دیواره‌ی دستگاه نیز از جنس گرافیت است .

اکسیژن آلومینا در ..... زغالی آزاد می‌شود و مقداری در دمای بالا با ذغال ترکیب شده و به CO_2 تشکیل می‌دهد .

Al^{3+} در کاتد کاهیده نامیده می‌شود .

کاهش در کاتد : $(Al^{3+}(\ell) + 3e \longrightarrow Al(\ell))$

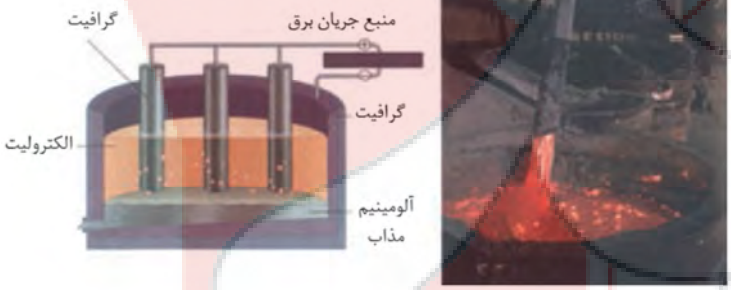
اکسایش در آند : $2O^{2-}(\ell) \longrightarrow O_2(g) + 4e$

واکنش کلی : $4Al^{3+}(\ell) + 6O^{2-}(\ell) \longrightarrow 4Al + 3O_2(g)$

$2Al_2O_3(s) + 3C(s) \longrightarrow 4Al(\ell) + 3CO_2(g)$

تولید آلومینیوم با این روش را فرآیند هال می‌گویند .

قبل از ابداع روش هال آلومینیوم از طلا و نقره نیز گران‌تر بود.



تذکر: *چون فرآیند هال به علت مصرف زیادی انرژی الکتریکی هزینه‌ی بالایی دارد ، به همین علت بازیافت فلز Al باعث کاهش برخی هزینه‌های تولید Al می‌شود .*

(تهیه‌ی قوطی Al از قوطی‌های کهنه فقط ۷ ٪ انرژی تهیه قوطی از سنگ معدن Al نیاز دارد)

تست ۱۴۰ : اگر $\frac{۱}{۵}$ گاز اکسیژن تولید شده در نیم واکنش آندی در استخراج آلومینیوم به روش هال به گاز $CO_۲$ تبدیل شود ، حجم گاز $CO_۲$ که در ازای ۲۷ گرم فلز آلومینیوم تولید می‌شود، در شرایط استاندارد چند میلی لیتر است ؟ $(Al = ۲۷g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۳۳۶۰ ۲) ۱۶۸۰ ۳) ۲۸۰۰ ۴) ۵۶۰۰

پاسخ :

تست ۱۴۱ : تمام گزینه‌ها به جز ..... مطلب درستی را بیان می‌کنند .

۱) آلومینیوم یکی از پرکاربردترین فلزها محسوب می‌شود .

۲) مهم‌ترین سنگ معدن آلومینیوم ،آلومینا $(Al_۲O_۳)$ است .

۳) بوکسیت ، آلومینای ناخالص است .

۴) در صنعت آلومینیوم را از سنگ معدنی آلومینیوم دار به دست می‌آورند .

پاسخ :

تست ۱۴۲ : کدام مورد درباره‌ی فرآیند استخراج صنعتی آلومینیم درست است؟ *(کنکور تجربی خارج ۹۵)*

۱) مجموع ضرایب استوکیومتری فرآورده‌ها در معادله‌ی کلی موازنه‌شده‌ی آن برابر ۶ است.

۲) فلز آلومینیم به دست آمده از بالای سلول الکترولیتی به صورت مذاب خارج می‌شود.

۳) به ازای تولید ۱۳۵ گرم آلومینیم در فرآیند هال در کاتد ، ۷/۵ مول گاز $CO_۲$ در آند تشکیل می‌شود.

۴) برخلاف سلول دانز ، الکترود آند در این فرآیند نقش واکنش دهنده نیز دارد.

پاسخ :

تست ۱۴۳ : در تولید صنعتی هر تن آلومینیم به تقریب چند کیلوگرم گرافیت نیاز است و چند متر مکعب گاز در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۵ لیتر است ، تولید می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) *(کنکور ریاضی ۹۶)*

۱) ۶۹۴/۴ – ۳۳۳ ۲) ۶۹۴/۴ – ۴۴۴ ۳) ۶۹۹۴/۴ – ۳۳۳ ۴) ۶۹۹۴/۴ – ۴۴۴

پاسخ :

آبکاری

پوشاندن یک جسم با یک لایه نازک از یک فلز با کمک یک سلول الکترولیتی آبکاری نامیده می‌شود .

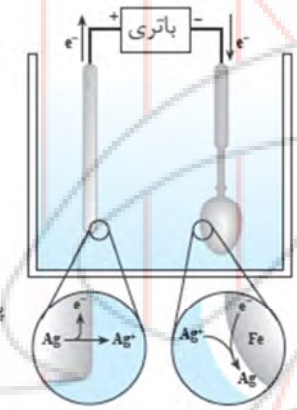
نکته : **الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید دارای یون‌های آن فلزی باشد که قرار است لایه‌ی نازکی از آن روی جسم قرار گیرد .**

مثال : برای نمونه در آبکاری با نقره محلولی از نقره نیترات $(AgNO_3)$ به عنوان الکترولیت به کار برده می‌شود .

نکته : **در سلول الکترولیتی برای آبکاری جسمی که قرار است روی آن لایه‌ی نازکی قرار گیرد در کاتد قرار می‌گیرد . (قطب منفی) و الکترود دیگر که از جنس فلز پوشاننده است ، آند یا قطب مثبت است .**

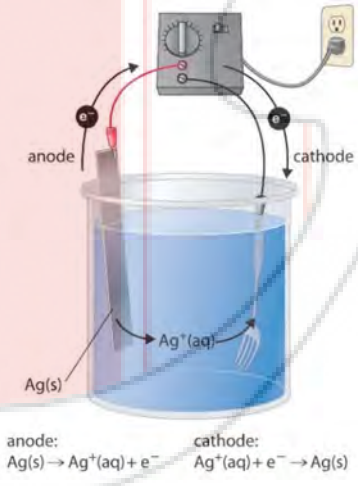
نیم واکنش اکسایش آندی : $Ag \longrightarrow Ag^+ + e$

نیم‌واکنش کاهش کاتدی : $Ag^+ + e \longrightarrow Ag$



آب‌کاری را در یک سطر برای تمام عمر به خاطر بسپارید :

..... لباس ..... است. و محلول الکترولیت حاوی یون‌های ..... (.....) است.



تست ۱۴۴ : درباره یک سلول الکترولیتی که با آن می‌خواهیم یک قاشق مسی را با نقره بپوشانیم ، مطلب کدام گزینه درست است؟

۱) قاشق مسی به قطب منفی متصل می‌شود .

۲) الکترود آندی از جنس مس است .

۳) الکترون‌ها در مدار بیرونی ، از سمت قاشق به سمت تیغه‌ی نقره می‌روند .

۴) محلول الکترولیت مناسب ، محلول مس (II) سولفات است .

پاسخ :

تست ۱۴۵ : برای اینکه روی تیغه‌ی آهنی را با فلز روی بپوشانیم کدام الکترولیت مناسب است ؟

۱) آهن (II) نیترات ۲) آهن (III) نیترات ۳) روی نیترات ۴) اسید نیتریک

پاسخ :

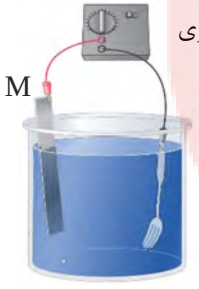
تست ۱۴۶ : برای آنکه یک قاشق فلزی با نقره ، آب کاری شود ، کدام عبارت درست است ؟

۱) عمل کاهش در سطح قاشق صورت می‌گیرد . ۲) کاتد را یک تیغه از جنس نقره انتخاب می‌نمایند .

۳) جهت حرکت الکترون در مدار خارجی از کاتد به آند است . ۴) قاشق فلزی را به آند (قطب مثبت) متصل می‌کنند .

پاسخ :

تست ۱۴۷ : با توجه به شکل زیر ، که طرح یک سلول الکترولیتی را برای آب‌کاری یک قاشق مسی با فلز M نشان می‌دهد ، کدام مطلب درست است؟ (ریاضی خارج کشور ۸۷ و ۸۸)



۱) کاتد تیغه‌ای از جنس فلز M است.

۲) الکترولیت ، محلول نمکی از فلز M است.

۳) نیم‌واکنش کاهش به صورت : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$ ، انجام می‌گیرد.

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

پاسخ :

تست ۱۴۸ : کدام مطلب درباره‌ی آب‌کاری یک قاشق آهنی با نقره درست نیست؟ **(ریاضی خارج کشور ۹۲)**

$Ag^{+}(aq)+e \longrightarrow Ag(s)\ ;\ E^{\circ}=+0/8$ و $Fe^{2+}(aq)+2e^{-} \longrightarrow Fe(s)\ ;\ E^{\circ}=-0/44V$

۱) بدون برقرار کردن جریان برق ، واکنش به صورت $Fe(s)+Ag^{+}(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq)+Ag(s)$ ، در سلول انجام می‌گیرد و به وزن تیغه‌ی نقره افزوده می‌شود.

۲) اگر پس از آب‌کاری ، روی قاشق خراش ایجاد شود ، در هوای مرطوب ، آهن نقش آند را دارد.

۳) پتانسیل استاندارد این سلول الکترولیتی منفی و نیم‌واکنش غیر خود به خودی به صورت : $Ag^{+}(aq)+e^{-} \longrightarrow Ag(s)$ در قطب منفی انجام می‌شود.

۴) در آند این سلول ، قطعه‌ای از فلز نقره قرار داده می‌شود و با انجام واکنش در سلول ، از وزن آن کاسته می‌شود.

پاسخ :

تست ۱۴۹ : کدام عبارت درباره‌ی آب‌کاری یک قطعه‌ی فلزی با نقره با الکترولیت نقره نیترات و آند نقره‌ای درست است؟ (تجربی خارج کشور ۹۳)

۱) اگر E° فلز به کار رفته در ساخت قطعه ، از E° نقره کوچک‌تر باشد ، با قطع مدار بیرونی ، هیچ واکنشی در سلول انجام نمی‌گیرد.

۲) الکترون‌ها در مدار بیرونی از سوی قطعه‌ی فلزی به سوی الکترود نقره حرکت می‌کنند.

۳) E° فلز به کار رفته در ساخت قطعه باید از E° نقره کوچک‌تر باشد.

۴) غلظت محلول نقره نیترات در طول انجام آب‌کاری به تقریب ثابت می‌ماند.

پاسخ :

تست ۱۵۰ : در یک کارگاه آب‌کاری کروم ، از محلول کروم (III) سولفات به عنوان الکترولیت و از زغال به عنوان آند ، استفاده می‌شود. اگر در آب‌کاری هر قطعه ، حدود ۰/۰۱۰۴ گرم فلز کروم روی قطعه قرار گیرد. پس از آب‌کاری هزار نمونه از همان قطعه ، به تقریب چند گرم کروم (III) سولفات با خلوص ۸۰ درصد باید به الکترولیت اضافه شود تا غلظت یون‌های کروم ، به مقدار اولیه بازگردد؟ (تغییر حجم ناچیز است.) $(Cr=52\ ,\ S=32\ ,\ O=16 g\cdot mol^{-1})$ **(سراسری ریاضی خارج کشور ۹۳)**

۱) ۳۹/۲ ۲) ۴۹ ۳) ۵۸/۸ ۴) ۹۴

پاسخ :

تست ۱۵۱ : چند مورد از مطالب زیر ، درست هستند؟ **(ریاضی خارج کشور ۹۴)**

آ) در آبکاری با نقره در سطح یک جسم فلزی ، نقره در آند اکسید می‌شود.

ب) در برقکافت نمک خوراکی مذاب ، شمار مول‌های فرآورده‌ها در کاتد ، دوبرابر آند است.

پ) یک تانکر بسیار بزرگ می‌تواند مقدار زیادی گاز هیدروژن را حمل کند.

ت) به ازای تولید هر مول آلومینیوم در فرآیند هال ، ۱۶/۸ لیتر گاز در شرایط STP تولید می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۱۵۲ : با توجه به نیم‌واکنش‌های زیر :

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

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

واکنش : $M^{2+}(aq) + Zn(s) \longrightarrow M(s) + Zn^{2+}(aq)$ ، ..... است و E° آن برابر ..... ولت است و در یک سلول ..... انجام پذیر است. **(سراسری ریاضی خارج کشور ۹۳)**

۱) خود به خودی ، $+0/89$ ، گالوانی

۲) خود به خودی ، $+0/63$ ، الکترولیتی

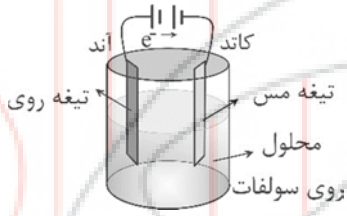
۳) غیر خود به خودی ، $-0/89$ ، گالوانی

۴) غیر خود به خودی ، $-0/63$ ، الکترولیتی

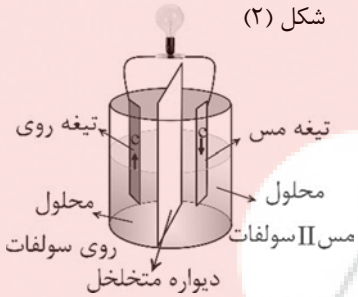
پاسخ :

تست ۱۵۳ : با توجه به شکل‌های زیر ، می‌توان دریافت که شکل ..... ، طرح یک سلول ..... است که در آن .....

شکل (۱)



شکل (۲)



۱) ۱- الکترولیتی – یون Cu^{2+} کاهش یافته و ذرات مس بر سطح کاتد می‌نشینند. **(سراسری تجربی خارج کشور ۸۷)**

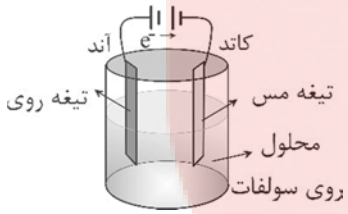
۲) ۲- الکتروشیمیایی – تیغه‌ی روی – قطب منفی (کاتد) و محل کاهش است.

۳) ۱- الکترولیتی – با اعمال ولتاژ بیرونی ، یک واکنش اکسایش – کاهش غیر خود به خودی انجام می‌گیرد.

۴) ۲- الکتروشیمیایی – تیغه‌ی مس قطب مثبت (آند) است و الکترون را از مدار بیرونی از تیغه‌ی روی دریافت می‌کند.

پاسخ :

تست ۱۵۴ : شکل مقابل ، طرح ساده‌ای از یک سلول ..... مس – روی است و در آن یک واکنش الکتروشیمیایی ..... انجام می‌گیرد و ذرات فلز ..... بر سطح تیغه‌ی ..... می‌نشینند. **(سراسری تجربی خارج کشور ۸۹)**



۱) الکتروشیمیایی – خود به خودی – مس – روی

۲) الکتروشیمیایی – خود به خودی – روی – مس

۳) الکترولیتی – غیر خود به خودی – مس – روی

۴) الکترولیتی – غیر خود به خودی – روی – مس

پاسخ :

تست ۱۵۵ : اگر دو قاشق فلزی یکسان را در سلول‌های الکترولیتی (A) و (B) به ترتیب با نقره و مس آبکاری کنیم ، با عبور جریان برق برابر از هر دو سلول الکترولیتی ، نسبت جرم اضافه شده به قاشق در سلول الکترولیتی (A) به جرم اضافه شده به قاشق در سلول الکترولیتی (B) تقریبا کدام است؟ $(Ag = ۱۰۸ , Cu = ۶۴ \ g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۰/۴۲ ۲) ۰/۸۴ ۳) ۱/۶۸ ۴) ۳/۳۷

پاسخ :

تست ۱۵۶ : اگر براثر برقکافت آلومینای خالص در فرآیند هال، ۸/۶۴ گرم فلز آلومینیوم به دست آید، گاز حاصل با چند میلی لیتر محلول لیتیم هیدروکسید $۲ \ mol \cdot L^{-۱}$ به طور کامل واکنش می‌دهد؟ $(Al = ۲۷ g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۲۴۰ ۲) ۳۲۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۶۰

پاسخ :

لیتیم ، فلزی ارزشمند برای ذخیره‌ی انرژی الکتریکی

در این قسمت علاوه‌بر مرور نکات مربوط به باتری‌ها که تاکنون آموختیم ، به معرفی باتری‌های لیتیمی نیز می‌پردازیم.

تولید انرژی الکتریکی با باتری‌ها

باتری‌ها نوعی سلول گالوانی هستند که در آن‌ها واکنش‌های اکسایش – کاهش و داد و ستد الکترون رخ می‌دهد.

تذکر : تمام نکات مربوط به سلول‌های گالوانی در مورد باتری‌ها نیز درست است ، به عنوان مثال در باتری‌ها نیز همانند سلول‌های گالوانی جهت حرکت الکترون در مدار بیرونی از آند به سمت کاتد است و جهت حرکت کاتیون در مدار درونی و از طریق دیواره‌ی متخلخل به سمت کاتد است.

باتری یکی از فرآورده‌های مهم صنعتی و یک مولد است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی ، بخشی از انرژی شیمیایی مواد موجود در خود را به انرژی الکتریکی تبدیل کرده و الکتریسیته تولید می‌کند.

باتری‌ها در شکل ، اندازه و کارایی با یکدیگر تفاوت آشکاری دارند ، در واقع هر باتری ساختاری مناسب برای کاربردی معین دارد. البته در همه‌ی باتری‌ها با انجام شدن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی ، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.

موادی که انرژی خود را از باتری تأمین می‌کنند

انرژی الکتریکی مورد نیاز بسیاری از وسایل پیرامون ما از باتری‌ها تأمین می‌شود.

۱- ساعت مچی **۲-** تلفن همراه **۳-** تنظیم کننده‌ی ضربان قلب **۴-** سمعک **۵-** اندام مصنوعی **۶-** دوربین دیجیتال **۷-** رایانه‌ی قابل حمل **۸-** خودروی الکتریکی **۹-** موتور سیکلت برقی

چند نمونه از باتری‌ها

۱- باتری لیمویی : در باتری‌ای که با لیمو ساخته شده است ، بین تیغه‌های فلزی و ماده‌ی درون لیمو واکنش شیمیایی رخ می‌دهد. در این واکنش بارهای منفی در یک سر باتری (تیغه‌ی مس) جمع می‌شود و سر دیگر باتری (تیغه‌ی روی) بار مثبت پیدا می‌کند. در نتیجه بین دو سر این باتری اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود.

نکته : در باتری‌ها همواره دو فلز غیر هم‌جنس در یک مایع شیمیایی خاص (یا خمیر شیمیایی مرطوب) که الکترولیت نامیده می‌شود ، قرار دارند. در باتری لیمویی ، لیمو خاصیت اسیدی داشته و الکترولیت است. در واقع الکترولیت‌ها اجازه می‌دهند تا بین دو تیغه جابه‌جایی یون‌ها انجام شود.

۲- چراغ خورشیدی : یک ابزار روشنایی است که از لامپ LED ، سلول خورشیدی و باتری قابل شارژ تشکیل شده است.

تذکر : در باتری‌های قابل شارژ نوعی واکنش برگشت‌پذیر انجام می‌شود.

۳- باتری‌های لیتیمی : که در ادامه با آن‌ها آشنا خواهیم شد.

باتری‌های لیتیمی

شیمی‌دان‌ها در پی پاسخ به نیاز و تقاضای پیوسته برای ساخت باتری‌ها با ویژگی‌های گوناگون و کاربرد معین ، طی پژوهش‌های بسیار توانستند به فناوری ساخت باتری‌های جدید دست یابند.

در این فناوری نقش فلز لیتیم پر رنگ است. زیرا لیتیم در میان فلزها کم‌ترین چگالی و E° را دارد. این ویژگی‌های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری‌های سبک‌تر ، کوچک‌تر و با توانایی ذخیره‌ی بیش‌تر انرژی هموار شود.

باتری‌های لیتیمی نیز همانند تمام باتری‌های دیگر دارای دو بخش آندی و کاتدی بوده و با انجام یک واکنش شیمیایی ، انرژی الکتریکی تولید می‌کنند.

باتری دگمه‌ای از جمله باتری‌های لیتیمی است که در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون تولید شده و به کار می‌رود. این باتری‌ها قابل شارژ نیستند.

نکته: در باتری غیر قابل شارژ یک واکنش اکسایش – کاهش یک‌طرفه و برگشت‌ناپذیر رخ می‌دهد.

دسته‌ی دیگری از باتری‌های لیتیمی آن‌هایی هستند که در تلفن همراه و رایانه‌ی همراه به کار می‌روند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد.

تذکر: در باتری‌های قابل شارژ یک واکنش اکسایش – کاهش برگشت‌پذیر انجام می‌شود. در باتری‌های قابل شارژ با اعمال انرژی الکتریکی مجدداً انرژی شیمیایی در باتری ذخیره می‌شود. در واقع در باتری‌های قابل شارژ دو اتفاق زیر رخ می‌دهد :

انرژی الکتریکی ⟵ انرژی شیمیایی : در هنگام استفاده از باتری (دشارژ)

در حالی‌که ، در این باتری‌ها در هنگام شارژ ، انرژی الکتریکی تبدیل به انرژی شیمیایی شده و در مواد ذخیره می‌شود :

انرژی شیمیایی ⟵ انرژی الکتریکی : در هنگام شارژ شدن

نتیجه : باتری‌های لیتیمی به دو دسته‌ی قابل شارژ و غیر قابل شارژ تقسیم می‌شوند.

شیمی و زندگی

- در طول سده‌ی گذشته ، بنزین مناسب‌ترین سوخت برای حرکت خودروها بوده است. بنزین را از تقطیر نفت خام تهیه می‌کنند.
- با مصرف بی رویه نفت خام ، اکنون ذخایر آن به سرعت رو به کاهش است. اگرچه هنوز نفت خام زیادی در دل زمین وجود دارد ، اما این اندوخته‌ها در مکان‌هایی قرار دارند که دسترسی به آن‌ها بسیار دشوار است. از سوی دیگر ، گسترش روزافزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی ، جهان را با یک چالش بزرگ مواجه کرده است.
- یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی به ویژه در خودروها ضروری است. یک راه حل مناسب برای عبور از تنگنای تامین انرژی و کاهش آلودگی محیط زیست ، استفاده از سلول‌های سوختی است.

سلول سوختی:

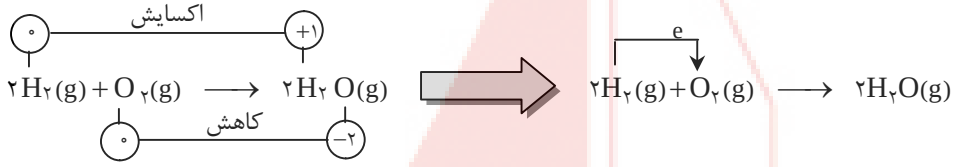
۱) سلول‌های سوختی از سلول‌های گالوانی به شمار می‌روند ، یعنی انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند.

۲) اختلاف یک سلول سوختی با سایر سلول‌های گالوانی در این است که واکنش دهنده‌ها داخل سلول قرار ندارند ، بلکه سوخت مورد نیاز به طور پیوسته از یک منبع ذخیره خارجی به سلول سوختی انتقال می‌یابد.

۳) سلول‌های سوختی از جمله سلول‌های نوع اول هستند . یعنی با تمام شدن سوخت مورد نیاز ، غیر فعال می شوند.

۴) در این سلول‌ها به منظور تولید جریان برق ، یک سوخت گازی شکل به آرامی اکسید می‌شود.

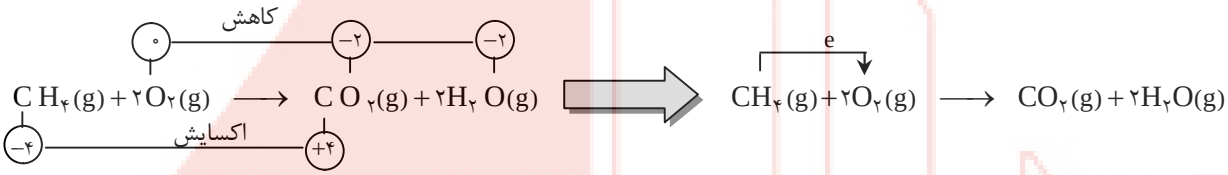
مثال : یکی از مشهورترین سلوهای سوختی ، سلول سوختی اکسیژن – هیدروژن است که به منظور تولید جریان برق ، گاز هیدروژن به آرامی اکسید می‌شود .



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

فراورده این سلول آب و الکتریسیته است.

۵) امروزه سلول‌های سوختی تازه‌ای به بازار راه یافته‌اند که در آن‌ها به جای گاز هیدروژن از گاز شهری (متان – CH_4) استفاده می‌شود.



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

۶) مصارف سلول‌های سوختی

آ) تامین انرژی الکتریسیته برخی وسایل خانگی

ب) تامین الکتریسیته فضاپیماها

پ) تامین آب مورد نیاز فضانوردان

ت) نیروی محرکه خودروهای سبک و سنگین

ث) نیروی محرکه‌ی هواپیماها و زیردریایی‌ها

تاریخچه سلول‌های سوختی

۱) در سال ۱۸۳۹ ویلیام گرو فیزیکدان و روزنامه نگار انگلیسی اصول کار سلول سوختی را کشف کرد

۲) تولید سلول سوختی به سال ۱۸۸۹ توسط لودویک مند و چارلز لنجر بر میگردد.

۳) از سال ۱۹۶۰ ناسا از سلول‌های سوختی در سفینه‌های جیمینی و آپولو برای تهیه الکتریسیته و آب مورد نیاز فضانوردان استفاده کرد.

٤) در دهه هفتاد میلادی ، فناوری سلول سوختی در وسایل خانگی و خودروها به کار گرفته شد.

٥) از دهه هشتاد به بعد شرکت بالارد کانادا زیردریایی مجهز به سلول سوختی را ساخت

٦) هواپیماهای سلول سوختی در سال ۲۰۰۰ با نیروی محرکه‌ی دوگانه باتری خورشیدی و سلول سوختی با توان شش ماه پرواز به بهره برداری رسید.

تأمین سوخت سلول سوختی

بزرگ‌ترین چالش در کاربرد سلول‌های سوختی ، تولید گاز هیدروژن در مقیاس صنعتی است . دو روش تهیه‌ی گاز هیدروژن به صورت زیر است :

أ) برقکافت آب : معادله‌ی آن به صورت روبرو است : $۲H_۲O(\ell) \longrightarrow ۲H_۲(g) + O_۲(g)$

ایراد این روش این است که به دلیل مصرف انرژی الکتریکی ، هزینه‌ی بالایی دارد.

ب) واکنش بخار آب با متان : واکنش انجام شده به صورت روبرو است : $CH_۴(g) + H_۲O(g) \longrightarrow CO(g) + ۳H_۲(g)$

حسن روش (ب) ، صرفه‌ی اقتصادی آن است. اما چالش آن ، جداسازی و خالص سازی $H_۲(g)$ است ، زیرا وجود مقادیر اندک $CO(g)$ می‌تواند کاتالیزگرها را در سلول سوختی مسموم کند و از کارایی آن‌ها بکاهد.

تذکر : یکی از مشکلات کار کردن با گاز هیدروژن به عنوان سوخت ، کم بودن چگالی آن است. گاز هیدروژن کم‌ترین چگالی را در میان عنصرها دارد. از این رو حتی یک تانکر بسیار بزرگ نمی‌تواند مقدار زیادی از این گاز را حمل کند.

مزایا و معایب سلول‌های سوختی

۱- تولید و در دسترس بودن سوخت :

در رایج‌ترین سلول سوختی ، گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد. بزرگ‌ترین چالش در کاربرد سلول‌های سوختی تولید گاز هیدروژن در مقیاس صنعتی است. برقکافت آب واکنش بخار آب با متان و استفاده از مخلوط گاز آب ، سه روش اصلی تهیه‌ی گاز هیدروژن در صنعت می‌باشند که هرکدام دارای معایبی هستند. تلاش شیمیدان‌ها برای یافتن سوخت مناسب ، ایمن و با صرفه ی اقتصادی هم‌چنان ادامه دارد.

أ) برقکافت آب : $۲H_۲O(\ell) \xrightarrow{\text{برقکافت}} ۲H_۲(g) + O_۲(g)$

به دلیل مصرف زیاد انرژی الکتریکی ، افزون بر هزینه‌ی بالا ، آلایندگی‌های محیط زیست را نیز به دنبال دارد.

ب) واکنش بخار آب با متان : $CH_۴(g) + H_۲O(g) \longrightarrow CO(g) + ۳H_۲(g)$

انجام واکنش پرهزینه نیست و صرفه‌ی اقتصادی دارد ، ولی برای تامین سوخت ، باید گاز $H_۲$ تولید شده را از کاز CO جداسازی و خالص نمود . تصفیه‌ی هیدروژن قبل از ورود به سلول بسیار پر هزینه است. ضمن این که فراورده‌ی جانبی تولید شده نیز آلاینده محیط زیست است.

پ) مخلوط گاز آب : $C(s) + H_۲O(g) \xrightarrow{۱۰۰۰^\circ C} CO(g) + H_۲(g)$

انجام این واکنش در صنعت صرفه‌ی اقتصادی دارد ، ولی تصفیه هیدروژن قبل از ورود به سلول بسیار پر هزینه است. ضمن این که فراورده‌ی جانبی تولید شده نیز آلاینده محیط زیست است.

۲- اثرات زیست محیطی

گسترش روز افزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی ، جهان را با یک چالش بزرگ مواجه کرده است. با این توصیف ، یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی به ویژه در خودروها ضروری است. یک راه حل مناسب برای عبور از این تنگنا ، استفاده از سلول‌های سوختی است. آلایندگی سلول‌های سوختی به مراتب از موتورهای درون سوز و برون سوز کم‌تر است. برای مثال ، سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن فراورده‌ی آلاینده‌ای ندارد و تنها فراورده‌ی این سلول آب است. البته فرایند تولید سوخت هیدرژن برای این سلول ، آلایندگی محیط زیست را دارد.

۳- بازدهی سلول :

بازده سلول‌های سوختی به مراتب بیش‌تر از موتورهای درون سوز و برون سوز است. برای مثال ، سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد ، در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر افزایش می‌دهد.

۴- کارایی و طول عمر کاتالیزگر

اگرچه کاتالیزگرهای سلول سوختی ، سرعت نمی‌واکنش‌های آندی و کاتدی را افزایش می‌دهند و کارایی بالایی دارند ، ولی اگر سوخت خالص نباشد ، کاتالیزگر مسموم می‌شود و از کارایی آن کاسته می‌شود. برای مثال ، وجود مقادیر اندک گاز کربن مونوکسید (CO) همراه با گاز هیدروژن ، می‌تواند کاتالیزگرها را در سلول سوختی مسموم کند و از کارایی آن‌ها بکاهد. از این رو ، کاتالیزگرهای سوختی بایستی به صورت دوره‌ای تعویض شوند.

۵- نگهداری و ایمنی سوخت :

همان طور که گفته شد ، سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن ، رایج ترین نوع سلول سوختی است که سوخت آن گاز هیدروژن است. گاز هیدروژن کم‌ترین چگالی را درمیان تمام عنصرهای جدول تناوبی دارد. چگالی بسیار کم گاز هیدروژن ، نشان می‌دهد که مقادیر بسیار کم این گاز ،حجم بسیار زیادی اشغال می‌کند. از این رو نگهداری و حمل هیدروژن بسیار دشوار است ، به طوری که یک تانکر بسیار بزرگ هم نمی‌تواند مقدار زیادی از این گاز را حمل کند. همچنین گاز هیدروژن ، خطرناک و آتش‌گیر است. و جزء سوخت‌های با ایمنی پایین به شمار می‌رود. در شیمی ۲ خواندیم که هیدروژن به آسانی با بیش‌تر عنصرها از جمله با اکسیژن واکنش نشان می‌دهد و به دلیل واکنش پذیری زیاد هیدروژن با عنصرهای گوناگون ، نمی‌توان آن را به حالت آزاد در طبیعت یافت.

$$\downarrow d = \frac{m \downarrow}{V \uparrow}$$

۶- هزینه تولید سلول :

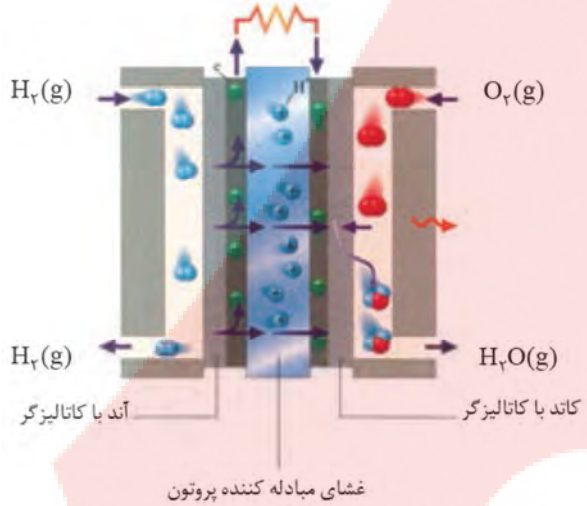
از سال ۱۸۸۹ که اولین سلول سوختی توسط لودویک مند و چارلز لنجر ساخته شد ، تا امروز فرایند تولید سلول‌های سوختی گسترش یافته و شیمی دانّها هر روز به دنبال روش‌های باصرفه‌تری برای تولید سلول‌های سوختی نسبت به روش‌های دیگر تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی بالاست.

سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن

۱) سلول سوختی ، ساختاری همانند سلول‌های گالوانی دارد. در رایج‌ترین سلول سوختی ، گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۲) با این سلول ، واکنش شدید سوختن هیدروژن در اکسیژن که به تولید آب می‌انجامد ، به طور کاملا کنترل شده انجام می‌شود و به این ترتیب ، انرژی گرمایی زیاد حاصل از واکنش دو گاز ، به صورت انرژی الکتریکی در دسترس قرار می‌گیرد.

۳) شکل روبرو ساختار ساده‌ای از سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را نشان می‌دهد. این سلول بر مبنای واکنش میان گاز هیدروژن و گاز اکسیژن کار می‌کند.



۴) هر سلول سوختی سه جزء دارد که شامل یک غشا ، الکترود آند و الکترود کاتد است. در واقع آند و کاتد کاتالیزگرهایی هستند که انجام نیم واکنش اکسایش و نیم واکنش کاهش را آسان‌تر می‌کنند.

۵) در سمت آند ، گاز هیدروژن ورودی با نفوذ در آند ، یونیده می‌شود و تولید یون H^+ (پروتون) و الکترون می‌کند.

$$H_2(g) \longrightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$$ (نیم واکنش اکسایش یا آندی)

گاز هیدروژن مصرف نشده نیز از خروجی کنار الکترود آندی خارج شده و مجددا بازگردانی می‌شود.

۶) غشای مبادله کننده‌ی پروتون همان طور که از اسمش پیداست ، تنها اجازه‌ی عبور و انتقال بار مثبت (H^+) را از خود می‌دهد و درنتیجه الکترون‌ها باید از مدار الکتریکی سلول عبور نمایند. بنابراین یون‌های هیدروژن (H^+) از طریق غشا و الکترون‌ها از مسیر مدار الکتریکی به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

۷) مانند سلول‌های گالوانی ، جهت حرکت الکترون‌ها از آند به سمت کاتد و از طریق رسانای الکترونی یا مدار بیرونی انجام می‌پذیرد.

۸) مانند سایر سلول‌های گالوانی ، کاتیون‌ها (H^+) از طریق رسانای یونی (غشا) یا مدار درونی به سمت کاتد می‌روند.

۹) در سمت کاتد ، گاز اکسیژن با الکترون‌هایی که از سمت آند آمده و یون‌های H^+ که از طریق الکترولیت آمده ، واکنش داده وبخار آب تولید می‌شود. بخار آب تولید شده به کمک جریان آب سرد یا جریان هوای سرد ، مایع می‌شود. آب مایع نیز از خروجی کنار الکترود کاتدی سلول خارج می‌شود. این همان آبی است که فضانوردان در سفینه‌های فضایی از آن استفاده می‌کنند.

$$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O(\ell)$$ (نیم واکنش کاهش یا کاتدی)

۱۰) ولتاژ سلول سوختی همان طور که می‌دانید ، ولتاژ (E°) یک سلول سوختی مانند هر سلول گالوانی دیگری برابر مجموع E° های نیم واکنش‌های آندی و کاتدی است ، پس :

نیم واکنش آندی : $2H_2(g) \longrightarrow 4H^+(aq) + 4e^-$ $\qquad E^\circ = 0\,v$

نیم واکنش کاتدی : $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O(\ell)$ $\qquad E^\circ = +1/23\,v$

جمع : $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(\ell)$ و E° سلول $= E^\circ$ کاتد $- E^\circ$ آند $= +1/23 - 0 = 1/23\,v$

۱۱) بازده سلول سوختی : با توجه به این که در سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن E° نیم واکنش آندی برابر صفر است ، می‌توان ادعا نمود که E° سلول برابر E° نیم واکنش کاتدی است.

۱۲) بازدهی سلول سوختی طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$\text{بازده سلول سوختی} = \frac{\text{ولتاژ روی ولت سنج (عملی)}}{E^\circ \text{ سلول (تئوری)}} \times 100$$

برای نمونه اگر فرض کنیم ولت سنج ، نیروی الکتروموتوری سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن را برابر ۰/۷ ولت نشان می‌دهد ، می‌توان نوشت :

$$\text{بازده سلول سوختی} = \frac{\text{ولتاژ روی ولت سنج (عملی)}}{E^\circ \text{ سلول (تئوری)}} = \times 100 = \frac{0/7}{1/23} \times 100 = 56/91 \text{ درصد}$$

✪ *به طور خلاصه ، در مورد مزایا و معایب سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن ، جدول زیر را خووب بخوانید .*

مورد	مزیت یا عیب	علت
اثرات زیست محیطی	مزیت	گازهای گلخانه‌ای مثل CO_2 تولید نمی‌کند
بازدهی سلول	مزیت	سلل سوختی بازدهی نسبتا بالایی دارد
کارایی و طول عمر کاتالیزگر	مزیت	واکنش پذیری پلاتین بسیار کم است
هزینه‌ی تولید	عیب	کاتالیزگر پلاتین و گاز هیدروژن بسیار گرن است
نگهداری و ایمنی سوخت	عیب	گاز هیدروژن به شدت قابل انفجار و خطرناک است.
تولید و در دسترس بودن سوخت	عیب	بزرگ‌ترین چالش ، تهیه گاز هیدروژن است.

✪✪ مقایسه‌ی دو روش متفاوت برای تولید برق ✪✪

در شکل زیر ، مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سلول سوخت به انرژی الکتریکی در دو روش متفاوت نشان داده شده است.

روش اول: استفاده از نیروگاه

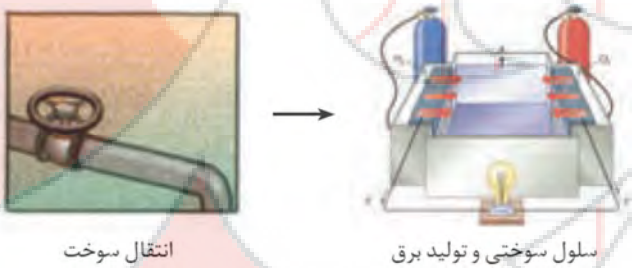
در شکل‌های زیر مراحل تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی در یک نیروگاه دیده می‌شود.

همان طور که می‌بینید ، ابتدا با سوزاندن سوخت ، انرژی شیمیایی به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. سپس انرژی گرمایی تولید بخار می‌کند و بخار حاصل باعث راه اندازی توربین می‌شود. و بدین ترتیب انرژی گرمایی به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود. در پایان با راه اندازی توربین ، ژنراتورها انرژی مکانیکی را به الکتریکی تبدیل می‌کنند.

انرژی الکتریکی ⟵ انرژی مکانیکی ⟵ انرژی گرمایی ⟵ انرژی شیمیایی

روش دوم : استفاده از سلول‌های سوختی

در این روش انرژی شیمیایی موجود در سوخت **به طور مستقیم** تبدیل به انرژی الکتریکی می‌شود و مراحل تبدیل انرژی ، نسبت به نیروگاه کم‌تر است.



در مقایسه‌ی این دو روش نکات زیر را خووب خووب بجووید :

۱) سلول سوختی نسبت به نیروگاه به فضای بسیار کم‌تری برای تولید برق نیاز دارد.

۲) در سلول‌های سوختی ، اتلاف انرژی به شکل گرما به مراتب کم‌تر است. زیرا :

آ) دمای لازم برای راه اندازی سلول سوختی نسبت به راه اندازی نیروگاه خیلی کم‌تر است.

ب) در سلول‌های سوختی، سوخت به طور مستقیم وارد سلول شده و تبدیل به انرژی الکتریکی می‌شود، در حالی که در نیروگاه‌ها، سوخت به طور مستقیم وارد توربین نمی‌شود و وجود تبدیل‌های بیش‌تر انرژی ، اتلاف انرژی را بیش‌تر می‌کند.

پ) در سلول‌های سوختی واکنش سوختن انجام شده در نیروگاه‌ها که با سرعت و شدت زیادی همراه است ، به طور کاملاً کنترل شده تبدیل به دو نیم واکنش اکسایش و کاهش می‌شود و به صورت انرژی الکتریکی در دسترس قرار می‌گیرد.

۳) مقدار انرژی الکتریکی حاصل به ازای مقدار معینی سوخت ، در سلول‌های سوختی به مراتب از توربین‌ها بیش‌تر می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که کارایی و بازده سلول‌های سوختی از توربین‌ها بیش‌تر است.

مقایسه‌ی سلول سوختی ، باتری و موتور درون‌سوز

سلول سوختی باتری هر دو سلول گالوانی هستند که البته تفاوت‌های مهمی با یکدیگر دارند که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌کنیم :

مقایسه‌ی سلول سوختی و باتری

۱- سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها ، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند. در واقع در سلول سوختی مواد واکنش‌گر (گازهای H_2 و O_2) باید به‌طور دائم وارد سلول شده و از طرفی فرآورده‌های حاصل (مثلاً بخار آب در سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن) باغید پیوسته از سلول سوختی خارج شوند ، همچنین جریان الکتریکی حاصل بلافاصله پس از تولید مصرف می‌شود. در واقع در آن‌ها پیوسته سوخت در شرایط کنترل شده ، مصرف و جریان الکتریکی برقرار می‌شود.

۲- سلول‌های سوختی برخلاف برخی از انواع باتری‌ها (مانند باتری‌های لیتیمی) قابل شارژ نیستند و با تمام شدن واکنش‌دهنده‌های موجود در آن غیر فعال می‌شوند.

۳- یک تفاوت مهم بین سلول‌های سوختی و باتری‌ها این است که در سلول‌های سوختی برخلاف باتری‌ها ، واکنش‌دهنده‌ها در داخل سلول قرار نداشته و مدام از بیرون به داخل سلول تزریق می‌شوند.

۴- محصول نهایی در باتری‌ها ، جریان الکتریکی است ، در حالی‌که در سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن علاوه‌بر جریان الکتریکی ، آب (H_2O) نیز تولید می‌شود.

باتری‌ها ⟵ تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی + تولید H_2O

مقایسه‌ی سلول سوختی با موتور درون‌سوز

۱- عملکرد سلول سوختی بیش‌تر شبیه موتور درون‌سوز است ، در موتور درون‌سوز به‌طور مداوم (در حین کار کردن و فعال بودن موتور) سوخت و اکسیژن با هم ترکیب شده و واکنش می‌دهند ، البته خروجی این واکنش ، به وجود آمدن گازهایی داغ با دما و فشار بالاست که انبساط آن‌ها باعث حرکت قطعات موتور می‌شود.

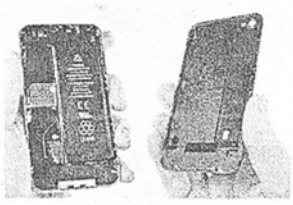
۲- سلول‌های سوختی را می‌توان با بازده بالا طراحی نمود که بازده آن نسبت ه بازده انرژی در موتورهای درون‌سوز بیش‌تر است. در واقع اتلاف انرژی به شکل گرما در آن ، کم‌تر از موتورهای درون‌سوز است ، بنابراین می‌توان از سلول‌های سوختی در خودروها استفاده کرد.

تذکر: سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد. در حالی‌که اکسایش آن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر (یعنی تا ۶۰ درصد) افزایش می‌دهد.

نکته: هرچند سلول سوختی فرآورده‌های مخرب و آلاینده برای محیط زیست تولید نمی‌کند ، اما برای تولید سوخت (H_2) مورد نیاز این سلول ، فرآیندهایی انجام می‌شود که باعث آلایندگی محیط‌زیست می‌شود ، البته این آلایندگی به مراتب کم‌تر از آلایندگی موتورهای درون‌سوز است.

سلول سوختی در مقایسه با موتور درون‌سوز ⟵ بازده بالاتر ، اتلاف انرژی کم‌تر و آلایندگی کم‌تر

تست ۱۵۷ : چند مورد از مطالب زیر درست است؟



آ) در شکل روبه‌رو نوعی از باتری‌های لیتیمی قابل شارژ نشان داده شده است.

ب) فلز لیتیم جایگاه ممتازی در تأمین انرژی جهان دارد و از آن در درون دستگاه‌های الکترونیک به فراوانی استفاده می‌شود.

پ) پسماندهای الکترونیکی به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون ، سمی هستند و نباید در طبیعت رها شوند.

ت) برخی از پسماندهای الکترونیکی دارای مقدار قابل توجهی از مواد ارزشمند هستند و منبعی برای بازیافت محسوب می‌شوند.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ :

تست ۱۵۸ : در باتری‌های روی – نقره که از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند واکنش ..... انجام می‌شود و ..... در این واکنش اکسنده بوده و ..... قطب آند در این باتری می‌باشد.

(تمرین دوره‌ای صفحه ۶۴)

۱) $Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$ - نقره اکسید – روی

۲) $2Ag(s) + ZnO(s) \rightarrow Ag_2O(s) + Zn(s)$ - روی اکسید – روی اکسید

۳) $Zn(s) + Ag_2O(s) \rightarrow ZnO(s) + 2Ag(s)$ - نقره اکسید – نقره اکسید

۴) $2Ag(s) + ZnO(s) \rightarrow Ag_2O(s) + Zn(s)$ - روی اکسید – نقره

پاسخ :

تست ۱۵۹ : همه‌ی گزینه‌های زیر از دلایل مؤثر بر بازدهی پایین تبدیل انرژی سوخت‌های فسیلی به انرژی الکتریکی است به جز...

(فور را بیازمایید صفحه ۵۱)

۱) تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی ، شامل چندین مرحله است.

۲) واکنش سوختن کامل سوخت‌های فسیلی ، بازده پایینی دارد.

۳) بخش عمده‌ای از انرژی در فرآیند تولید الکتریسیته ، وارد نشده و به شکل گرما وارد محیط اطراف می‌شود.

۴) ساخت امکانات و تجهیزات یک نیروگاه تولید برق ، هزینه‌های زیادی را در بردارد.

پاسخ :

تست ۱۶۰ : با توجه به طرحواره‌ی زیر که مراحل تولید برق در یک نیروگاه را به تصویر می‌کشد ، کدام گزینه هر دو جای خالی (۱) و (۲) را به ترتیب از راست به چپ به درستی کامل می‌کند؟

(فور را بیازمایید صفحه ۵۱)

انتقال برق ⟹ راه‌اندازی توربین توسط ..... (۲) ..... با انرژی بالا و تولید برق ⟹ سوزاندن سوخت و تولید H_2O در حالت فیزیکی ..... (۱) ..... ⟹ انتقال سوخت به نیروگاه‌ها

۱) گاز – بخار آب ۲) مایع – بخار آب ۳) گاز - $CO_2(g)$ ۴) مایع - $CO_2(g)$

پاسخ :

تست ۱۶۱ : در شکل زیر ، دو روش تولید الکتریسیته نشان داده شده است. کدام روش بازدهی بیش‌تری دارد و چرا؟

(خود را بیازمایید صفحه ۵۱)

روش ۱ — روش ۲

۱) روش (۱) – زیرا کل میزان سوخت مصرفی تبدیل به انرژی می‌شود.

۲) روش (۲) – زیرا اتلاف انرژی به شکل گرما کم تر می‌باشد.

۳) روش (۱) – زیرا بازدهی توربین‌ها برای تولید برق بیش‌تر می باشد.

۴) روش (۲) – زیرا سوخت استفاده شده در روش (۲) ارزان‌تر است.

پاسخ :

تست ۱۶۲ : چند مورد از مطالب زیر به مزایای استفاده از سلول‌های سوختی برای تولید برق ، نسبت به نیروگاه‌ها اشاره دارد؟

(خود را بیازمایید صفحه ۵۱)

آ- اتلاف انرژی کم تر در سلول‌های سوختی

ب- تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی ، به‌طور مستقیم

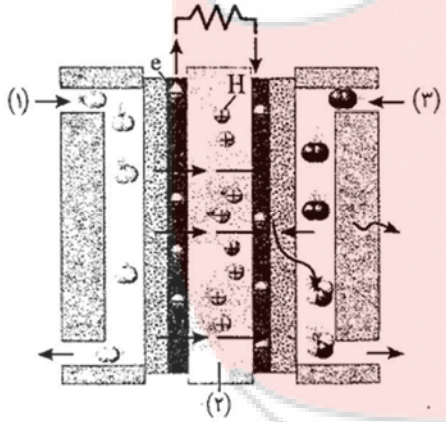
پ- بازده و کارایی بالاتر سلول‌های سوختی نسبت به نیروگاه‌ها

ت- هزینه‌ها و تجهیزات مورد نیاز کم تر برای نصب و راه‌اندازی سلول‌های سوختی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۱۶۳ : با توجه به شکل مقابل که نمایی از سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن را نشان می‌دهد ، کدام گزینه درست است؟



۱) (۲) و (۳) به ترتیب محل ورود گازهای اکسیژن و هیدروژن را نشان می‌دهد.

۲) (۱) ، فقط اجازه‌ی عبور کاتیون‌های H^+ به سمت آند را می‌دهد و الکترون‌ها باید در مدار خارجی جریان پیدا کنند.

۳) از خروجی سمت آند آن ، آب تولیدی به صورت بخار آب خارج می‌شود.

۴) نوع ساخت الکترودهای آند و کاتد به گونه‌ای است که به ترتیب اجازه‌ی عبور مولکول‌های H_2 و O_2 را دهند.

پاسخ :

تست ۱۶۴ : واکنش کلی انجام شده در سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن کدام است؟ (با هم بیندیشیم صفحه ۵۲ و ۵۳)

۱) $O_2(g)+2H_2O(g)+4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$
۲) $2H_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$
۳) $O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \rightarrow 2H_2O(g)$
۴) $2H_2(g)+4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(g)+4e^-$

پاسخ :

تست ۱۶۵ : نیم‌واکنش‌های انجام شده در آند و کاتد سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن به ترتیب کدام است؟ (از راست به چپ)

(با هم بیندیشیم صفحه ۵۲ و ۵۳)

۱) $O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \rightarrow 2H_2O(g)$ و $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq)+2e^-$
۲) $2H_2(g)+4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(g)+4e^-$ و $O_2(g)+2H_2O(g)+4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$
۳) $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq)+2e^-$ و $O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \rightarrow 2H_2O(g)$
۴) $O_2(g)+2H_2O(g)+4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ و $2H_2(g)+4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(g)+4e^-$

پاسخ :

تست ۱۶۶ : اگر در سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن ، ۴۰/۳۲ لیتر گاز در شرایط استاندارد تولید شده باشد ، جرم هیدروژن مصرف شده برحسب گرم کدام است؟ $(O=16 \ , \ H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۲ ۲) ۲/۴ ۳) ۳/۶ ۴) ۴/۸

پاسخ :

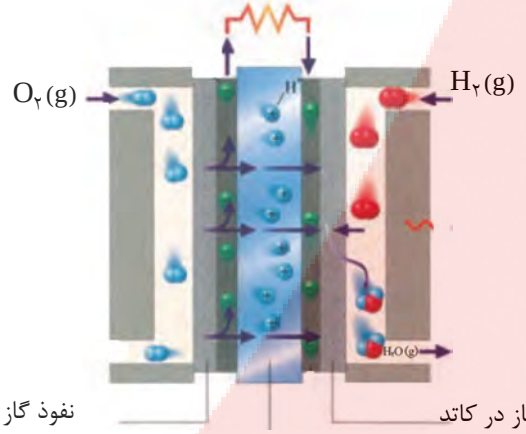
تست ۱۶۷ : اگر در سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن ، ۳۶/۲۸۸ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP مصرف شود ، به تقریب چه تعداد یون در نیم‌واکنش اکسایش و چند گرم فرآورده‌ی گازی تولید می‌شود؟ (گزینه‌های را به ترتیب از راست به چپ بخوانید)

$(O=16 \ , \ H=1 : g.mol^{-1})$

۱) $14/58 - 1/95\times10^{23}$ ۲) $29/16 - 3/9\times10^{24}$ ۳) $14/58 - 3/9\times10^{23}$ ۴) $29/16 - 1/95\times10^{24}$

پاسخ :

تست ۱۶۸ : در شکل روبرو که مربوط به نوعی سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن است ، چند مورد درست معرفی شده است؟



آ) جهت حرکت یون‌های هیدروژن

ب) محل ورود گاز هیدروژن و اکسیژن

پ) جهت حرکت الکترون‌ها

ت) محل خروج آب تولید شده

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۱۶۹ : اگر نیم واکنش‌های موازنه نشده‌ی اکسایش و کاهش نوعی سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن به صورت زیر باشند ، چند مورد از عبارت‌های داده شده درست‌اند؟

۱) $O_2(g) + H^+(aq) + e^- \longrightarrow H_2O(\ell)$

۲) $H_2(g) \longrightarrow H^+(aq) + e^-$

آ) مجموع ضرایب استوکیومتری در نیم واکنش کاهش برابر با ۱۲ است

ب) با مصرف ۱/۱۲ لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد ، حداکثر ۰/۲ مول الکترون مبادله می‌شود.

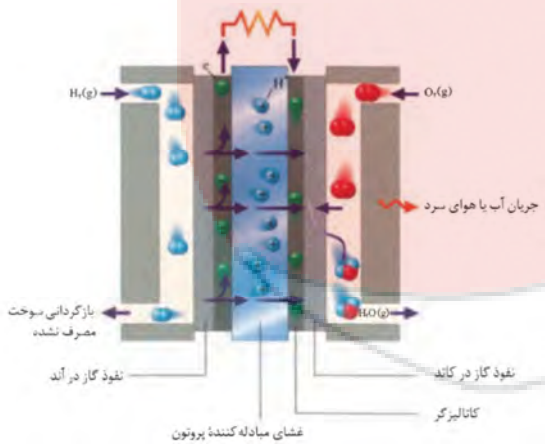
پ) emf این سلول برابر با پتانسیل کاهشی مربوط به کاتد است.

ت) حجم گاز مصرف شده در کاتد ، نصف حجم گاز مصرف شده در آند است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۱۷۰ : در سلول سوختی نشان داده شده ، ولت سنج به طور نظری چه عددی را نشان می‌دهد و اگر در عمل نیروی الکتروموتوری این سلول برابر ۰/۷v باشد ، بازده این سلول کدام است؟



$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O(\ell) \quad E^\circ = 1/23\,v$

$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow 2e^-{}_2(g) \quad E = 0/0\,v$

۱) ۱/۲۳v , ۵۶/۹٪

۲) ۲/۴۶ v , −۲۸/۴٪

۳) ۱/۲۳v , −۵۶/۹٪

۴) ۲/۴۶v , ۲۸/۴٪

پاسخ :

تست ۱۷۱ : چند مورد از موارد زیر جزء معایب سلول‌های سوختی به شمار نمی‌آیند؟

آ) کارایی و طول عمر کاتالیزگر
ب) اثرات زیست محیطی
پ) تولید و در دسترس بودن سوخت
ت) نگه داری و ایمنی سوخت
ث) بازدهی سلول
ج) هزینه تولید سلول

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ :

تست ۱۷۲ : چند مورد از موارد زیر درست‌اند؟

آ) بزرگ‌ترین چالش در کاربرد سلول‌های سوختی ، تولید گاز هیدروژن در مقیاس صنعتی است.
ب) در تهیه گاز هیدروژن از واکنش بخار آب با متان ، وجود ناخالصی CO ، کارایی سلول سوختی را کاهش می‌دهد.
پ) تولید هیدروژن به روش برقکافت ، آلایندگی محیط زیست را در پی ندارد.
ت) تولید هیدروژن از طریق واکنش بخار آب با متان ، صرفه‌ی اقتصادی بیش‌تری دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ :

تست ۱۷۳ : اگر در سلول سوختی به جای هیدروژن از سوخت ارزان‌تر و کم خطر تری مانند متان استفاده شود ، برای عبور همان شماره الکترون ناشی از مصرف یک مول هیدروژن از مدار ، چند گرم متان باید مصرف شود؟ $(C = ۱۲ , H = ۱ g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۳۲ (ریاضی ۹۴)

پاسخ :

تست ۱۷۴ : در یک سلول سوختی ۲ گرم هیدروژن به نیم سلول آندی و ۴۰ گرم اکسیژن به نیم سلول کاتدی وارد می‌شود. اگر ۳۰ درصد از هیدروژن ورودی از نیم سلول آندی خارج شود، چند درصد از گاز اکسیژن ورودی، می‌تواند بدون انجام واکنش ، از نیم سلول کاتدی خارج شود؟

۱) ۶۴ ۲) ۶۸ ۳) ۷۲ ۴) ۷۶

پاسخ :

ویژه عشاق شیمی (برقکافت محلول‌ها اسید و باز)

✪ بررسی الکترولیز نمک‌های محلول در آب

نکته خیلی مهم: در رقابت کاتدی برای گرفتن الکترون ، گونه‌ای برنده می‌شود که E° آن بزرگ‌تر باشد .

سایر کاتیون‌ها $> H_2O > Zn^{2+} > V^{2+} > Mn^{2+} > Al^{3+} >$ کاتیون‌های فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی **: رقابت کاتدی**

تذکر: *در رقابت کاتدی آب بر کاتیون‌های گروه* $V^{2+}, Zn^{2+}, Mn^{2+}, Al^{3+}, IIA, IA$ *غلبه کند و در سایر موارد بازنده می‌باشند .*

در یک محلول خنثی در دمای $25^\circ C$ ، غلظت یون‌های H^+ و OH^- برابر 10^{-7} مول بر لیتر است . محاسبات الکتروشیمیایی نشان می‌دهند که اگر غلظت OH^- برابر 10^{-7} مول بر لیتر باشد ، خواهیم داشت :

مرز پیروزی کاتیون‌ها بر H_2O و رقابت کاتدی

$$2H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2 + \underbrace{2OH^-}_{10^{-7}M} \qquad E^\circ = -0/41v$$

نکته خیلی مهم: در رقابت آندی برای دادن الکترون ، گونه ای برنده می‌شود که E° آن کوچک تر باشد .

$OH^- > I^- > Br^- > Cl^-_{\text{غلیظ}} > H_2O > Cl^-_{\text{رقیق}} > SO_4^{2-} > NO_3^- > F^-$ **: رقابت آندی**

تذکر: *آب برای دادن الکترون در رقابت آندی فقط نسبت به* Cl^- *رقیق ،* F^-, NO_3^-, SO_4^{2-} *پیروز است و در سایر موارد بازنده است .*

واکنش کاهش آب در رقابت کاتدی : $2H_2O + 2e \rightleftharpoons H_2 + 2OH^-$

اگر آب کاهش یابد :

۱) غلظت OH^- زیاد می‌شود .
۲) pH زیاد می‌شود .
۳) فنل فتالئین ارغوانی می‌شود .
۴) گاز H_2 تولید می‌شود .

واکنش **اکسایش** آب در رقابت آندی $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e$

(اگر آب اکسایش یابد ، تو دانش آموز **TOP** *مثل آب خوردن بگوو چی میشه؟*

۱)
۲)
۳)

(۴

نکته : به طور کلی برای تهیه‌ی فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی و آلومینیوم نمی‌توان از برقکافت محلول آبی این نمک‌ها استفاده کرد (چرا ؟) و باید از برقکافت نمک مذاب آن‌ها استفاده کرد .

تمرین : واکنش‌های مربوط به برقکافت محلول‌های رقیق و غلیظ سدیم کلرید را بنویسید .

تمرین : الکترولیز محلول مس (II) سولفات را کامل بنویسید .

بررسی تغییرات pH ضمن برقکافت محلول اسیدها و بازهای قوی

۱) بررسی الکترولیز محلول اسیدهای قوی نظیر HNO_3 و H_2SO_4

آنیون این اسیدها NO_3^- و SO_4^{2-} در رقابت آندی بازنده هستند .

واکنش کاتدی : $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$

واکنش آندی : $\begin{cases} H_2O \longrightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e \\ NO_3^- \longrightarrow \text{بازنده} \end{cases}$

به همان میزان که در کاتد H^+ مصرف می‌شود در آند H^+ تولید می‌شود ، پس تعداد H^+ تغییری نمی‌کنند . ولی چون H_2O مرتبا در حال مصرف شدن هستند بنابراین پس از مدتی با مصرف آب محلول HNO_3 غلیظ تر شده و به این ترتیب محیط اسیدی تر می‌شود و pH محلول نیز کاهش می‌یابد .

تذکر: *هنگامی که می‌خواهیم میزان تولید یا مصرف یک ماده را در واکنش آندی یا کاتدی با یکدیگر مقایسه کنیم ، ابتدا باید ضریب e^- را دو نیم واکنش یکسان کنیم .*

مثال : میزان مصرف H^+ درکاتد با میزان تولید H^+ در آند یکسان است، اگر چه واکنش آندی به صورت $2H_2O \longrightarrow 4H^+ + 4e + O_2$ نوشته می‌شود. چرا ؟

نکته : به طور کلی هنگام الکترولیز محلول اسیدهای قوی مانند HNO_3 و H_2SO_4 (که آنیون آن‌ها در رقابت آندی بازنده هستند) به دلیل مصرف H_2O ، محلول اسید غلیظ و غلیظ تر شده و محلول اسیدی تر می‌شود، لذا pH کم می‌شود .

۲) بررسی الکترولیز محلول بازهای قوی نظیر NaOH و KOH

هنگامی که محلول یک باز قوی نظیر NaOH یا KOH را برقکافت می‌نماییم ، واکنش‌های انجام شده به صورت زیر هستند :

رقابت کاتدی $\begin{cases} Na^+ \longrightarrow \\ 2H_2O + 2e \longrightarrow 2OH^- + H_2(g) \end{cases}$

واکنش آندی $\begin{cases} 2HO^- \longrightarrow H_2O + \frac{1}{2}O_2 + 2e \end{cases}$

به همان میزانی که یون OH^- در کاتد تولید می‌شود به همان میزان در آند مصرف می‌شوند . بنابراین تعداد یون‌های OH^- تغییری نمی‌کند .

ولی به ازای مصرف ۲ مول آب در کاتد فقط یک مول آب در آند تولید می‌شود پس مرتبا آب در حال مصرف شدن و کم شدن است و مرتبا محلول سود $(NaOH)$ غلیظ و غلیظ تر شده و محلول بازی تر و pH بزرگ تر می‌شود .

نکته: به هنگام الکترولیز محلول بازی‌های قوی نظیر NaOH یا KOH به دلیل مصرف H_2O محلول این بازها غلیظتر شده و محلول بازی تر می‌شود و pH هم زیاد می‌شود .

تست ۱۷۵ : pH محلولی از سدیم هیدروکسید در ضمن عمل برقکافت .....

۱) افزایش می‌یابد . ۲) به ۷ می‌رسد . ۳) تغییر نمی‌کند . ۴) کاهش می‌یابد .

پاسخ :

تست ۱۷۶ : در برقکافت محلول کدام نمک زیر ، آنیون آن در واکنش آندی و H^+ حاصل از آب در واکنش کاتدی شرکت می‌کند؟

۱) جیوه (II) یدید ۲) سدیم فلوئورید ۳) مس (II) نیترات ۴) منیزیم برمید

پاسخ :

تست ۱۷۷ : ضمن عبور جریان برق از محلول پتاسیم سولفات کدام تغییر رخ می‌دهد ؟

۱) کاهش K^+ در کاتد ۲) اکسایش SO_4^{2-} در آند ۳) افزایش pH ۴) افزایش غلظت K_2SO_4

پاسخ :

تست ۱۷۸ : ضمن الکترولیز محلول مس (II) سولفات ، pH محیط عمل بعد از الکترولیز چگونه تغییر می‌کند ؟

۱) افزایش می‌یابد . ۲) تغییری نمی‌کند . ۳) $pH = ۷$ می‌شود . ۴) کاهش می‌یابد .

پاسخ :

تست ۱۷۹ : در فرآیند برقکافت آب نمک غلیظ ، نسبت جرمی گاز آزاد شده در آند به جرم گاز آزاد شده در کاتد ، ..... است و حجم آن‌ها در شرایط یکسان ..... است. **(تجربی ۹۳)**

$(H = ۱ , O = ۱۶ , Na = ۲۳ , Cl = ۳۵/۵ \ g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۷۱ – برابر ۲) ۷۱ – نابرابر ۳) ۳۵/۵ - برابر ۴) ۳۵/۵ - نابرابر

پاسخ :

تست ۱۸۰ : اگر در برقکافت چهار لیتر محلول غلیظ نمک خوراکی ، ۱/۱۲ لیتر گاز در شرایط STP در آند تولید شود ، غلظت سدیم هیدروکسید تولید شده به تقریب چند مول بر لیتر است؟ **(تجربی ۹۴)**

۱) ۰/۰۲۵ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۰۷۵ ۴) ۰/۱

پاسخ :

تست ۱۸۱ : عبور جریان برق از محلول مس (II) سولفات باعث ته‌نشین شدن ۱۲/۸ گرم فلز مس در کاتد می‌شود. مقدار اکسیژن حاصل در آند چند گرم است؟ $(O=16 \text{ و } Cu=64)$

۱) ۶/۴ ۲) ۱/۶ ۳) ۳/۲ ۴) ۴/۸

پاسخ :

تست ۱۸۲ : ضمن برقکافت محلول $AgNO_3$ کدام مورد زیر روی می‌دهد ؟ $(Ag=108 g\cdot mol^{-1})$

۱) در کاتد و آند آب برقکافت می‌شود و pH تغییر می‌کند.

۲) در کاتد فلز نقره کاهش یافته و یون نیترات در آند اکسید می‌شود.

۳) به علت یونیده شدن HNO_3 ، pH محیط عمل کاهش می‌یابد.

۴) با ته نشین شدن ۰/۲۱۶g نقره در کاتد، ۱۱/۲ میلی لیتر گاز اکسیژن آزاد می‌شود.

پاسخ :

تست ۱۸۳ : اگر با عبور مقدار مشخصی الکترون از محلول نقره نیترات ، ۱۶/۲ گرم نقره به دست آید ، بر اثر عبور همان مقدار الکترون از محلول کوپریک سولفات ، چند گرم مس به دست می‌آید؟ $(Ag=108 , Cu=64 : g\cdot mol^{-1})$

۱) ۴/۸ ۲) ۹/۶ ۳) ۱۴/۶ ۴) ۱۶

پاسخ :

تست ۱۸۴ : اگر در برقکافت ۴ لیتر محلول غلیظ نمک خوراکی ، ۲/۲۴ لیتر گاز در شرایط STP در آند تولید شود ، غلظت سدیم هیدروکسید تولید شده به تقریب چند مول بر لیتر است؟ **(شبیه سازی تجربی خارج کشور ۹۴)**

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۱

پاسخ :

تست ۱۸۵ : اگر بر اثر برقکافت ۴۰۰ میلی لیتر محلول مس (II) سولفات ، ۲/۵۶ گرم فلز مس به دست آید ، pH محلول حاصل کدام است؟ $(Cu = ۶۴\ g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۷

پاسخ :

تست ۱۸۶ : اگر بر اثر برقکافت محلول روی نیترات ، ۲/۶ گرم فلز روی در کاتد به دست آید ، گاز حاصل از این برقکافت ، با چند گرم منیزیم به طور کامل واکنش می‌دهد؟ $(Zn = ۶۵ , Mg = ۲۴\ g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۲۴ ۳) ۰/۴۸ ۴) ۰/۹۶

پاسخ :

تست ۱۸۷ : اگر بر اثر برقکافت حجم معینی محلول سدیم کلرید غلیظ ، ۲۰۱۶ میلی لیتر گاز کلر تولید شود ، با اضافه کردن ۵۰۰ میلی لیتر محلول فریک نیترات $۰/۱\ mol \cdot L^{-۱}$ به محلول حاصل ، چند گرم رسوب به دست می‌آید؟

$(Fe = ۶۵ , Cl = ۳۵/۵ , Na = ۲۳ , O = ۱۶ , H = ۱\ g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۳/۲۱ ۲) ۴/۲۸ ۳) ۶/۴۲ ۴) ۸/۵۶

پاسخ :

تست ۱۸۸ : اگر بر اثر برقکافت ۱۰۰ میلی لیتر محلول پتاسیم یدید ، ۱۰/۱۶ گرم ید به دست آید ، محلول حاصل با چند میلی لیتر محلول $۰/۲۵\ mol \cdot L^{-۱}$ نیتریک اسید به طور کامل خنثی می‌شود؟ $(I = ۱۲۷\ g \cdot mol^{-۱})$

۱) ۳۲۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۲۸۰ ۴) ۶۴۰

پاسخ :

سلول سوختی متان - اکسیژن

۱) در رایج ترین سلول سوختی ، گاز هیدروژن با اکسیژن واکنش می‌دهد. اما در برخی سلول‌های سوختی ، گاز متان به جای هیدروژن با گاز اکسیژن واکنش می‌دهد. گاز متان نسبت به هیدروژن ، ارزان‌تر است و ایمنی بالاتری دارد.

۲) در این سلول ، واکنش شدید سوختن متان در اکسیژن که به تولید کربن دی اکسید و بخار آب می‌انجامد ، به طور کاملا کنترل شده انجام می‌شود و انرژی گرمایی زیاد حاصل از واکنش این دو گاز ، به صورت انرژی الکتریکی در دسترس قرار می‌گیرد.

۳) در آند ، گاز متان و آب مایع در نیم‌واکنش اکسایش شرکت کرده و تولید الکترون و پروتون (H^+) می‌کنند. کربن دی اکسید نیز محصول فرعی این نیم‌واکنش است .

$CH_4(g) + 2H_2O(\ell) \longrightarrow CO_2(g) + 8H^+(aq) + 8e^-$ (نیم واکنش اکسایش یا آندی)

۴) پروتون‌ها (H^+) از طریق غشای مبادله کننده‌ی پروتون و الکترون‌ها از مسیر مدار الکتریکی از آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

۵) مانندسایر سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها از آند به سمت کاتد ازطریق رسانای الکترونی یا مدار بیرونی انجام می‌پذیرد.

۶) مانند سایر سلول‌های گالوانی ، کاتیون‌ها (H^+) از طریق رسانای یونی (غشا) یا مدار درونی به سمت کاتد می‌روند.

۷) در سمت کات ، گاز اکسیژن با الکترون‌هایی که از سمت آند آمده و یون‌های H^+ که از طریق الکترولیت آمده ، واکنش داده و بخار آب تولید می‌شود. بخار آب تولید شده نیز به کمک جریان آب سرد یا جریان هوای سرد مایع می‌شود .

$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O(\ell)$ (نیم واکنش کاهش یا کاتدی)

این همان نیم واکنشی است که در کاتد سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن نیز روی می‌دهد. بنابراین نیم واکنش کاهش سلول‌های سوختی متان – اکسیژن و هیدروژن – اکسیژن یکسان است.

۸) با جمع کردن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، واکنش کلی سلول به صورت زیر به دست می‌آید. بنابراین واکنش کلی سلول ، سوختن کامل گاز متان است.

$CH_4(g) + \cancel{2H_2O}(\ell) \longrightarrow CO(g) + \cancel{8H^+}(aq) + \cancel{8e^-}$ (نیم واکنش اکسایش یا آندی)

$2O_2(g) + \cancel{8H^+}(g) + \cancel{8e^-} \longrightarrow \cancel{4H_2O}(\ell)$ (نیم واکنش کاهش یا کاتدی)

$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(\ell)$ واکنش کلی سلول سوختی

۹) emf یا E° سلول سوختی متان – اکسیژن برابر $1/06\,v$ است. بنابراین می‌توان E° نیم‌واکنش اکسایش متان را به دست آورد.

نیم واکنش اکسایش : $CH_4(g) + 2H_2O \rightleftharpoons CO_2(g) + 8H^+(aq) + 8e^-$

نیم واکنش کاهش : $O_2(g) + 4H^+(g) + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O(\ell)$ $\quad E^\circ = 1/23\,v$

$emf = E^\circ$ (کاتد) $- E^\circ$ (آند) $\Rightarrow 1/06 = 1/23 - E^\circ$ (آند) $\Rightarrow E^\circ$ (آند) $= 1/7\,v$

✪ واکنش‌های مهم اکسایش – کاهش ✪

حال که با واکنش‌های اکسایش – کاهش و روش شناسایی آن‌ها آشنا شدیم ، در این‌جا واکنش‌های اکسایش – کاهش مهمی را که در کتاب‌های شیمی دهم و یازدهم مطرح شده است ، یک‌جا تقدیمتان می‌کنیم.

واکنش‌های اکسایش – کاهش شیمی دهم

در جدول زیر واکنش‌های مهم اکسایش – کاهش مهمی را که در کتاب شیمی دهم آمده است ، مشاهده می‌کنید ؛ در هر مورد گونه‌ی اکسنده و کاهنده را نیز معرفی کرده‌ایم.

نام واکنش	معادله‌ی واکنش	گونه ی کاهش‌یافته (اکسنده)	گونه‌ی اکسایش‌یافته (کاهنده)
سوختن کامل متان	$CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)$	O	C
سوختن ناقص متان	$2cH_4(g)+3O_2(g)\rightarrow 2CO(g)+4H_2O(g)$	O	C
سوختن اتانول	$C_2H_5OH(l)+3O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)+3H_2O(g)$	O	C
سوختن کربن (الماس یا گرافیت)	$C(s)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)$	O	C
سوختن سدیم	$4Na(s)+O_2(g)\rightarrow 2Na_2O(s)$	O	Na
تجزیه‌ی $C_3H_5N_3O_9$	$4N_3H_5N_3O_9(l)\rightarrow 12CO_2(g)+10H_2O(l)+O_2(g)+6N_2(g)$	N	C و O
اکسایش گلوکز در بدن	$C_6H_{12}O_6(aq)+6O_2(g)\rightarrow 5CO_2(g)+10H_2O(l)+O_2(g)+6N_2(g)$	O	C
تشکیل نیتروژن مونوکسید	$N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$	O	N
تشکیل نیتروژن دی‌اکسید	$2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$	O	N
تشکیل اوزون تروپوسفری	$NO_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g)+O_3(g)$	N و O	O
اکسایش آهن	$4Fe(s)+3O_2(g)\rightarrow 2Fe_2O_3(s)$	O	Fe
اکسایش چربی موجود در کوهان شتر	$2C_{57}H_{110}O_6(s)+163O_2(g)\rightarrow 114CO_2(g)+110H_2O(l)$	O	C
تولید آمونیاک (فرآیند هابر)	$N_2(g)+3H_2(g)\rightarrow 2NH_3(g)$	N	H
تبدیل CO به CO_2	$2CO(g)+O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)$	O	C
سوختن H_2 در حضور کاتالیزگر پلاتین	$2H_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{Pt(s)} 2H_2O(l)$	O	H
تبدیل SO_2 به SO_3	$2SO_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2SO_3(g)$	O	S
واکنش آهن با هیدروکلریک اسید	$Fe(s)+2HCl(aq)\rightarrow FeCl_2(aq)+H_2(g)$	H	Fe
برقکافت منیزیم کلرید	$MgCl_2(l)\rightarrow Mg(l)+Cl_2(g)$	Mg	Cl

واکنش‌های اکسایش – کاهش شیمی یازدهم

نام واکنش	معادله‌ی واکنش	گونه ی کاهش‌یافته (اکسنده)	گونه‌ی اکسایش‌یافته (کاهنده)
اکسایش سدیم توسط آهن	$FeO(s)+2Na(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2O(s)+Fe(s)$	Fe	Na
اکسایش مس توسط آهن	$FeO(s)+Cu(s) \xrightarrow{\Delta} CuO(s)+Fe(s)$	Fe	Cu
اکسایش کربن توسط آهن	$2FeO(s)+C(s) \xrightarrow{\Delta} CO_2(g)+2Fe(s)$	Fe	C
واکنش تولید آهن	$2Fe_2O_3(s)+3C(s) \xrightarrow{\Delta} 4Fe(s)+3CO_2(g)$	Fe	C
واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز	$C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq)+2CO_2(g)$	C	C
واکنش ترمیت	$2Al(s)+Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s)+2Fe(l)$	Fe	Al
کاهش آهن توسط CO	$Fe_2O_3(s)+3CO(g) \rightarrow 2Fe(s)+3CO_2(g)$	Fe	C
تولید اتانول در مقایس صنعتی	$C_2H_4(g)+H_2O(l) \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2OH(l)$	C	C
بی رنگ شدن محلول برم قرمز	$C_2H_4(g)+Br_2(l) \rightarrow CH_2Br-CH_2Br(l)$	Br	C
اکسایش Al توسط Cu	$2Al(s)+3CuSO_4(aq) \rightarrow 3Cu(s)+Al_2(SO_4)_3(aq)$	Cu	Al
تولید Si (عنصر اصلی سازنده‌ی سلول‌های خورشید)	$SiO_2(s)+2C(s) \xrightarrow{3000^\circ C} Si(l)+2CO(g)$	Si	C
واکنش تولید تیتانیم	$TiCl_4+2Mg \rightarrow Ti+2MgCl_2$	Ti	Mg
کاهش Fe توسط Ti	$2Fe_2O_3+3Ti \rightarrow 4Fe+3TiO_2$	Fe	Ti
تهیه‌ی مس خام از سنگ معدن آن	$Cu_2S(s)+O_2(g) \rightarrow 2Cu(s)+SO_2(g)$	Cu و O	S
واکنش هیدروژن‌دار کردن هگزن	$C_6H_{12}(l)+H_2(g) \xrightarrow{Ni(s)} C_6H_{14}(l)$	C	H
واکنش هیدروژن‌دار کردن هیدرازین	$N_2H_4(g)+H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$	N	H
سوختن هیدروژن	$2H_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$	O	H
تولید گاز متان	$C(s,\ \text{گرافیت})+2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$	C	H
تبدیل NO و CO به گازهای کم‌خطرتر N_2 و CO_2	$2CO(g)+2NO(g) \rightarrow 2CO_2(g)+Nl2(g)$	N	C

آزمون سوم

۱- کدام عبارت نادرست است؟

۱) emf بیش‌ترین ولتاژی است که یک سلول الکتروشیمیایی می‌تواند به وجود بیاورد.

۲) اندازه گیری پتانسیل یک الکترود به طور جداگانه ممکن نیست و نسبت دادن یک مقدار مطلق به آن نتیجه‌ای در بر ندارد.

۳) پتانسیل‌های الکترودی استاندارد تنها برای واکنش‌های انجام شده در محلول آبی به کار می‌روند.

۴) معمولا همه‌ی اندازه گیری‌های پتانسیل الکترودی استاندارد در دمای صفر درجه‌ی سانتی گراد انجام می‌شوند.

۲- کدام مطلب نادرست است ؟ **(سنجش ۹۱)**

۱) مقدار K_a یون متیل آمونیوم از مقدار K_a یون آمونیوم کوچک‌تر است.

۲) در دمای اتاق ، پروپانوئیک اسید به مقدار زیاد در اتانول حل می‌شود.

۳) فرمول مولکولی $C_۷H_۶O_۲$ را می‌توان به یک کربوکسیلیک اسید آروماتیک نسبت داد.

۴) در مولکول گلی سین ، عدد اکسایش اتم کربن متصل به گروه آمین ، برابر -۲ است.

۳- کدام مطلب درست است؟ **(سنجش ۹۳)**

۱) در واکنش اکسایش آب در سلول الکترولیتی ، گاز هیدروژن تولید می‌شود.

۲) در سلول‌های سوختی ، می‌توان به جای اکسیژن از سوخت‌های ارزان مانند متان استفاده کرد.

۳) در فرآیند استخراج آلومینیوم ، از کریولیت به صورت مذاب ، به عنوان حلال آلومینا استفاده می‌شود.

۴) اگر محلول غلیظ KI در دستگاه برقکافت به کار رود ، در کاتد $I_۲(s)$ تشکیل می‌شود.

۴- کدام مطلب درست است؟ **(شبیه سازی ریاضی ۹۲)**

۱) در آب‌کاری ، شیء مورد آبکاری را باید در آند دستگاه برقکافت جای داد.

۲) بر اثر برقکافت محلول نیتریک اسید pH محلول زیاد می‌شود.

۳) آلومینیم ، فراوان‌ترین فلز و سومین عنصر فراوان در پوسته‌ی زمین است.

۴) از سلول دانز ، برای تهیه‌ی سدیم از محلول غلیظ کلرید آن ، استفاده می‌شود.

۵- کدام گزینه درست است؟ $(Al = ۲۷ g \cdot mol^{-۱})$ **(شبیه سازی ریاضی خارج کشور ۹۳)**

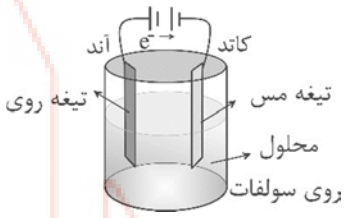
۱) در واکنش : $O_۳(g) + ۲H^+(aq) + xe^- \longrightarrow O_۲(g) + H_۲O(\ell)$ ، مقدار x برابر ۳ است.

۲) در سلول‌های الکترولیتی ، قطب مثبت آند است و با پیشرفت واکنش ، بر جرم آن افزوده می‌شود.

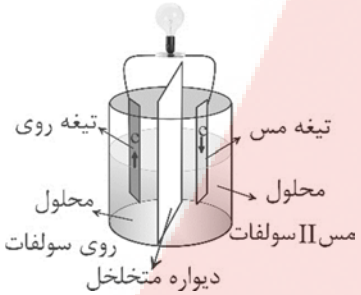
۳) در فرآیند هال ، به ازای تشکیل ۱۳۵ گرم فلز آلومینیم در کاتد ، ۳/۷۵ مول گاز $CO_۲$ در آند تشکیل می‌شود.

۴) در واکنش تبدیل اتانول به اتانوییک اسید مربوط به عدد اکسایش اتم کربن متصل به OH ، ۳ واحد افزایش می‌یابد.

۶- کدام گزینه با توجه به سلول‌های الکتروشیمیایی زیر ، درست نیست ؟ (تجربی خارج کشور ۹۲)



(I)



(II)

۱) واکنش دو سلول متفاوت بوده ، در سلول II به صورت : $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ است.

۲) واکنش الکتروشیمیایی در سلول I غیر خود به خودی و در سلول II ، خود به خودی است.

۳) سلول II ، به تهیه‌ی مس خالص از نمونه‌ی مس ناخالص مربوط است.

۴) در سلول II ، تیغه‌ی روی آند و در سلول I تیغه‌ی مس ، قطب منفی است.

۷- کدام عبارت درست نیست؟ (ریاضی خارج کشور ۹۲)

۱) واکنش برقکافت آب ، با واکنش پیل سوختی اکسیژن – هیدروژن ، رابطه‌ی وارونه دارد.

۲) در خوردگی آهن ، الکترون‌ها در مدار درونی که رسانایی الکتریکی دارد ، جریان می‌یابند.

۳) در نیم‌واکنش کاهش اکسیژن به یون پراکسید ، دو الکترون مصرف می‌شود.

۴) برای محافظت از لوله‌های انتقال نفت ، از میله‌های فلز مس می‌توان استفاده کرد.

۸- کدام مطلب درست نیست؟ (ریاضی خارج کشور ۹۲)

۱) در واکنش‌های اکسایش – کاهش ، عامل اکسنده ، کاهش و عامل کاهنده ، اکسایش می‌یابد.

۲) در فرآیند خوردگی آهن ، نیم‌واکنش : $O_2(g) + H_2O(\ell) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$ ، انجام می‌گیرد.

۳) سلول‌های سوختی ، سلول‌های گالوانی نوع دوم‌اند و در آن‌ها واکنش‌های اکسایش – کاهش خود به خودی انجام می‌گیرد.

۴) در واکنش اکسایش – کاهش $2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g)$ ، اکسیژن هم نقش اکسنده و هم نقش کاهنده را دارد.

۹- کدام بیان نادرست است؟ (تجربی خارج کشور ۹۱)

۱) با توجه به جدول پتانسیل کاهشی استاندارد ، $Zn(s)$ کاهنده‌تر از $Cu(s)$ و $Cu^{2+}(aq)$ اکسنده‌تر از $Zn^{2+}(aq)$ است.

۲) در برقکافت محلول غلیظ سدیم کلرید ، در کاتد گاز هیدروژن و محلول سدیم هیدروکسید و در آند ، گاز اکسیژن آزاد می‌شود.

۳) هرگاه یک قطعه فلز مس با یک قطعه فلز روی در هوای مرطوب با یکدیگر تماس داشته باشند ، یک سلول گالوانی به وجود می‌آید که مس قطب مثبت آن است.

۴) محلول نمک‌های آلومینیم را می‌توان در ظرف مسی نگه داشت ، زیرا واکنش : $Cu(s) + Al^{3+}(aq) \longrightarrow$ خود به خودی نیست.

۱۰- **کدام مطلب نادرست است؟** **(تجربی خارج کشور ۹۱)**

۱) با وارد کردن فلز نیکل درون درون محلول یون‌های مس (II) ، محلول به رنگ سبز در می‌آید.

۲) در یک پل نمکی که شامل KCl است ، یون‌های کلرید ، به سویی که در آن واکنش اکسایش انجام می‌شود ، می‌شود.

۳) واکنش انجام شده درکاتد یک سلول سوختی که با هیدروژن کارمی‌کند، بصورت $O_2(g) + 2H_2O(\ell) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$ است.

۴) یک پل نمکی ساده ، شامل یک قطعه کاغذ صافی آغشته به محلول سیر شده‌ی KCl است که در نقش رسانای الکترونی عمل می‌کند.

۱۱- **با توجه به این که در جدول پتانسیل کاهشی استاندارد ، منگنز بالاتر از آهن و مس پایین‌تر از هیدروژن جای دارد ، می‌توان دریافت که :** **(ریاضی ۹۱)**

۱) محلول نمک‌های مس را می‌توان در ظرف آهنی نگهداری کرد.

۲) $Fe(s)$ ، کاهنده‌تر از $Mn(s)$ است.

۳) $Cu^{2+}(aq)$ ، اکسنده‌تر از $Mn^{2+}(aq)$ است.

۴) E° سلول ولتایی « منگنز – مس » از E° سلول ولتایی « منگنز – آهن » کوچک‌تر است.

۱۲- **کدام عبارت، درست است؟** **(تجربی خارج کشور ۹۱)**

۱) آلومینیم را از برقکافت کریولیت مذاب ، تهیه می‌کنند.

۲) فرمول کریولیت ، $Al_2O_3 \cdot xH_2O$ و فرمول بوکسیت ، Na_3AlF_6 است.

۳) از کریولیت مذاب ، به عنوان حلال آلومینا در فرآیند هال استفاده می‌شود.

۴) در سلول الکترولیتی ویژه فرآیند هال ، کاتد از جنس گرافیت و آند از جنس پلاتین است.

۱۳- **کدام مطلب درباره‌ی سلول سوختی اکسیژن – هیدروژن ، نادرست است؟** **(ریاضی خارج کشور ۹۰)**

۱) سلول‌های گالوانی نوع اول هستند.

۲) کاتد از جنس گرافیت و آند از جنس پلاتین است.

۳) الکترولیت آن‌ها ، محلول پتاسیم هیدروکسید است.

۴) از آن‌ها برای تأمین آب آشامیدنی و برق فضا پیماها استفاده می‌شود.

۱۴- **کدام مطلب درباره‌ی سلول‌های سوختی درست است؟** **(ریاضی ۹۱)**

۱) نوعی سلول الکترولیتی‌اند که آند و کاتد در آن‌ها می‌تواند از جنس گرافیت منفذدار باشد.

۲) واکنش آندی در آن‌ها ، اکسایش گاز H_2 و واکنش کاتدی ، کاهش آب است.

۳) الکترولیت به کار رفته در آن‌ها می‌تواند از نوع محلول پتاسیم هیدروکسید باشد.

۴) جریان الکترون در مدار بیرونی آن‌ها ، با حرکت آنیون‌ها در الکترولیت همسو است.

۱۵- کدام مطلب درست است؟ (سنجش ۹۴)

۱) قطب منفی در سلول‌های گالوانی آند است و در آن نیم واکنش اکسایش انجام می‌گیرد.

۲) در واکنش تجزیه‌ی هیدروژن پراکسید ، اکسیژن اکسید می‌شود و هیدروژن کاهش می‌یابد.

۳) در سلول‌ّای الکترولیتی ، قطب مثبت آند است و با انجام واکنش ، بر جرم آن افزوده می‌شود.

۴) واکنش سدیم اکسید با آب ، از نوع اکسایش – کاهش است و در آن سدیم عامل کاهنده است.

۱۶- کدام نیم‌واکنش زیر نادرست است؟

۱) نیم واکنش آندی در برقکافت محلول بسیار غلیظ KF در آب : $2F^- \longrightarrow F_2 + 2e^-$

۲) نیم‌واکنش آندی در برقکافت محلول $0/1 mol \cdot L^{-1}$ سولفوریک اسید : $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

۳) نیم واکنش کاتدی در فرآیند هال : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

۴) نیم واکنش کاتدی در سلول سوختی هیدروژن : $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$

۱۷- چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟ (سراسری ریاضی ۹۴)

آ) در آبکاری با نقره بر سطح یک جسم فلزی ، نقره در آند اکسید می‌شود.

ب) در برقکافت نمک خوراکی مذاب ، شمار مول‌ّای فراورده‌ها در کاتد ، در برابر آند است.

پ) نیم واکنش آندی ، در سلول سوختی هیدروژن – اکسیژن به صورت $2H_2O(\ell) \longrightarrow 4H^+(aq) + O_2 + 4e^-$

ت) به ازای تولید هر مول آلومینیوم در فرآیند هال ، $16/8$ لیتر گاز در شرایط STP تولید می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۸- کدام مطلب درست است؟

۱) قدرت اکسندگی کاتیون‌های آهن ، قلع و روی به صورت $Zn^{2+}(aq) > Fe^{2+}(aq) > Sn^{2+}(aq)$ است. .

۲) برای پوشاندن سطح یک قطعه فلز M با فلز M' به کمک یک سلول الکترولیتی ، فلز M را باید در قطب مثبت این سلول قرار دارد.

۳) در فرآیند زنگ زدن آهن ، در محل خراشیدگی حلبی در هوای مرطوب ، آب نقش رسانای یونی را در سلول گالوانی تشکیل شده ، دارد.

۴) هر گاه دو قطعه از فلزهای آلومینیوم و مس به هم متصل و در هوای مرطوب قرار گیرند ، مس نقش آند را خواهد داشت.

۱۹- کدام مطلب درست است؟ (E° الکترودهای Ag , Cd , Cr به ترتیب برابر $+0/80$, $-0/40$, $-0/74$ ولت است) (سنجش ۹۳)

۱) E° سلول گالوانی کروم – نقره ، حدود $1/28$ برابر E° سلول کادمیم – نقره است.

۲) در نیم واکنش تبدیل $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ به $Cr^{3+}(aq)$ در محیط اسیدی ، سه الکترون مبادله می‌شود.

۳) E° سلول گالوانی کروم – کادمیم ، برابر $0/33$ ولت و الکترود کروم در آن قطب مثبت است.

۴) کاتیون $Cr^{3+}(aq)$ ، اکسنده‌تر از کاتیون $Ag^+(aq)$ است.

۲۰- در برقکافت کدام الکترولیت‌های زیر در شرایط یکسان ، تنها در آند فرآورده‌ی گازی تولید می‌شود.؟ (المپیاد شیمی)

a : محلول غلیظ $NaCl$ b : محلول رقیق $NaCl$ c : محلول آبی CuI_2

d : محلول آبی $AgNO_3$ e : محلول آلومین در کریولیت مذاب

۱) a , b , d ۲) a , c , e ۳) e , d ۴) b , c

۲۱- کدام عبارت زیر درست است؟ **(المپیاد شیمی ۹۳)**

۱) ولتاژ سلول $Mg-Ni$ با افزایش نسبت غلظت Mg^{2+} به Ni^{2+} افزایش می‌یابد.

۲) در برقکافت آب ، حجم گاز آزاد شده در قطب منفی دوبرابر حجم گاز آزاد شده در قطب مثبت است.

۳) emf سلول الکتروشیمیایی $Zn-H_2$ از $Al-H_2$ بیش‌تر است.

۴) دیواره‌ی متخلخل در سلول گالوانی $Cu=Ag$ ، از رفتن یون‌های Ag^+ به سمت قطب مثبت جلوگیری می‌کند.

۲۲- کدام گزینه درست است؟ $(Al=27 g\cdot mol^{-1})$ **(ریاضی خارج کشور ۹۳)**

۱) در واکنش $O_2(g)+2H^+(g)+xe^- \longrightarrow O_2(g)+H_2O(\ell)$ مقدار x برابر ۳ است.

۲) در سلول‌های الکترولیتی ، قطب مثبت آند است و با پیشرفت واکنش ، بر جرم آن افزوده می‌شود.

۳) در فرآیند هال ، به ازای تشکیل ۱۳۵ گرم آلومینیوم در کاتد ، ۳/۷۵ مول گاز CO_2 در آند حرکت می‌کند .

۴) در برقکافت محلول غلیظی از نمک خوراکی در آب ، با گذشت زمان غلظت یون سدیم ثابت می‌ماند.

۲۳- با توجه به معادله‌ی واکنش زیر (پس از موازنه) کدام عبارت درست است؟ **(تجربی خارج از کشور ۹۳)**

$$MnO_4^-(aq)+H^+(aq)+I^-(aq) \longrightarrow Mn^{2+}(aq)+I_2(s)+H_2O(\ell)$$

۱) در این واکنش ، یون‌های ید اکسنده بوده و کاهش می‌یابند.

۲) به ازای مصرف هر یون پرمنگنات ، پنج الکترون مبادله می‌شود.

۳) به ازای مصرف هر مول یون پرمنگنات ، پنج مول $I_2(s)$ تولید می‌شود.

۴) در سلول الکتروشیمیایی تشکیل شده برای این واکنش ، کاتیون‌ها به سوی آند حرکت می‌کند.

۲۴- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ **(سنجش ۹۴)**

آ) فلز منیزیم در واکنش با محلول حاوی یون‌های فرو ، آن‌ها را به یون‌های فریک تبدیل می‌کند.

ب) هنگام واکنش در سلول‌های گالوانی ، کاتیون‌ها به سوی بخش آندی حرکت می‌کنند.

پ) رتبه بندی فلزها به ترتیب افزایش پتانسیل کاهشی استاندارد ، سری الکتروشیمیایی نامیده می‌شود.

ت) در واکنش محلول هیدروکلریک اسید با فلز مس ، علاوه بر گاز هیدروژن ، محلول کوپریک کلرید تشکیل می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۵- کدام مطلب درست است؟ **(سنجش ۹۴)**

۱) به هنگام ایجاد خراش در سطح حلبی ، با گذشت زمان از جرم آهن کاسته و بر جرم قلع افزوده می‌شود.

۲) برای حفاظت کاتدی آهن ، آن را با یک فلز فعال‌تر که E° بزرگ‌تری دارد ، مجاور می‌کنند.

۳) در سلول گالوانی به کار رفته در فرآیند هال ، آند و کاتد هر دو از جنس گرافیت هستند.

۴) نقش کلسیم کلرید در سلول دانز ، مشابه نقش کریولیت در فرآیند هال است.

۲۶- اگر میزان تغییر pH مربوط به برقکافت محلول‌های یک لیتری سدیم کلرید غلیظ و مس (II) سولفات با هم برابر باشد ، نسبت حجم گاز تولید شده در فرآیند برقکافت محلول سدیم کلرید غلیظ به حجم گاز تولید شده در فرآیند برقکافت محلول مس (II) سولفات کدام است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۷- اگر بر اثر برقکافت کامل مقدار معینی محلول نقره نیترات ، ۱/۹۲ گرم گاز تولید شود ، محلول حاصل از برقکافت با چند گرم فلز روی با خلوص ۴۰ ٪ واکنش می‌دهد؟ (ناخالصی‌ها در واکنش شرکت نمی‌کنند.) $(Zn = 65 g \cdot mol^{-1})$

۱) ۹۷/۵ ۲) ۷۸ ۳) ۳۹ ۴) ۱۹/۵

۲۸- اگر بر اثر برقکافت کلرید مذاب فلز M ، ۲۲۴۰ میلی لیتر گاز کلر در آند و ۴ گرم فلز M در کاتد تولید شود ، فرمول کلرید این فلز کدام است؟ (جرم مولی M برابر $40 g \cdot mol^{-1}$ است)

۱) MCl ۲) MCl_2 ۳) MCl_3 ۴) MCl_4

۲۹- در دو ظرف جداگانه ، محلول‌های NaCl غلیظ و HNO_3 را برقکافت می‌کنیم. اگر مقدار جریان عبور داده شده در این دو ظرف یکسان باشد ، حجم گاز تولید شده در محلول اول چند برابر محلول دوم است؟

۱) $\frac{4}{3}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) ۲

۳۰- در دو ظرف جداگانه ، محلول‌های KBr و $CuSO_4$ را برقکافت می‌کنیم. اگر مقدار جریان عبور داده شده در این ظرف یکسان باشد ، حجم گاز تولید شده در محلول اول چند برابر محلول دوم است؟

۱) $\frac{1}{16}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) ۱