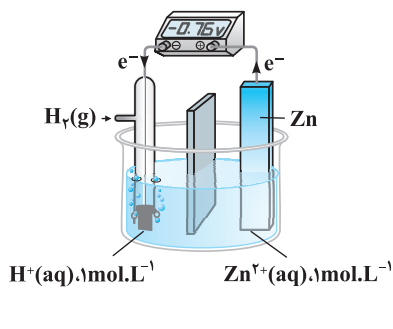




۲۵۷- با توجه به شکل روبه‌رو و کارکرد درست این سلول، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟



(حجم هر یک از محلول‌های کاتدی و آندی، یک لیتر است. $Zn = 65 : g \cdot mol^{-1}$)

• گاز H_2 کاهنده‌تر از فلز $Zn(s)$ است.

• جهت حرکت الکترون‌ها در مدار بیرونی، از سوی الکتروود Zn به سوی SHE است.

• با مصرف $22/4 L$ گاز هیدروژن (در شرایط STP)، غلظت $Zn^{2+}(aq)$ ، دو برابر می‌شود.

• پس از واکنش $6/5$ گرم از $Zn(s)$ ، $[H^+]$ در الکتروود هیدروژن، برابر $1/2 mol \cdot L^{-1}$ خواهد شد.

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

📦 دو تایی ببری این قدر ... آره دقیقاً همون قدر 😊

۲۵۸- در سلول گالوانی استاندارد «روی - هیدروژن»، پس از گذشت ۲ دقیقه از زمان آغاز به کار سلول، $1/3$ گرم از جرم تیغه آندی کاسته می‌شود.

با گذشت ۴ دقیقه از زمان شروع به کار سلول، pH محلول موجود در نیم‌سلول هیدروژن کدام مقدار می‌تواند باشد؟ (حجم محلول موجود در

هر کدام از نیم‌سلول‌ها برابر 400 میلی‌لیتر در نظر گرفته شود و $Zn = 65 g \cdot mol^{-1}$ و $\log 3 = 0/47$)

+ فصل اول

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| ۰/۱۲ (۴) | ۰/۰۸ (۳) | ۰/۰۶ (۲) | ۰/۰۴ (۱) |
|----------|----------|----------|----------|

۲۵۹- تیغه‌ای از فلز آلومینیم را در سه دسی‌لیتر محلول $0/625 M$ نقره نیترات قرار می‌دهیم. در لحظه‌ای که غلظت یون نقره به $1/5$ غلظت اولیه آن می‌رسد، چند گرم به جرم تیغه آلومینیم افزوده می‌شود؟ (بازده واکنش 80% است و 75% نقره تولید شده بر روی تیغه آلومینیم می‌نشیند.)

($Al = 27, Ag = 108 : g \cdot mol^{-1}$)

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| ۲/۴۳ (۴) | ۱/۸۹ (۳) | ۸/۹۱ (۲) | ۸/۳۷ (۱) |
|----------|----------|----------|----------|

۲۶۰- برای تشکیل سلول گالوانی، نیم‌سلول استاندارد آهن با هر کدام از نیم‌سلول‌های استاندارد زیر ترکیب می‌شود، در چند مورد، تغییر جرم تیغه

آندی بیشتر از تغییر جرم تیغه کاتدی است؟ ($Fe = 56 : g \cdot mol^{-1}$)

- | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| ت) Ag ($108/47$) | ب) Cu ($64/29$) | ب) Al ($27/13$) | آ) Zn ($65/3$) |
| ۱ (۴) | ۲ (۳) | ۳ (۲) | ۴ (۱) |

باتری‌ها و سلول‌های سوختی

۲۶۱- کدام گزینه مراحل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در یک سوخت به انرژی الکتریکی را در نیروگاه‌ها از راست به چپ، به درستی نشان می‌دهد؟

- ۱) انتقال سوخت - تبخیر سوخت - سوزاندن بخار - راه‌اندازی توربین - تولید برق - انتقال برق
- ۲) انتقال سوخت - راه‌اندازی توربین - تبخیر سوخت - سوزاندن بخار - تولید برق - انتقال برق
- ۳) انتقال سوخت - سوزاندن سوخت - تولید بخار - راه‌اندازی توربین - تولید برق - انتقال برق
- ۴) انتقال سوخت - راه‌اندازی توربین - سوزاندن سوخت - تولید بخار - تولید برق - انتقال برق

۲۶۲- کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) مراحل تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی، در سلول سوختی کم‌تر از توربین‌های بخار است.
- ۲) سوزاندن گاز هیدروژن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر موتورهای درون‌سوز افزایش می‌دهد.
- ۳) کارایی و بازده سلول‌های سوختی برای تولید برق، به مراتب از توربین‌های بخار بیشتر است.
- ۴) اتلاف انرژی به شکل گرما در توربین‌های بخار به مراتب از سلول‌های سوختی بیشتر است.

۲۶۳- چه تعداد از مطالب زیر در مورد لیتیم و باتری‌های لیتیمی درست است؟

آ) در هر تن از نمک دریاچه قم، بیش از 2000 گرم لیتیم وجود دارد.

ب) فلز لیتیم تنها از برق‌کافت نمک‌های مذاب آن به دست می‌آید.

پ) باتری‌های لیتیمی توانایی ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی را ندارند و در محل موردنیاز با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتروسیته تولید می‌کنند.

ت) یکی از معایب باتری‌های لیتیمی در مقایسه با نسل قدیم باتری‌ها این است که سنگین‌ترند.

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

۲۶۴- چه تعداد از عبارات زیر درست است؟

- (آ) در همه باتری‌ها با انجام شدن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.
 (ب) در شماری از باتری‌های دگمه‌ای از فلز واسطه روی استفاده می‌شود.
 (پ) در ساخت باتری‌های جدید، فعال‌ترین فلز دوره دوم جدول کاربرد زیادی دارد.
 (ت) هر چند پسماندهای الکترونیکی مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند دارند، اما هنوز راهی برای بازیافت آن‌ها پیدا نشده است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۶۵- در مقایسه سلول‌های سوختی و توربین‌های بخار، چه تعداد از موارد زیر، درست است؟

- (آ) دمای لازم برای راه‌اندازی سلول‌های سوختی، نسبت به راه‌اندازی توربین‌های بخار خیلی کم‌تر است.
 (ب) برخلاف سلول‌های سوختی، در توربین‌های بخار، سوخت به‌طور مستقیم وارد توربین می‌شود.
 (پ) توربین‌های بخار نسبت به سلول‌های سوختی به فضای بسیار کم‌تری برای تولید برق نیاز دارند.
 (ت) مقدار انرژی الکتریکی حاصل به‌ازای مقدار معینی سوخت، در توربین‌های بخار به مراتب از سلول‌های سوختی بیشتر است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۶۶- چه تعداد از عبارات زیر، در ارتباط با سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن درست است؟

- (آ) ساختاری همانند ساختار سلول‌های گالوانی دارد.
 (ب) سه جزء اصلی دارد که شامل یک غشا، الکتروود آند و الکتروود کاتد است.
 (پ) غشای سلول سوختی، کاتالیزگری است که نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را سرعت می‌بخشد.
 (ت) گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به‌صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش کمی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۶۷- در سلول سوختی هیدروژنی، مجموع ضرایب اجزای نیم‌واکنش موازنه شده در کاتد (با کوچک‌ترین اعداد صحیح ممکن) کدام است؟

۷ (۱) ۹ (۲) ۱۱ (۳) ۱۴ (۴)

۲۶۸- چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- (آ) باتری دگمه‌ای از جمله باتری‌های لیتیومی است که در یک شکل اما در اندازه‌های گوناگون به کار می‌رود.
 (ب) پسماندهای الکترونیکی مانند تلفن و رایانه همراه به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند.
 (پ) دسته‌ای از باتری‌های لیتیومی در تلفن و رایانه همراه به کار می‌روند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد.
 (ت) دلیل کاربرد زیاد لیتیوم در ساخت باتری‌های جدید، کم‌ترین چگالی و بیشترین E° در میان فلزها است.

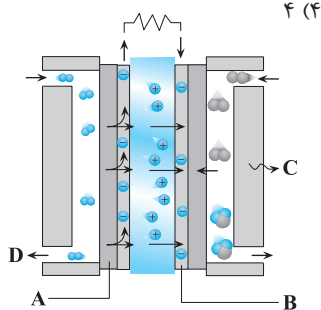
۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۶۹- با توجه به شکل مقابل که نوعی سلول سوختی هیدروژن را نشان می‌دهد، چه تعداد از موارد زیر بر روی

آن، درست مشخص شده است؟

- (آ) A: کاتد با کاتالیزگر
 (ب) B: غشای مبادله‌کننده پروتون
 (پ) C: جریان آب یا هوای سرد
 (ت) D: بازگردانی اکسنده اضافی

۳ (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۱ (۴)



۲۷۰- بازده نوعی سلول سوختی هیدروژنی برابر ۶۰٪ است. با توجه به داده‌های زیر، در عمل ولت‌متر این سلول به تقریب چه عددی را بر حسب

ولت نشان می‌دهد؟
 $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l) ; E^\circ = +1.23V$

۰/۷۴ (۱) ۰/۸۶ (۲) ۱/۲۴ (۳) ۰/۹۸ (۴)

۲۷۱- در سلول سوختی هیدروژن که با غشاء کار می‌کند، کاتالیزگر، و غشاء باعث می‌شود.....

- (۱) نقش الکترولیت سلول را ایفا می‌کنند- کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند حرکت کنند.
 (۲) به دو سمت غشاء می‌چسبند- کاتیون‌ها به سمت کاتد و آنیون‌ها به سمت آند حرکت کنند.
 (۳) به دو سمت غشاء می‌چسبند- یون‌های H^+ تولیدشده به سمت قطب منفی سلول حرکت کنند.
 (۴) جزیی از آند و کاتد سلول به‌شمار می‌آیند- یون‌های H^+ تولیدشده به سمت کاتد حرکت کنند.



۲۷۲- کدام عبارت در ارتباط با سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن درست است؟

- (۱) نیم‌واکنش اکسایش $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ در آند سلول انجام می‌شود.
 (۲) نیم‌واکنش کاهش $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ در کاتد سلول انجام می‌شود.
 (۳) E° نیم‌واکنش کاهش سلول برابر صفر و emf سلول در حالت استاندارد برابر $1/2$ ولت است.
 (۴) اگر در عمل، ولت‌سنج نیروی الکتروموتوری سلول را $0/7$ ولت نشان دهد، بازده سلول $58/3$ درصد است.

۲۷۳- چه تعداد از عبارت‌های زیر، در ارتباط با سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن درست است؟

- (آ) گاز هیدروژن در آند یونیده می‌شود و الکترون و پروتون تولید می‌کند و هیدروژن مصرف‌نشده بازگردانی می‌شود.
 (ب) غشای سلول تنها اجازه عبور پروتون‌ها را از خود می‌دهد و الکترون‌ها از مدار بیرونی سلول عبور می‌کنند.
 (پ) مانند سایر سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها از آند به سمت کاتد و از طریق رسانای الکترونی انجام می‌شود.
 (ت) گاز اکسیژن ورودی به سلول، با الکترون‌های رسیده از آند و پروتون‌های رسیده از غشا، تشکیل آب می‌دهد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

ریاضی داخل ۹۱

۲۷۴- کدام مطلب درباره سلول‌های سوختی درست است؟

- (۱) نوعی سلول الکترولیتی است که با تمام شدن یکی از واکنش‌دهنده‌های موجود در آن، غیرفعال می‌شود.
 (۲) واکنش آندی در آن‌ها، اکسایش گاز H_2 و واکنش کاتدی، کاهش آب است.
 (۳) الکترولیت به‌کار رفته در آن‌ها تنها اجازه عبور بار مثبت را می‌دهد.
 (۴) جریان الکترون در مدار بیرونی آن‌ها، با حرکت آنیون‌ها در الکترولیت هم‌سو است.

۲۷۵- اگر در یک سلول سوختی از متانول به عنوان سوخت استفاده شود، مجموع مقادیر X ، Y و Z در نیم‌واکنش:



(۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۱۲ (۴) ۱۳

ریاضی داخل ۹۷

۲۷۶- چه تعداد از عبارت‌های زیر، در ارتباط با سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن نادرست است؟

- (آ) پروتون‌ها از طریق غشا و الکترون‌ها از مسیر مدار بیرونی از آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند.
 (ب) جریان آب یا هوای سرد، بخار آب تولیدشده در قطب منفی سلول را مایع می‌کند.
 (پ) نیم‌واکنش $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ در قطب منفی سلول سوختی انجام می‌شود.
 (ت) نیم‌واکنش $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$ در قطب مثبت سلول سوختی انجام می‌شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) صفر

۲۷۷- چه تعداد از عبارت‌های زیر درباره سلول سوختی هیدروژنی، درست است؟

- (آ) جریان الکترون در مدار بیرونی سلول با حرکت پروتون‌ها در الکترولیت هم‌سو است.
 (ب) در سلول سوختی، انرژی شیمیایی به طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.
 (پ) در سلول سوختی هیدروژنی، واکنش‌دهنده‌ها که نقش اکسنده و کاهنده را دارند، درون سلول ذخیره شده‌اند.
 (ت) در سلول‌های سوختی مانند سلول سوختی هیدروژنی، واکنش‌های اکسایش - کاهش به طور طبیعی انجام می‌شوند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۷۸- کدام یک از مطالب زیر در مورد سلول سوختی نادرست است؟

- (۱) سلول سوخت ساختاری همانند سلول گالوانی دارد.
 (۲) در رایج‌ترین سلول سوختی، گاز H_2 با O_2 به صورت کنترل شده واکنش می‌دهد و بخش قابل توجهی از انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود.
 (۳) هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد که شامل یک غشاء، الکتروتود آند و الکتروتود کاتد است.
 (۴) آند و کاتد سلول دارای کاتالیزورهایی هستند که نیم‌واکنش اکسایش و نیم‌واکنش کاهش را سرعت می‌بخشند.

۲۷۹- چه تعداد از عبارت‌های زیر درباره باتری‌های روی - نقره درست است؟

- (آ) جزو باتری‌های دگمه‌ای به شمار می‌آیند.
 (ب) در آن‌ها اتم‌های روی و نقره به ترتیب نقش کاهنده و اکسنده دارند.
 (پ) تمامی اجزای واکنشی که در این باتری‌ها انجام می‌شود، به حالت جامدند.
 (ت) علاوه بر عنصرهای روی و نقره، عنصر اکسیژن نیز در واکنش انجام‌شده در این باتری‌ها، حضور دارد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



۲۸۰- کدام یک از مطالب زیر، درست است؟

- ۱) سلول های سوختی از نوع سلول های گالوانی هستند و مانند باتری ها، انرژی الکتریکی را در خود ذخیره می کنند.
- ۲) جریان الکترون در مدار بیرونی سلول سوختی هیدروژن، با حرکت پروتون ها در الکترولیت همسو است.
- ۳) بازده اکسایش گاز هیدروژن در سلول سوختی، سه برابر بیشتر از سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون سوز است.
- ۴) الکترولیت به کار رفته در سلول سوختی هیدروژن، غشایی است که بار مثبت دارد.

۲۸۱- کدام یک از مطالب زیر، در مورد سلول های سوختی درست است؟

- ۱) وجود کاتالیزورها در سلول سوختی باعث می شود که سوخت گازی به سرعت بسوزد و انرژی الکتریکی بیشتری به دست آید.
- ۲) مزیت تولید برق در سلول سوختی نسبت به نیروگاه ها در این است که انرژی شیمیایی مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل می شود و انرژی گرمایی تلف نمی شود.
- ۳) در بخش آندی سلول سوختی هیدروژن، گاز هیدروژن (سوخت) و در بخش کاتدی آن، گاز اکسیژن به مقدار کافی ذخیره شده است.
- ۴) یکی از چالش هایی که در کاربرد سلول های سوختی هیدروژن وجود دارد، تأمین سوخت آن هاست.

۲۸۲- چه تعداد از مطالب زیر، در مورد سلول های سوختی هیدروژن درست است؟

- ا) در سلول سوختی هیدروژن، غشای مبادله کننده پروتون، نقش کاتالیزگر را دارد و نیم واکنش های اکسایش و کاهش را سرعت می بخشد.
 - ب) در سلول سوختی هیدروژن هر مول گونه کاهنده، ۴ مول الکترون از دست می دهد.
 - پ) در سلول سوختی هیدروژن که با غشای مبادله کننده پروتون کار می کند، پروتون ها به سمت کاتد و الکترون ها به سمت آند حرکت می کنند.
 - ت) تنها چالش در کاربرد سلول های سوختی هیدروژن، طول عمر کم کاتالیزورها و تعویض اجباری آن ها در مدت کوتاه است.
- ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ (۱)

فب می رسم به مسایل سلول های سوختی با دقت قدم بردار!

۲۸۳- در سلول سوختی هیدروژنی، به ازای مصرف ۶۷۲ میلی لیتر گاز در آند (در شرایط STP)، چند گرم آب در کاتد تولید می شود؟

($H_2O = 18 \text{ g.mol}^{-1}$)

- ۱) ۰/۲۷ (۲) ۰/۸۱ (۳) ۰/۵۴ (۴) ۱/۰۸ (۱)

۲۸۴- در سلول سوختی هیدروژن، ۳/۲ گرم سوخت را به همراه کافی اکسیژن وارد کرده ایم. اگر ولتاژ سلول برابر ۰/۹۸۴ ولت باشد، چند گرم آب

تولید می شود؟ ($H = 1, O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)



- ۱) ۲۳/۰۴ (۲) ۴۶/۰۸ (۳) ۲/۸۸ (۴) ۱/۴۴ (۱)

۲۸۵- اگر در سلول سوختی هیدروژنی به جای هیدروژن از سوخت متانول استفاده شود، برای عبور همان شمار الکترون ناشی از مصرف یک گرم

هیدروژن از مدار، چند گرم متانول باید مصرف شود؟ ($C = 12, H = 1, O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

- ۱) ۱۰/۶۷ (۲) ۱۶ (۳) ۵/۳۳ (۴) ۸ (۱)

۲۸۶- در سلول سوختی هیدروژنی برای کاهش یافتن مقداری گاز اکسیژن که حجم آن در شرایط STP برابر ۶۷۲ mL است، به تقریب چه مقدار بار

الکتریکی برحسب کولن لازم است؟ ($1e^- = 1.6 \times 10^{-19} C$)

- ۱) ۵۷۸۰۰ (۲) ۱۱۵۶۰۰ (۳) ۵۷۸۰ (۴) ۱۱۵۶۰ (۱)

۲۸۷- اگر در سلول سوختی به جای هیدروژن از سوخت ارزان تر و کم خطرتری مانند متان استفاده شود، برای عبور همان شمار الکترون ناشی از

مصرف یک مول هیدروژن از مدار، چند گرم متان باید مصرف شود؟ ($C = 12, H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

ریاضی داخل ۹۴

- ۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) ۳۲ (۱)

۲۸۸- اگر شمار الکترون های مبادله شده در واکنش تجزیه ۱/۰۲ g آب اکسیژنه با شمار الکترون های مبادله شده در سلول سوختی هیدروژنی برابر

باشد، جرم هیدروژن مصرف شده چند گرم است؟ ($H = 1, O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

- ۱) ۰/۱۲ (۲) ۰/۰۶ (۳) ۰/۰۳ (۴) ۰/۳۶ (۱)

۲۸۹- در یک سلول سوختی هیدروژن، اگر به اندازه شمار مول های $H^+(aq)$ موجود در دو دسی لیتر محلول نیتریک اسید با $pH = 2/4$ ، از این یون

در کاتد مصرف شده باشد، جرم اکسیژن مصرف شده چند میلی گرم بوده است؟ ($O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

+ فصل اول

- ۱) ۶/۴ (۲) ۳/۲ (۳) ۴ (۴) ۸ (۱)



خوردگی، یک واکنش اکسایش-کاهش ناخواسته

بث خوردگی و خوردگی آهن از مباحث مفهومی الکتروشیمی به حساب میار، پس کادرشو با دقت بفون، بعرضم که رستگاری با تستها در انتظارته!

۲۹۰- چه تعداد از مطالب زیر در مورد خوردگی آهن و فراورده نهایی آن، درست است؟

(آ) نیمواکنشهای اکسایش و کاهش در دو بخش مختلف قطعه آهن روی می دهند.

(ب) زنگ آهن در بخش آندی که آهن اکسید شده است، تشکیل می شود.

(پ) زنگ آهن همان آهن (II) هیدروکسید نامحلول است.

(ت) زنگ آهن ترکیبی سخت و به رنگ قرمز - قهوه ای است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۹۱- چه تعداد از مطالب زیر در مورد زنگ زدن آهن، درست است؟

(آ) جایی که غلظت اکسیژن کم باشد، فرایند الکترون گیری به خوبی انجام می شود.

(ب) کاتیون Fe^{2+} از میان فلز و از بخش آندی به سمت بخش کاتدی حرکت می کند.

(پ) واکنش زنگ زدن آهن در یک محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می دهد.

(ت) سالانه حدود نیمی از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه های خورده شده مصرف می شود.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۹۲- در خوردگی آهن، یون های Fe^{2+} به سمت بخش جریان می یابند و یون های OH^- در بخش تولید می شوند (گزینه ها را به ترتیب از راست به چپ بخوانید).

(۱) کاتدی - کاتدی (۲) کاتدی - آندی (۳) آندی - آندی (۴) آندی - کاتدی

ریاضی داخل ۹۵

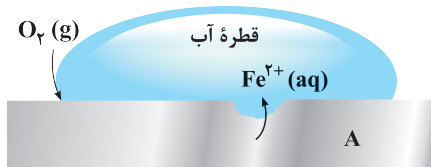
۲۹۳- با توجه به شکل روبه رو که به زنگ زدن آهن مربوط است، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

(آ) در نقطه A، نیمواکنش کاهش انجام می شود.

(ب) نیمواکنش آندی در جایی که غلظت اکسیژن زیاد است، انجام می شود.

(پ) با کاهش هر مول گاز اکسیژن در آب، ۴ مول یون هیدروکسید تولید می شود.

(ت) جهت حرکت کاتیون های آهن در قطره آب، مخالف جهت حرکت الکترون ها در قطعه آهن است.



(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۹۴- آب باران به دلیل داشتن یون های هیدروژن، موجب می شود نیمواکنش در فرایند خوردگی آهن در جهت جابه جا شده و در نتیجه سرعت واکنش خوردگی آهن یابد.

+ فصل چهارم

(۱) کاتدی - رفت - افزایش (۲) کاتدی - برگشت - کاهش (۳) آندی - رفت - افزایش (۴) آندی - برگشت - کاهش

۲۹۵- در معادله واکنش کلی فرایند زنگ زدن آهن که در آن اتم های آهن به آهن (III) هیدروکسید تبدیل می شوند، مجموع ضرایب مولی اجزای واکنش، پس از موازنه کدام است؟

(۱) ۷ (۲) ۹ (۳) ۱۷ (۴) ۱۳

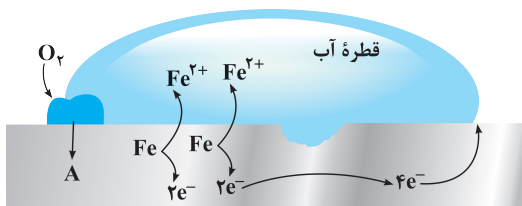
۲۹۶- شکل مقابل زنگ زدن آهن در هوای مرطوب را نشان می دهد. با توجه به آن چه تعداد از عبارات زیر درست است؟

(آ) به مرور زمان نسبت شمار کاتیون ها به شمار آنیون ها در رسوب های تشکیل شده در بخش A، کاهش می یابد.

(ب) با تشکیل رسوب در بخش A، pH این قسمت افزایش می یابد.

(پ) قطره آب به عنوان رسانای یونی عمل کرده و حرکت یون ها را در مدار کامل می کند.

(ت) برای مصرف هر مولکول از گاز O_2 به دو مولکول آب نیاز است.



(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



فداکاری فلزها برای حفاظت آهن

🏠 هالا بریم سراغ روش‌های جلوگیری از خوردگی آهن که قبلی هم مومنین ☺

۲۹۷- در روشی که برای محافظت کردن یک فلز با استفاده از فلز دیگر به کار می‌رود، فلز حفاظت ، نقش را ایفا می‌کند و

- (۱) شده - آند - محافظت می‌شود.
 (۲) کننده - قطب منفی سلول - اکسید می‌شود.
 (۳) شده - کاتد - کاهش می‌یابد.
 (۴) کننده - قطب مثبت سلول - کاهش می‌یابد.

۲۹۸- چه تعداد از عبارتهای زیر، درست است؟

- (آ) به ترد و خردشدن و فرورویختن فلزها بر اثر یک واکنش اکسایش - کاهش، خوردگی گفته می‌شود.
 (ب) سطح ورقه‌های گالوانیزه و حلبی در تماس با هوا در معرض خوردگی قرار نمی‌گیرد.
 (پ) یکی از رویکردهای جلوگیری از خوردگی آهن، قرار دادن فلز اکسنده‌تر در کنار آهن جهت انجام واکنش اکسایش - کاهش است.
 (ت) یکی از کاربردهای ورقه گالوانیزه در ساخت کانال کولر است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۲۹۹- چه تعداد از مطالب زیر، درست است؟

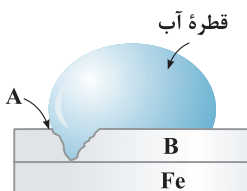
- (آ) به ورقه فلزی از جنس قلع که توسط لایه نازکی از آهن پوشیده شده است، حلبی می‌گویند.
 (ب) در سلول گالوانی که در اثر خراش در ورقه گالوانیزه ایجاد می‌شود، Zn و Fe به ترتیب کاهنده و اکسنده هستند.
 (پ) زنگ آهن در واقع آهن (III) هیدروکسید است.
 (ت) خوردگی آهن هنگامی رخ می‌دهد که یکی از دو جزء اکسیژن یا آب در محیط حضور داشته باشند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۰۰- در هوای مرطوب قطعه‌ای فلز آهن در تماس با سیم مسی قرار می‌گیرد. در این صورت فلز در نقش آند ظاهر شده و نیم‌واکنش در سطح آن انجام می‌شود.



۳۰۱- اگر تصویر روبه‌رو، به یک قطعه آهن سفید خراش برداشته در هوای مرطوب مربوط باشد، A و B به ترتیب (از راست به چپ) کدام‌اند؟

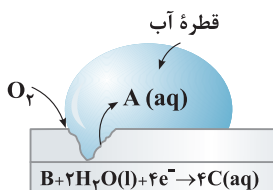


- (۱) Zn و O_2
 (۲) Zn و OH^{-}
 (۳) Sn و O_2
 (۴) Sn و OH^{-}

۳۰۲- اگر تصویر روبه‌رو، مربوط به یک قطعه آهن گالوانیزه خراش برداشته شده در هوای مرطوب باشد، A ، B و C

ریاضی داخل ۸۹

به ترتیب (از راست به چپ) کدامند؟



- (۱) O_2^{-} ، H_2 ، Fe^{2+}
 (۲) OH^{-} ، O_2 ، Fe^{2+}
 (۳) O_2^{-} ، H_2 ، Zn^{2+}
 (۴) OH^{-} ، O_2 ، Zn^{2+}

۳۰۳- کدام گزینه در ارتباط با شکل مقابل درست است؟

- (۱) در اثر ایجاد خراش در سطح این نوع آهن، فلز Sn نقش آند را ایفا می‌کند و خورده می‌شود.
 (۲) پس از خراش، فلز Fe در برابر خوردگی محافظت می‌شود.
 (۳) در محل خراش، نیم‌واکنش اکسایش به صورت $Sn(s) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2e^{-}$ انجام می‌شود.
 (۴) از آن برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود.





۳۰۴- تصویر مقابل مربوط به بخشی از یک ورقه گالوانیزه است که در سطح آن، خراش ایجاد شده است. چه تعداد از مطالب پیشنهادشده زیر درباره آن، نادرست است؟



آ و B به ترتیب $Zn(s)$ و $Fe(s)$ هستند.

ب) نیمواکنش کاهش در آن به صورت $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$ است.

پ) در محل خراش یک سلول گالوانی تشکیل شده و در آن، Zn به عنوان آند اکسایش یافته و خورده می شود.

ت) از این ورقه برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده می شود.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

ریاضی داخل ۹۰

۳۰۵- با توجه به شکل روبه رو، کدام مطلب درباره آن نادرست است؟

۱) در محل خراش بر سطح آن، یک سلول گالوانی تشکیل می شود که آهن قطب منفی آن است.

۲) قطعه ای از حلبی در مجاورت قطره ای از آب است.

۳) در صورت خراش برداشتن لایه قلع، آهن زنگ می زند و خورده می شود.

۴) در آند سلول گالوانی تشکیل شده، نیمواکنش: $Sn(s) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2e^-$ انجام می گیرد.

۳۰۶- با ایجاد خراش در ورق ، الکترون در سطح فلز و در محیط مرطوب به اکسیژن داده می شود و با ایجاد خراش در،

الکترون در سطح فلز و در محیط مرطوب به اکسیژن داده می شود.

۱) گالوانیزه - Fe - حلبی - Sn ۲) حلبی - Sn - آهن سفید - Zn

۳) گالوانیزه - Zn - حلبی - Fe ۴) حلبی - Fe - آهن سفید - Fe

۳۰۷- چه تعداد از عبارتهای زیر، درست است؟

آ) در ساخت تانکر آب و کانال کولر از آهن سفید استفاده می شود.

ب) قوطی های از جنس حلبی در اثر خراش، زودتر و آسان تر دچار خوردگی می شوند.

پ) به دلایل اقتصادی از آهن گالوانیزه برای ساخت ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده نمی شود.

ت) برای حفاظت از یک فلز معین در برابر خوردگی، باید از یک فلز کاهنده تر استفاده کرد.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

ریاضی خارج ۹۷ با تغییر

۳۰۸- کدام مطلب، نادرست است؟

۱) برای حفاظت آهن در برابر خوردگی، می توان آن را در تماس با قلع قرار داد.

۲) سلول های سوختی، گونه هایی از سلول های گالوانی هستند.

۳) مقاومت حلبی در برابر خوردگی در مقایسه با آهن گالوانیزه، کم تر است.

۴) در سلول های سوختی، واکنش های شیمیایی به طور طبیعی انجام می گیرند.

۳۰۹- با ایجاد خراش در سطح ورقه های گالوانیزه و حلبی، کدام مورد یکسان است؟

۱) نوع فلز آند ۲) نوع فلز کاتد

۳) نیمواکنش اکسایش ۴) نیمواکنش کاهش

۳۱۰- چه تعداد از عبارتهای زیر درباره ورقه حلبی، درست است؟

آ) قبل از ایجاد هرگونه خراش در سطح آن، فلز قلع از خوردگی آهن جلوگیری می کند.

ب) با ایجاد خراش در سطح آن، فلز قلع باعث افزایش سرعت خوردگی آهن می شود.

پ) با ایجاد خراش در سطح آن، اتم های Fe و Sn به ترتیب نقش کاهنده و اکسنده را ایفا می کنند.

ت) از این نوع آهن برای ساختن قوطی های کنسرو مواد غذایی و تانکر آب استفاده می شود.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)



۳۱۱- چه تعداد از عبارتهای زیر، درست است؟

- (آ) سرعت فرایند خوردگی آهن در حضور محلولهای الکترولیت بیشتر می شود، زیرا به عنوان رسانای یونی عمل می کنند.
 (ب) برای محافظت لوله های نفت، آن ها را به میله هایی از جنس مس متصل می کنند.
 (پ) در فرایند خوردگی آهن، الکترون ها از میان فلز و از جایی که غلظت اکسیژن کم است به جایی با غلظت بالاتر اکسیژن جریان می یابند.
 (ت) با حل شدن کربن دی اکسید هوا در آب، سرعت واکنش خوردگی آهن افزایش می یابد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳۱۲- در حفاظت آهن در مقابل خوردگی و به کمک آلومینیم، الکترون های لازم برای فرایند کاهش، از کدام نیم واکنش تأمین می شوند؟



۳۱۳- با ایجاد خراش در سطح ورقه حلبی چه تعداد از موارد زیر رخ می دهند؟

- (آ) تا قبل از ایجاد خراش، قلع از خوردگی آهن جلوگیری می کند، اما پس از ایجاد خراش، آهن خورده می شود.
 (ب) فلز قلع در نقش کاتد ظاهر شده ولی خودش کاهش نمی یابد.
 (پ) به ازای تولید یک مول کاتیون در آند، یک مول گاز اکسیژن در کاتد مصرف می شود.
 (ت) نیم واکنش کاتدی آن همان نیم واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژنی است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

مسئله خوردگی

۳۱۴- یک میخ آهنی به جرم ۱۷/۵ گرم وارد محلول رقیقی از آب نمک شده و پس از مدتی ۴۰٪ آن خورده می شود. اگر تمام رسوب تولید شده بر

روی میخ ته نشین شود، جرم نهایی میخ چند گرم خواهد بود؟ ($\text{Fe} = ۵۶, \text{O} = ۱۶, \text{H} = ۱: \text{g.mol}^{-1}$)

۲۳/۸۷۵ (۱) ۲۱/۱۳۰ (۲) ۲۲/۶۱۵ (۳) ۲۳/۱۲۵ (۴)

۳۱۵- اگر در واکنش کلی زنگ زدن آهن، سرعت متوسط مصرف گاز اکسیژن در شرایط STP برابر با $۶/۷۲ \times 10^{-9}$ متر مکعب بر ثانیه باشد، پس از گذشت

۴ ساعت، جرم آهن خورده شده و جرم رسوب تولید شده بر حسب میلی گرم به تقریب کدام است؟ ($\text{Fe} = ۵۶, \text{O} = ۱۶, \text{H} = ۱: \text{g.mol}^{-1}$)

۵۱۸/۴.۲۴۱/۸ (۴) ۵۱۸/۴.۳۲۲/۵ (۳) ۶۱۶/۳.۲۴۱/۸ (۲) ۶۱۶/۳.۳۲۲/۵ (۱)

۳۱۶- در فرایند خوردگی آهن، برای تبدیل ۲/۲۴ گرم یون آهن (II) به یون آهن (III) در محیط اسیدی، چند میلی لیتر گاز اکسیژن (با فرض شرایط

استاندارد) نیاز است؟ ($\text{Fe} = ۵۶ \text{g.mol}^{-1}$)

۴۴۸ (۱) ۱۱۲ (۲) ۲۲۴ (۳) ۸۹۶ (۴)

۳۱۷- یک میخ آهنی به جرم ۱/۱۲g در تماس با اکسیژن و رطوبت کافی قرار گرفته و ۲۰٪ آن زنگ می زند. با فرض آن که تمام رسوب تولید شده روی

سطح میخ بنشیند، جرم میخ پس از زنگ زدن چند گرم خواهد بود؟ ($\text{Fe} = ۵۶, \text{O} = ۱۶, \text{H} = ۱: \text{g.mol}^{-1}$)

۱/۵۲۸ (۱) ۱/۴۳۱ (۲) ۱/۲۵۶ (۳) ۱/۳۲۴ (۴)

۳۱۸- یک قوطی حلبی خراشیده شده به جرم ۱۵۰ گرم که ۱۰/۴ درصد جرم آن را قلع تشکیل داده است، در آب غوطه ور می شود. به ازای خوردگی

۴ درصد از جرم آند سلول تشکیل شده، چند مول OH^{-} تولید می شود؟ ($\text{Fe} = ۵۶, \text{Sn} = ۱۱۹: \text{g.mol}^{-1}$)

۰/۱۰۵ (۲) ۰/۰۹۶ (۳) ۰/۱۹۲ (۴)

۳۱۹- در شرایط یکسان، ورقه های حلبی و آهنی سفید خراش دیده در معرض هوا و رطوبت قرار می گیرند. با فرض این که شمار الکترون های مبادله شده

در نیم واکنش های اکسایش و کاهش انجام شده با هم برابر باشد، نسبت جرم فلز خورده شده در آهن سفید به جرم فلز خورده شده در حلبی به

تقریب کدام است؟ ($\text{Fe} = ۵۶, \text{Zn} = ۶۵, \text{Sn} = ۱۱۹: \text{g.mol}^{-1}$)

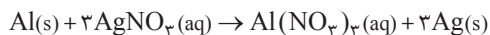
۱/۱۶ (۱) ۰/۸۶ (۲) ۲/۱۲ (۳) ۰/۴۷ (۴)

۱ هنگامی که غلظت یون نقره به $\frac{1}{5}$ غلظت اولیه خود می‌رسد، معنی آن این است که $\frac{4}{5}$ غلظت اولیه آن مصرف شده است:

$$AgNO_3 \text{ مصرفی} = \frac{4}{5} \times 0.625 = 0.5 M$$

$$AgNO_3 \text{ مصرفی} = 0.5 \text{ mol/L} \times 0.3 \text{ L} = 0.15 \text{ mol } AgNO_3$$

معادله موازنه‌شده واکنش موردنظر به صورت زیر است:



افزایش جرم تیغه آلومینیم ناشی از آلومینیم مصرف‌شده و نقره تولیدشده است که بر سطح آن می‌نشینند. به ازای مصرف ۳ مول $AgNO_3$ ، به میزان $\frac{75}{100} \times \frac{108}{100} \times 3 \text{ mol } Ag$ ، به میزان $\frac{75}{100} \times \frac{108}{100} \times 3 \times 108$ ، به میزان $\left[\left(\frac{75}{100} \times \frac{108}{100} \times 3 \times 108 \right) - 27 \right] g = 167.4 g$ به اندازه $AgNO_3$ ۳ مول مصرف می‌شود. یعنی به ازای مصرف ۳ مول $AgNO_3$ به اندازه $167.4 g$ به جرم تیغه آلومینیم افزوده می‌شود. بنابراین افزایش جرم تیغه آلومینیمی به ازای مصرف 0.15 مول نقره نیترات برابر است با:

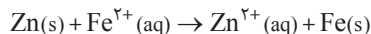
به جرم تیغه آلومینیمی افزوده می‌شود. بنابراین افزایش جرم تیغه آلومینیمی به ازای مصرف 0.15 مول نقره نیترات برابر است با:

$$\frac{0.15 \times 167.4}{3} = 8.37 g$$

۴ تنها در مورد (آ)، تغییر جرم تیغه آندی بیشتر از تغییر جرم تیغه کاتدی است.

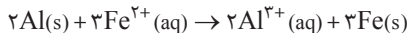
بررسی همشون:

۱) Zn(آند) - Fe(کاتد)



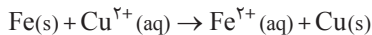
$$\frac{\text{تغییر جرم آند}}{\text{تغییر جرم کاتد}} = \frac{1 \times 65}{1 \times 56} > 1$$

۲) Al(آند) - Fe(کاتد)



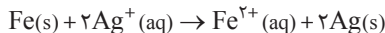
$$\frac{\text{تغییر جرم آند}}{\text{تغییر جرم کاتد}} = \frac{2 \times 27}{3 \times 56} < 1$$

۳) Fe(آند) - Cu(کاتد)



$$\frac{\text{تغییر جرم آند}}{\text{تغییر جرم کاتد}} = \frac{1 \times 56}{1 \times 64} < 1$$

۴) Fe(آند) - Ag(کاتد)



$$\frac{\text{تغییر جرم آند}}{\text{تغییر جرم کاتد}} = \frac{1 \times 56}{2 \times 108} < 1$$

۴۷

روش‌های تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی

سوخت‌های فسیلی هم‌چنان مناسب‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌رود. از این رو استخراج و مصرف بی‌رویه این سوخت‌ها سبب‌شده تا ذخایر آن به سرعت کاهش یابد.

یادآوری منابع سوخت‌های فسیلی از جمله منابع تجدیدناپذیر هستند.

از طرفی گسترش روزافزون آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، بهمان رو فیلی نگران‌کننده و شیمی‌دان‌های همیشه در صحنه رو نگران‌تر! دانشمندان بی‌وقفه و پرورنده دنبال جایگزین مناسب سوخت‌های فسیلی بودند و هستند! سلول‌های سوختی نوعی سلول گالوانی هستند که تولید جریان برق می‌کنند.

در سلول‌های سوختی به منظور تولید جریان برق، یک سوخت گازی شکل به آرامی اکسید می‌شود. این سلول‌ها تا زمانی که ورود سوخت گازی ادامه داشته باشد، به تولید الکتریسیته ادامه می‌دهند. حالا عهله نکن، پلوتر کلی درباره سلول سوختی می‌فونیم! ☺

اول بریم سراغ مقایسه دوتا روش متفاوت تبدیل انرژی شیمیایی سوخت‌ها به انرژی الکتریکی!

روش اول: استفاده از نیروگاه

در شکل‌های زیر مراحل تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی در یک نیروگاه دیده می‌شود:

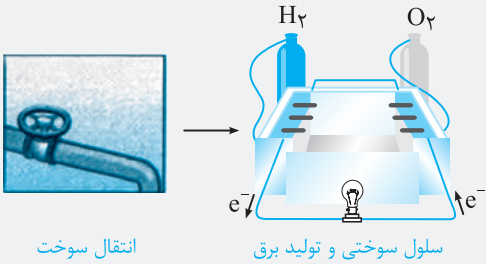


همان‌طور که می‌بینید، ابتدا با سوزاندن سوخت، انرژی شیمیایی به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. سپس انرژی گرمایی تولید بخار می‌کند و بخار حاصل باعث راه‌اندازی توربین می‌شود و بدین ترتیب انرژی گرمایی به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود. در پایان با راه‌اندازی توربین، ژنراتورها انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل 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. با ساختمان سلول‌های سوختی در ادامه به طور کامل آشنا می‌شوید.

در مقایسه این دو روش نکات زیر را به‌خاطر بسپارید:

- ① سلول سوختی نسبت به نیروگاه به فضای بسیار کم‌تری برای تولید برق نیاز دارد.
- ② در سلول‌های سوختی، اتلاف انرژی به شکل گرما به مراتب کم‌تر است. زیرا:
 - دمای لازم برای راه‌اندازی سلول سوختی نسبت به راه‌اندازی نیروگاه خیلی کم‌تر است.
 - در سلول‌های سوختی، سوخت به طور مستقیم وارد سلول شده و تبدیل به انرژی الکتریکی می‌شود. در حالی‌که در نیروگاه‌ها، سوخت به طور مستقیم وارد توربین نمی‌شود و وجود تبدیل‌های بیشتر انرژی، اتلاف انرژی را بیشتر می‌کند.
 - در سلول‌های سوختی همان‌طور که به طور کامل‌تر در ادامه می‌خوانیم، واکنش سوختن انجام‌شده در نیروگاه‌ها که با سرعت و شدت زیادی همراه است، به طور کاملاً کنترل‌شده انجام می‌شود و به این ترتیب یک سوخت گازی‌شکل به آرامی اکسید می‌شود و بخش زیادی از انرژی گرمایی که در نیروگاه‌ها اتلاف می‌شود، در سلول‌های سوختی به‌صورت انرژی الکتریکی در دسترس قرار می‌گیرد.
- ③ مقدار انرژی الکتریکی حاصل به‌ازای 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.
- ④ با استفاده از سلول سوختی، آلاینده‌های کم‌تری وارد محیط زیست می‌شوند و ردپای کربن دی‌اکسید کاهش می‌یابد. به همین دلیل این سلول‌ها، دوستدار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می‌روند.

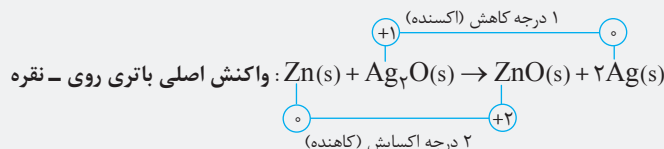
۲ گاز هیدروژن در سلول سوختی نمی‌سوزد، بلکه به آرامی اکسید می‌شود. بنابراین باید گفت؛ **اکسایش** (نه سوزاندن) گاز هیدروژن در سلول سوختی بازده را تا سه برابر موتورهای درون‌سوز افزایش می‌دهد.

۴۸

باتری‌ها

- روزانه از وسایل مختلفی مانند تلفن همراه استفاده می‌کنیم که انرژی الکتریکی آن‌ها با استفاده از باتری تأمین می‌شود. باتری‌هایی که در شکل، اندازه و کارایی با یکدیگر تفاوت آشکاری دارند، اما در همه آن‌ها با انجام شدن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، جریان الکتریکی در مدار بیرونی برقرار می‌شود.
 - در فناوری ساخت باتری‌های جدید، فلز لیتیم (${}^{\vee}\text{Li}$) نقش بسیار پررنگی دارد، چرا؟ دلایل زیر رو بفون
- ① لیتیم در میان فلزها، کم‌ترین چگالی را دارد، به همین دلیل باتری‌های لیتیومی سبک‌تر و کوچک‌تر هستند.
 - ② لیتیم در میان فلزها، کم‌ترین E^{\ominus} (منفی‌ترین!) را دارد، در واقع لیتیم قوی‌ترین کاهنده در جدول E^{\ominus} عناصر است، به همین دلیل توانایی ذخیره انرژی باتری‌های لیتیومی نسبت به باتری‌های دیگر، بیشتر است.
 - به دلایل بالا از لیتیم در ساخت باتری‌ها استفاده می‌شود. می‌دوئیم فیلی مشتاقی برونی که از لیتیم در ساخت باتری‌های دگمه‌ای استفاده می‌شود. باتری‌های دگمه‌ای همون باتری‌هایی بودن که میندافتیم توی لیزر اسباب بازی! از باتری‌های دگمه‌ای در ساعت مچی نیز استفاده می‌شود و قابل شارژ نیستند. برخی دیگر از باتری‌های لیتیومی در تلفن و رایانه همراه به کار می‌روند و می‌توان آن‌ها را بارها شارژ کرد.

خواست باشه به وقت فکر کنی توی همه باتری‌های دگمه‌ای از لیتیم استفاده میشه! باتری‌های روی - نقره از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند که در آن‌ها واکنش زیر انجام می‌شود:



عدد اکسایش روی از صفر به +۲ رسیده و اکسایش یافته است. بنابراین کاهنده بوده و به گونه دیگر الکترون می‌دهد. از طرفی عدد اکسایش نقره از +۱ به صفر رسیده و کاهش یافته است. بنابراین اکسنده بوده و از گونه دیگر الکترون می‌گیرد.

- سالانه میلیاردها تن باتری لیتیومی درون دستگاه‌های الکترونیک در سراسر جهان استفاده می‌شود و سرانجام این دستگاه‌ها به همراه باتری‌های درون خود به شکل پسماند دور ریخته می‌شوند. به دو دلیل زیر، این پسماندها بایر بازیافت شن:

- ① این پسماندها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند، زیرا محیط‌زیست را آلوده می‌کنند.
- ② برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

بررسی غلط‌هاشون:

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

(پ) لیتیم فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی است و باتری‌های لیتیمی در مقایسه با سایر باتری‌ها توانایی ذخیره بیشتر انرژی الکتریکی را دارند.

(ت) به دلیل چگالی کم فلز لیتیم، باتری‌های لیتیمی در مقایسه با نسل قدیم باتری‌ها، سبک‌ترند.

۳ به‌جز عبارت (ت)، بقیه عبارت‌ها درست هستند.

برخی از پسماندهای الکترونیکی به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند. امروزه در بسیاری از کشورها این پسماندها را بازیافت می‌کنند.

در مورد عبارت (پ) باید گفت؛ فعال‌ترین فلز دوره دوم جدول، همان Li است.

۱ بررسی غلط‌هاشون:

(ب) در سلول‌های سوختی، سوخت به طور مستقیم تبدیل به انرژی الکتریکی می‌شود. این در حالی‌که در توربین‌های بخار، ابتدا با سوزاندن سوخت، انرژی شیمیایی به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. سپس انرژی گرمایی تولید بخار می‌کند و بخار حاصل باعث راه‌اندازی توربین می‌شود.

(پ) فیلی تابلوئه که برعکسه!

(ت) مقدار انرژی الکتریکی حاصل به ازای مقدار معینی سوخت، در سلول‌های سوختی به مراتب بیشتر از توربین‌های بخار است. در واقع کارایی و بازده سلول‌های سوختی از توربین‌های بخار بیشتر است.

۲

۴۹

سلول سوختی

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 کاملاً کنترل شده انجام می‌شود و به این ترتیب، انرژی گرمایی زیاد حاصل از واکنش این دو گاز، به صورت انرژی الکتریکی در دسترس قرار می‌گیرد.

نتیجه‌گیری در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن به جای انجام سریع واکنش سوختن، گاز هیدروژن (سوخت سلول) به آرامی اکسید می‌شود و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۳ شکل روبه‌رو، 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 اصلی دارد که شامل یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد است. در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزورهایی هستند که به نیم‌واکنش اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.

۵ در سمت آند، گاز هیدروژن ورودی، یونیده می‌شود و تولید یون H^+ (پروتون) و الکترون می‌کند:



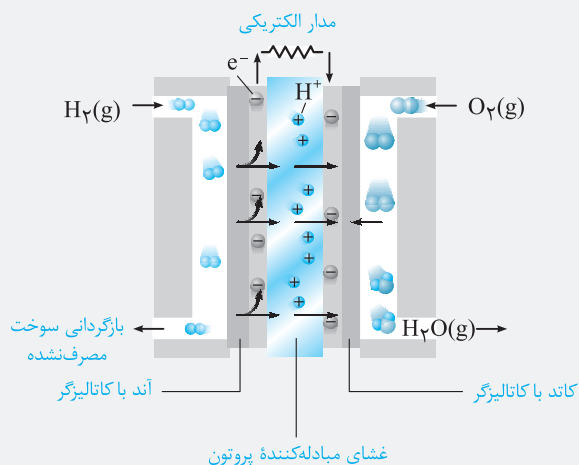
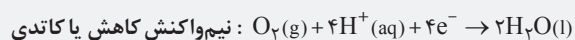
گاز هیدروژن مصرف‌نشده نیز از خروجی کنار الکترود آندی خارج شده و مجدداً بازگردانی می‌شود.

۶ غشای مبادله‌کننده پروتون همان‌طور که از اسمش پیداست، تنها اجازه عبور و انتقال بار مثبت (H^+) را از خود می‌دهد و در نتیجه الکترون‌ها باید از مدار الکتریکی سلول عبور نمایند. بنابراین یون‌های هیدروژن (H^+) از طریق غشا و الکترودها از مسیر مدار الکتریکی (مدار بیرونی یا سیم رابط) از آند به سمت کاتد حرکت می‌کنند.

۷ مانند سایر سلول‌های گالوانی، جهت حرکت الکترون‌ها از آند به سمت کاتد و از طریق رسانای الکترونی یا مدار بیرونی انجام می‌پذیرد.

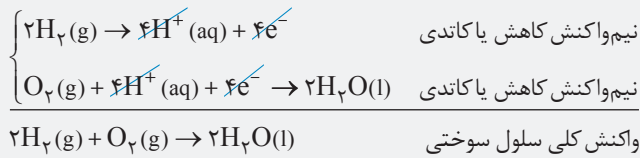
۸ مانند سایر سلول‌های گالوانی، کاتیون‌ها (H^+) از طریق رسانای یونی (غشا) یا مدار درونی به سمت کاتد می‌روند.

۹ در سمت کاتد، گاز اکسیژن با الکترون‌هایی که از سمت آند آمده و یون‌های H^+ که از طریق الکترولیت آمده، واکنش داده و H_2O تولید می‌شود.





۱۰) با جمع کردن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی، واکنش کلی سلول به صورت زیر به دست می‌آید. بنابراین واکنش کلی سلول، تبدیل H_2 و O_2 به آب است.



توجه: کتاب درسی در معادله کلی واکنش سلول سوختی، حالت فیزیکی آب را به صورت بخار در نظر گرفته است ($H_2O(g)$)، زیرا در واکنش سلول سوختی، گرما تولید شده و می‌تواند آب مایع را به بخار آب تبدیل کند.

۱۱) سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به ۲۰ درصد دارد، در حالی که اکسایش آن در سلول سوختی، بازده آن را تا ۳ برابر (یعنی حدود ۶۰ درصد) افزایش می‌دهد.

۱۲) پتانسیل کاهشی استاندارد هیدروژن برابر صفر است، بنابراین emf سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، برابر پتانسیل کاهشی نیم‌واکنش کاتدی آن است. توصیه می‌شود emf سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را به خاطر بسپارید.

$$emf \text{ یا } E^\circ (\text{سلول سوختی}) = E^\circ (\text{کاتد}) - E^\circ (\text{آند}) = 1.2 - 0 = 1.2 \text{ V}$$

۱۳) بازده سلول‌های سوختی را می‌توان به کمک رابطه زیر به دست آورد:

$$\text{بازده سلول سوختی} = \frac{\text{ولتاژ عملی}}{emf} \times 100$$

مثال: اگر در عمل، ولت‌سنج نیروی الکتروموتوری یک سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن را 0.727 V نشان دهد، بازده این سلول به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{بازده سلول سوختی} = \frac{\text{ولتاژ عملی}}{emf} \times 100 = \frac{0.727}{1.2} \times 100 = 60.6\%$$

بررسی غلط‌هاشون:

پ) در سلول سوختی هیدروژنی، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی است که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشد.
ت) در سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن، گاز هیدروژن با گاز اکسیژن به صورت کنترل شده واکنش داده و بخش قابل توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۳ معادله موازنه شده نیم‌واکنش موردنظر به صورت زیر است:



۲ بررسی غلط‌هاشون:

آ) باتری دگمه‌ای از جمله باتری‌های لیتیومی است که در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به کار می‌رود.

ب) لیتیم در میان فلزها، کم‌ترین چگالی و E° را دارد.

۳) تنها مورد C درست است. A، B و D به ترتیب آند با کاتالیزگر، کاتد با کاتالیزگر و بازگردانی H_2 مصرف نشده را نشان می‌دهند.

۱) در سلول سوختی هیدروژنی، گاز هیدروژن در آند، اکسایش و گاز اکسیژن در کاتد، کاهش می‌یابد. بنابراین ولتاژ سلول به صورت زیر به دست می‌آید:

$$E^\circ (\text{سلول}) = E^\circ (\text{کاتد}) - E^\circ (\text{آند}) = 1.23 - 0 = 1.23 \text{ V}$$

$$\text{بازده سلول} = \frac{\text{مقدار عملی } E^\circ}{\text{مقدار نظری } E^\circ} \times 100 \Rightarrow 60 = \frac{E^\circ \text{ عملی}}{1.23 \text{ V}} \times 100 \Rightarrow E^\circ \text{ عملی} = 0.74 \text{ V}$$

۴) در سلول سوختی هیدروژن که با غشاء کار می‌کند، لایه‌های کاتالیزگر که جزیی از آند و کاتد سلول به شمار می‌آیند، به دو سمت غشای مبادله‌کننده پروتون می‌چسبند. غشاء نیز باعث می‌شود یون‌های H^+ تولید شده در آند به سمت کاتد (قطب مثبت سلول) حرکت کنند. توجه داشته باشید که در سلول سوختی هیدروژن، آنیون تولید نمی‌شود.

۴ بررسی همشون:

۱) نیم‌واکنش اکسایش $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$ در آند سلول انجام می‌شود.

۲) نیم‌واکنش کاهش $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$ در کاتد سلول انجام می‌شود.

۳) E° نیم‌واکنش اکسایش سلول یعنی $(2H^+ / H_2)$ برابر صفر است.

۴) بازده این سلول به صورت مقابل محاسبه می‌شود:

$$\text{بازده سلول سوختی} = \frac{\text{ولتاژ عملی}}{emf} \times 100 = \frac{0.7}{1.2} \times 100 = 58.3\%$$

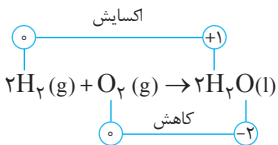
۴ هر چهار عبارت درست هستند. **پملا تشو یادداشت کن، سه بار تو روز مصرف کن** ☺



۳ بررسی همشون:

(۱) سلول‌های سوختی نوعی سلول گالوانی هستند.

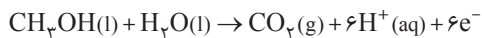
(۲) نیم‌واکنش آندی در آن‌ها می‌تواند اکسایش گاز H_2 و نیم‌واکنش کاتدی می‌تواند کاهش گاز O_2 باشد.



(۳) الکترولیت یا غشای مبادله‌کننده پروتون، تنها اجازه عبور بار مثبت (H^+) را می‌دهد.

(۴) جریان الکترون‌ها در مدار بیرونی به سمت کاتد، با حرکت کاتیون‌ها (H^+) در الکترولیت (غشا) همسو است.

۴ معادله موازنه‌شده نیم‌واکنش مورد نظر به صورت زیر است:



$$1 + 6 + 6 = 13$$

مجموع ضرایب فرآورده‌ها برابر است با:

۳ بررسی غلط‌هاشون:

(ب) جریان آب یا هوای سرد، بخار آب تولیدشده در قطب مثبت (کاتد) سلول را مایع می‌کند.

(پ) نیم‌واکنش کاهش در قطب مثبت (کاتد) سلول سوختی انجام می‌شود.

(ت) نیم‌واکنش اکسایش در قطب منفی (آند) سلول سوختی انجام می‌شود.

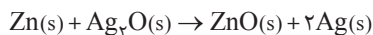
۳ بررسی غلطش:

(پ) در سلول‌های سوختی، برخلاف باتری‌ها، واکنش‌دهنده‌ها درون سلول ذخیره نشده‌اند، بلکه از بیرون به طور پیوسته وارد سلول می‌شوند.

۲ در سلول‌های سوختی انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۳ به‌جز عبارت (ب) بقیه عبارت‌ها درست هستند.

در باتری‌های روی - نقره که از جمله باتری‌های دگمه‌ای هستند، واکنش مقابل انجام می‌شود:



در این واکنش فلز روی و ترکیب نقره اکسید به ترتیب نقش کاهنده و اکسنده دارد.

۲ الکترون‌ها در مدار بیرونی سلول سوختی به سمت کاتد حرکت می‌کنند. پروتون‌ها نیز با عبور از الکترولیت به طرف کاتد مهاجرت می‌کنند.

بررسی غلط‌هاشون:

(۱) هر چند سلول‌های سوختی از نوع سلول‌های گالوانی هستند، اما این سلول‌ها برعکس باتری‌ها، انرژی را در خود ذخیره نمی‌کنند. زیرا واکنش‌دهنده‌ها که منبع انرژی هستند، دائماً از بیرون وارد سلول می‌شوند و فرآورده‌ها نیز باید دائماً از سلول خارج شوند.

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

(۴) الکترولیت به‌کار رفته در سلول سوختی هیدروژن، غشایی است که فقط پروتون‌ها از آن عبور می‌کنند. دلیل آن این است که غشاء، خود بار منفی دارد.

۴ بررسی غلط‌هاشون:

(۱) در سلول‌های سوختی، سوخت گازی شکل نمی‌سوزد، بلکه به آرامی اکسید می‌شود.

(۲) هم در سلول سوختی و هم در نیروگاه‌ها، انرژی گرمایی تلف می‌شود. اما اتلاف انرژی گرمایی در سلول سوختی، کمتر از نیروگاه‌ها است.

(۳) در سلول‌های سوختی، سوخت و اکسیدکننده داخل سلول قرار ندارند و ذخیره نشده‌اند، بلکه به طور پیوسته از یک منبع خارجی به سلول منتقل می‌شوند.

۱ بررسی همشون:

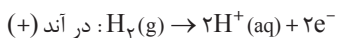
(آ) نادرست - در سلول سوختی هیدروژن، آند و کاتد که به غشای مبادله‌کننده پروتون چسبیده‌اند، دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.

(ب) نادرست - در سلول سوختی هیدروژن، هر مول گونه کاهنده یعنی H_2 ، دو مول الکترون از دست می‌دهد:

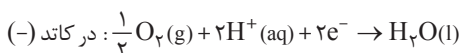


(پ) نادرست - در سلول سوختی هیدروژن که با غشای مبادله‌کننده پروتون کار می‌کند، یون‌های پروتون (H^+) با عبور از الکترولیت (غشاء) به سمت کاتد می‌روند. الکترون‌ها نیز در مدار بیرونی از سمت آند به کاتد می‌روند.

(ت) نادرست - یکی از چالش‌ها در کاربرد سلول‌های سوختی هیدروژن، تأمین سوخت آن‌ها است.



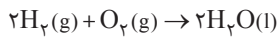
۲ نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی در سلول سوختی هیدروژنی به صورت زیر است:



از آن‌جا که ضریب e^- در هر دو نیم‌واکنش یکسان است، می‌توان نوشت:



$$\frac{\text{میلی لیتر گاز (STP)}}{\text{ضریب} \times 22400} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم}} \Rightarrow \frac{672 \text{ mL } H_2}{2 \times 22400} = \frac{x \text{ g } H_2O}{2 \times 18} \Rightarrow x = 0.54 \text{ g } H_2O$$



۱ معادله واکنش کلی در سلول سوختی هیدروژن به صورت مقابل است:

ولتاژ نظری سلول برابر با E° نیم‌واکنش کاهش اکسیژن است. زیرا E° نیم‌واکنش کاهش هیدروژن برابر با صفر است.

$$\text{ولتاژ نظری} = \frac{\text{ولتاژ عملی}}{\text{ولتاژ نظری}} \times 100 = \frac{0.96V}{1.2V} \times 100 = 80\%$$

منظور از سوخت همان گاز H_2 است.

$$\frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{3/2 \text{ g } H_2 \times \frac{100}{100}}{2 \times 2} = \frac{x \text{ g } H_2O}{2 \times 18} \Rightarrow x = 23.04 \text{ g } H_2O$$

۴ اول از همه به ما بگو، تو کدوم نیم‌واکنش (آندی یا کاتدی) هیدروژن مصرف میشه؟ ... آهان آفرین! نیم‌واکنش آندی سلول سوختی هیدروژنی به صورت



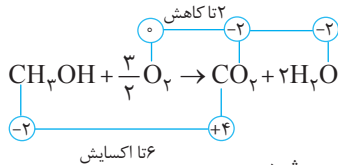
مقابل است:

با توجه به این نیم‌واکنش بر اثر اکسایش هر مول هیدروژن، ۲ مول الکترون تولید می‌شود. پس به‌ازای مصرف یک گرم هیدروژن (نصف مول H_2)، یک مول الکترون تولید می‌شود.

آقا اجازه! فب این‌که قبول! نیم‌واکنش آندی سلول قلبایی رو بدریم ☺ الان مشکل ما اینه که شما هیچ حرفی از نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی متانول نزرین! اینو پیکار کنیم و په بوری بنویسیم؟

پاسخ: سؤال عالی پرسیری! هیچ نیازی به نوشتن نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی سلول سوختی متانول نیست! کربن موجود در ترکیب‌های آلی بر اثر سوختن

کامل به CO_2 تبدیل می‌شود. واکنش سوختن کامل متانول به صورت زیر است:



تعداد مول الکترون‌های مبادله‌شده واکنش سوختن یک مول متانول براساس کاهنده (متانول) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

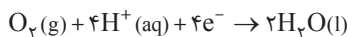
$$6N_A = 1 \times 1 \times 6 \times N_A = 6N_A$$

(زیروند کاهنده \times ضریب کاهنده) = تعداد مول الکترون مبادله‌شده

بنابراین بر اثر سوختن یک مول متانول، ۶ مول الکترون بین متانول و اکسیژن مبادله می‌شود.

بر اثر مصرف یک گرم هیدروژن در سلول سوختی هیدروژنی، یک مول الکترون تولید می‌شود. حالا می‌توان نوشت:

$$? \text{ g } CH_3OH = 1 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} \times \frac{2 \text{ mole}^-}{1 \text{ mol } H_2} \times \frac{1 \text{ mol } CH_3OH}{6 \text{ mole}^-} \times \frac{32 \text{ g } CH_3OH}{1 \text{ mol } CH_3OH} = 5.33 \text{ g } CH_3OH$$



۴ معادله نیم‌واکنش کاهش در کاتد سلول سوختی هیدروژنی به صورت مقابل است:

$$672 \text{ mL } O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{22400 \text{ mL } O_2} \times \frac{4 \text{ mole}^-}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} e^-}{1 \text{ mole}^-} \times \frac{1.6 \times 10^{-19} C}{1 e^-} \approx 11560 C$$

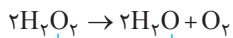


۱ معادله اکسایش یک مول هیدروژن با تولید ۲ مول الکترون همراه است.

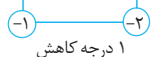
معادله اکسایش یک مول متان با تولید ۸ مول الکترون همراه است، زیرا عدد اکسایش کربن از -۴ در CH_4 به +۴ در CO_2 رسیده است، پس اکسایش یک مول متان با

مبادله ۸ مول الکترون همراه است. بنابراین جرم متان موردنیاز برای عبور ۲ مول الکترون از مدار، به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$? \text{ g } CH_4 = 2 \text{ mol } e^- \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{8 \text{ mol } e^-} \times \frac{16 \text{ g } CH_4}{1 \text{ mol } CH_4} = 4 \text{ g } CH_4$$



۲ نخست حساب می‌کنیم به ازای تجزیه ۱/۲ g هیدروژن پراکسید، چند مول الکترون مبادله می‌شود:

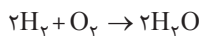


عدد اکسایش O از -۱ در H_2O_2 به -۲ در H_2O رسیده و یک درجه کاهش یافته است. اما چون هر مول H_2O_2 شامل دو مول اتم اکسیژن است، شمار الکترون‌های

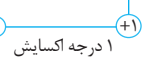
مبادله‌شده به ازای مصرف دو مول H_2O_2 برابر با ۴ مول است:

$$4 \text{ mole}^- = 2 \times 2 \times 1 \times N_A = 4 \text{ mole}^-$$

$$? \text{ mole}^- = 1/0.2 \text{ g } H_2O_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2O_2}{34 \text{ g } H_2O_2} \times \frac{4 \text{ mole}^-}{2 \text{ mol } H_2O_2} = 0.06 \text{ mole}^-$$



در ادامه باید حساب کنیم که به ازای مبادله ۰/۰۶ مول الکترون، چند گرم هیدروژن مصرف می‌شود:



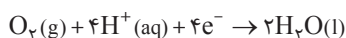
$$4 \text{ mol} = 2 \times 2 \times 1 \times N_A = 4 \text{ mol}$$

$$? \text{ g } H_2 = 0.06 \text{ mole}^- \times \frac{2 \text{ mol } H_2}{4 \text{ mole}^-} \times \frac{2 \text{ g } H_2}{1 \text{ mol } H_2} = 0.06 \text{ g } H_2$$

$$\text{HNO}_3 : \text{pH} = 2/4 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2/4} = 10^{0/6-3} = 10^{0/3} \times 10^{0/3} \times 10^{-3} = 2 \times 2 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

۱

$$? \text{ mol H}^+ = 4 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \times 0.2 \text{ L} = 8 \times 10^{-4} \text{ mol H}^+$$



معادله نیم‌واکنش کاتدی به صورت مقابل است:

$$\frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{x \text{ g O}_2}{1 \times 32} = \frac{8 \times 10^{-4} \text{ mol H}^+}{4} \Rightarrow x = 6.4 \times 10^{-3} \text{ g O}_2 \text{ یا } 6.4 \text{ mg O}_2$$

۱

۵۰

خوردگی

۱ همان‌طور که در سال دهم خواندید، فلزها کاربرد بسیار گسترده‌ای در زندگی روزمره دارند، مانند استفاده از آن‌ها در ساختمان‌سازی، میز و صندلی و ... برای استفاده از فلزها، نخست آن‌ها را با صرف انرژی زیاد و طی فرایند طولانی از سنگ معدن استخراج می‌کنند، سپس آن‌ها را برای تولید مواد، ابزار، وسایل و دستگاه‌های گوناگون به کار می‌برند، ولی متأسفانه وقتی این وسایل و دستگاه‌های فلزی در معرض هوا قرار می‌گیرند، دچار تغییر شیمیایی شده و دوباره با اکسیژن هوا ترکیب می‌شوند.

۲ به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش می‌گویند.

۳ به ترد و خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش، خوردگی گفته می‌شود.

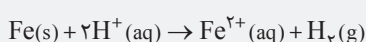
۴ اکسیژن عنصر بسیار واکنش‌پذیری است و تمایل زیادی به جذب الکترون دارد و اکسندة قوی است.

۵ واکنش‌پذیری بیش از اندازه اکسیژن و تمایل طبیعی برخی فلزها مانند آهن به زنگ زدن، به‌مرور زمان سبب ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن این فلزها می‌شود.

۶ در جدول E° ، جایگاه فلزهای طلا و پلاتین بالاتر از اکسیژن است و E° آن‌ها از اکسیژن بیشتر است، ولی جایگاه سایر فلزها از اکسیژن پایین‌تر است و E° آن‌ها از اکسیژن کم‌تر است. از این‌رو اکسیژن نمی‌تواند فلزهای طلا و پلاتین را اکسید کند.

۷ خوردگی آهن سالانه خسارت هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند، به طوری که سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده شده مصرف می‌شود.

۸ عوامل دیگری به‌جز اکسیژن نیز خوردگی فلزها را در پی دارند. برخی فلزها بر اثر مجاورت با آب یا یک محلول اسیدی دچار خوردگی می‌شوند.



مثال: یک قطعه آهن بر اثر مجاورت با یک محلول اسیدی به‌صورت زیر اکسید و خورده می‌شود.

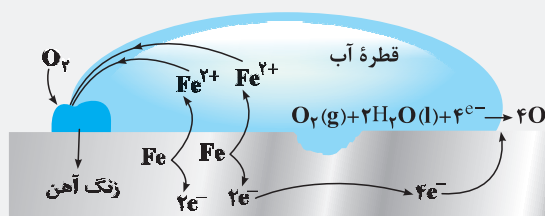
خوردگی آهن

۱ آشناترین مثال برای خوردگی، زنگ زدن آهن است. همان‌طور که از سال دهم به خاطر دارید، برای زنگ زدن آهن، باید گاز اکسیژن و آب در محیط حضور داشته باشد. یعنی زنگ زدن آهن در آب‌های بدون اکسیژن و یا هوای خشک (بدون رطوبت) صورت نمی‌گیرد. از طرفی زنگ زدن آهن از واکنش مستقیم آهن و اکسیژن نتیجه نمی‌شود. ^۱ *بهبودتر از این هرفاس!*

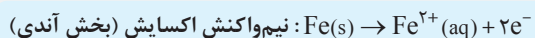
۲ واکنش زنگ زدن آهن یک فرایند الکتروشیمیایی است که در این فرایند، آهن در یک قسمت اکسایش و اکسیژن در ناحیه‌ای دیگر از سطح آهن، کاهش می‌یابد. به بخشی که در آن اکسایش رخ می‌دهد، بخش آندی و به بخشی که در آن کاهش اتفاق می‌افتد، بخش کاتدی گفته می‌شود.

۳ هنگامی که یک قطعه آهن در تماس با رطوبت قرار می‌گیرد، سلول‌های گالوانی بسیار زیادی در مقیاس میکروسکوپی تشکیل می‌شود که در هر یک از آن‌ها، بخش‌های آندی و کاتدی وجود داشته و رطوبت یا قطره آب، الکترولیت محسوب می‌شود.

۴ شکل زیر، چگونگی زنگ زدن آهن در مقیاس میکروسکوپی را نشان می‌دهد. *فوب نگاهش کن، فیلی کار داریم باهاش!*



۵ بخشی از سطح آهن که در آن غلظت اکسیژن کم بوده (زیر قطره آب)، $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$ ، بخش آندی است و نیم‌واکنش اکسایش زیر در آن رخ می‌دهد:

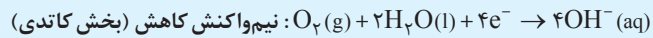


فرایند بالا آرامه پیرا نمی‌کند مگر به دو شرط ساره! فرآورده‌ها یعنی الکترون‌ها و یون‌های آهن (II) باید از ناحیه آندی دور شوند، زیرا با باقی ماندن آن‌ها در ناحیه آندی، آهن انگیزه‌ای برای از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به Fe^{2+} ندارد.

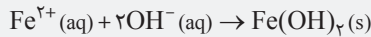
۱- در سال دهم واکنش زنگ زدن آهن به صورت: $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ آورده شده است. در ادامه خواهید خواند که واکنش زنگ زدن پیچیده‌تر از این واکنش است اما فب برای شروع که بر نبوده! *مراقل از هیپی که بهتره* ©



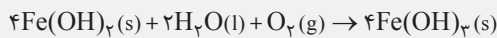
- آهن یک فلز و رسانای الکترونی خوب است، در نتیجه الکترون‌ها می‌توانند به کمک آهن از ناحیه آندی دور شوند. به آهن، مدار درونی (یعنی درون آهن) نیز گفته می‌شود.
- قطره آب (رطوبت) می‌تواند باعث خارج کردن یون‌های Fe^{2+} از ناحیه آندی شود. بنابراین به قطره آب، رسانای یونی یا مدار بیرونی (یعنی خارج از آهن) گفته می‌شود. به خاطر همین موضوع است که اگر قطره آب یا رطوبت نباشد، آهن زنگ نمی‌زند.
- ⑥ آهن به عنوان مدار درونی و یک رسانای الکترونی خوب، الکترون‌های تولیدشده در بخش آندی را به سمت بخش کاتدی هدایت می‌کند (تو سلول گالوانی الکترون از آند به کاتر میره، یارته ریگه؟). بخش کاتدی قسمتی از سطح آهن است که غلظت اکسیژن در آن زیاد است (مثلاً اطراف مولکول آب). الکترون‌های آزادشده بر اثر اکسایش آهن به همراه اکسیژن موجود در هوا و رطوبت، در بخش کاتدی با یکدیگر واکنش داده و یون هیدروکسید تولید می‌کنند:



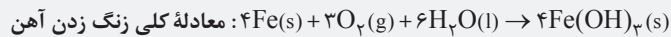
- ⑦ در ادامه فرایند زنگ‌زدن آهن، یون‌های Fe^{2+} تولیدشده در بخش آندی، در قطره آب حرکت کرده و از بخش آندی به بخش کاتدی مهاجرت می‌کنند و با یون‌های OH^- تولیدشده در بخش کاتدی، واکنش می‌دهند:



- ⑧ در نهایت، با حضور اکسیژن و رطوبت در بخش کاتدی، $Fe(OH)_2$ مجدداً اکسیدشده و به $Fe(OH)_3$ یا زنگ آهن تبدیل می‌شود:



- ⑨ با جمع کردن و ضرب و این چیزها! معادله کلی زنگ زدن آهن را می‌توان به صورت زیر نوشت:



بررسی غلط‌هاشون:

(ب) زنگ آهن در بخش کاتدی تشکیل می‌شود.

(پ) زنگ آهن همان آهن (III) هیدروکسید نامحلول است.

(ت) زنگ آهن، ترد و شکننده است.

۱ بررسی غلط‌هاشون:

(آ) جایی که غلظت اکسیژن کم باشد، نیم‌واکنش آندی یعنی فرایند الکترون‌دهی به خوبی انجام می‌شود.

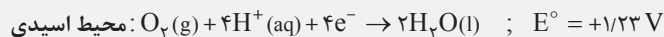
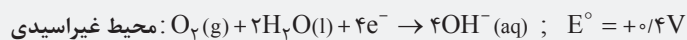
(ب) الکترون‌ها از میان فلز و از بخش آندی به سمت بخش کاتدی مهاجرت می‌کنند.

(ت) سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده‌شده، مصرف می‌شود.

در مورد درستی مورد (پ) علاوه بر روزنامه‌های کنی‌رالاتشار! به کادر زیر مراجعه کنید ☺

۵۱

خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می‌دهد. چرا؟ فب اول به نیم‌واکنش‌های کاهش توی محیط فنی و اسیدی نگاه کن:



همان‌طور که می‌بینید، E° کاهش مربوط به نیم‌واکنش محیط اسیدی از E° کاهش محیط غیراسیدی بیشتر است، در واقع O_2 در محیط اسیدی راحت‌تر الکترون می‌گیرد و اکسندۀ قوی‌تری است. فورمونیش میشه این‌که O_2 توی محیط اسیدی زورش بیشتره! کسی هم که زورش بیشتر باشه، طرف مقابل (یعنی آهن) رو بیشتر می‌فوره!

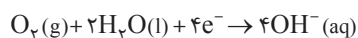
- ۱ در خوردگی آهن، اتم‌های آهن در بخش آندی اکسایش یافته و سپس کاتیون‌های آهن به سمت بخش کاتدی جریان می‌یابند و یون‌های OH^- نیز در بخش کاتدی بر اثر کاهش اکسیژن، تولید می‌شوند.

۱ بررسی همشون:

(آ) نادرست - نقطه A، بخش آندی است و در آن نیم‌واکنش اکسایش انجام می‌شود.

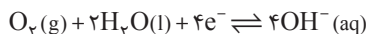
(ب) نادرست - با توجه به معادله نیم‌واکنش کاتدی که O_2 یکی از واکنش‌دهنده‌های آن است، این نیم‌واکنش در جایی انجام می‌شود که غلظت اکسیژن زیاد باشد.

(پ) درست - به نیم‌واکنش کاهش هر مول گاز اکسیژن در آب توجه کنید:



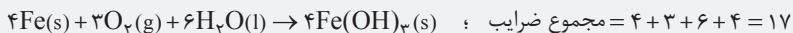
(ت) نادرست - کاتیون‌ها همواره به سمت کاتد حرکت می‌کنند. یعنی کاتیون Fe^{2+} تولیدشده در آند (نقطه A) از بخش آندی به سمت بخش کاتدی حرکت می‌کند. الکترون‌ها نیز از میان فلز آهن که به عنوان رسانای الکترونی عمل می‌کند، از بخش آندی به سمت بخش کاتدی حرکت می‌کنند.

۱ آب باران خاصیت اسیدی دارد و شامل یون‌های $H^+(aq)$ است. افزایش غلظت این یون که هم‌ارز با کاهش غلظت OH^- است، موجب شده نیم‌واکنش کاتدی زیر در جهت رفت جابه‌جا شود و در نتیجه سرعت واکنش خوردگی آهن افزایش یابد.



۵۲

اتم‌های آهن (Fe) در مجاورت اکسیژن (O_2) و رطوبت (H_2O) به آهن (III) هیدروکسید تبدیل می‌شوند. معادله واکنش کلی زنگ زدن آهن را می‌توان به صورت زیر نوشت:



۴ بررسی همشون:

ا) درست - در بخش A، ابتدا $Fe(OH)_2$ و سپس $Fe(OH)_3$ تشکیل می‌شود که نسبت شمار کاتیون‌ها به شمار آنیون‌ها در آن‌ها به ترتیب برابر با $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{3}$ است. ب و ت) درست - در بخش A (بخش کاتدی) با انجام نیم‌واکنش: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ و تولید یون‌های OH^- ، مقدار pH افزایش می‌یابد. پ) درست - قطره آب در نقش الکترولیت ظاهر شده و حرکت یون‌ها را در مدار کامل می‌کند.

۵۳

راه‌های پیشگیری از خوردگی آهن

۱) فلزهای نجیبی مانند طلا و پلاتین حتی در محیط‌های اسیدی اکسایش نمی‌یابند، زیرا E° کاهشی آن‌ها نسبت به E° کاهشی اکسیژن بزرگ‌تر است. اما وسایل آهنی در هوای مرطوب دچار خوردگی می‌شوند. واکنش ناخواسته‌ای که در شهرهای بندری و ساحلی بیشتر خودنمایی می‌کند.

۲) یکی از ساده‌ترین راه‌های جلوگیری از خوردگی آهن، ایجاد پوشش محافظ است تا از رسیدن اکسیژن و رطوبت به آهن جلوگیری شود. پوششی که با استفاده از روش‌هایی مانند زنگ زدن، قیراندود کردن و روکش دادن ایجاد می‌شود.

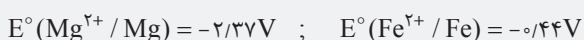
هواست باشه روش ایجاد پوشش محافظ نمی‌تواند به طور کامل از خوردگی پیشگیری کند، زیرا به تدریج رطوبت و اکسیژن از روزه‌های این پوشش‌ها به درون مجموعه نفوذ کرده و به سطح آهن می‌رسند و خوردگی دوباره آغاز می‌شود.

۳) هرگاه دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای الکترون‌دهی و اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند. *تابلونه که فلز کاهنده‌تر که E° کوچک‌تری نسبت به فلز دیگر دارد، در این رقابت برای الکترون‌دهی، پیروز می‌شود.*

این نکته مبنای روشی برای حفاظت از آهن در برابر فورگیه است.

حفاظت از آهن با استفاده از فلزهای کاهنده‌تر: اگر فلز آهن در تماس با فلز فعال‌تر و کاهنده‌تر باشد که E° کوچک‌تری نسبت به آن دارد، در صورت وجود شرایط مناسب، فلز کاهنده‌تر به جای آهن، به اکسیژن الکترون می‌دهد و خورده می‌شود.

مثال: فرض کنید که فلزهای منیزیم و آهن در شرایط مناسب با یکدیگر در تماس باشند:



از آن‌جا که منیزیم E° کاهشی کوچک‌تر (منفی‌تر) نسبت به آهن دارد، در هوای مرطوب، منیزیم در رقابت با آهن برای اکسایش یافتن، پیروز شده و اکسید می‌شود. در عوض، آهن از خوردگی محافظت می‌شود.

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

در روشی که برای حفاظت کردن یک فلز با استفاده از فلز دیگر به کار می‌رود، فلز حفاظت‌کننده که E° کوچک‌تری دارد، نقش آند (قطب منفی سلول) را ایفا می‌کند و اکسید (خورده) می‌شود. فلز حفاظت‌شده نقش کاتد (قطب مثبت سلول) را داشته و از خوردگی محافظت می‌شود، ولی کاهش نمی‌یابد. فراموش نکنید که هیچ‌کدام از عناصر فلزی تمایل به گرفتن الکترون و کاهش یافتن ندارند.

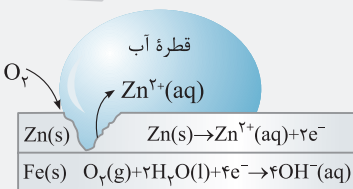
۳ به جز عبارت (پ)، بقیه عبارت‌ها درست هستند.

یکی از رویکردهای جلوگیری از خوردگی آهن، قرار دادن فلز کاهنده‌تر در کنار آهن جهت انجام واکنش اکسایش - کاهش است.

۵۴

گالوانیزه

۱) شکل روبه‌رو یک قطعه آهن را نشان می‌دهد که سطح آن با لایه نازکی از فلز روی پوشیده شده است. به این نوع آهن، گالوانیزه یا آهن سفید می‌گویند.





- ۲) قبل از ایجاد خراش، فلز روی در نقش پوشش محافظ و بعد از ایجاد خراش، فلز روی در نقش یک فداکار از خوردگی آهن جلوگیری می‌کند.
- ۳) قبل از ایجاد خراش، هیچ‌یک از دو فلز Zn و Fe خورده و پوشیده نمی‌شوند.
- ۴) هرگاه خراشی در سطح آهن سفید ایجاد شود، در محل خراش یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود. در این سلول Zn به‌عنوان آند، اکسایش یافته و خورده می‌شود و آهن به‌عنوان کاتد، محافظت می‌شود:
- $$\text{Zn(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$$
- ۵) الکترون‌های حاصل از اکسایش فلز روی به سطح فلز آهن که E° بیشتری دارد منتقل می‌شوند. ولی چون فلزها نمی‌توانند الکترون بگیرند، فلز آهن الکترون‌ها را در حضور رطوبت به اکسیژن هوا می‌دهد:
- $$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^{-} \rightarrow 4\text{OH}^{-}(\text{aq})$$
- ۶) اگرچه در گالوانیزه، فلز آهن E° بزرگ‌تری دارد و نقش کاتد را ایفا می‌کند، ولی آهن فقط رسانای الکترونی است و کاهش نمی‌یابد و اکسیژن در حضور رطوبت کاهش می‌یابد.
- ۷) از آهن گالوانیزه در ساخت تانکر آب و کانال کولر استفاده می‌شود.

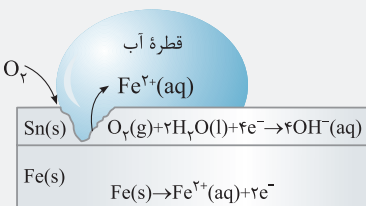
بررسی غلط‌هاشون:

- آ) به ورقه فلزی از جنس آهن که توسط لایه نازکی از قلع پوشیده شده است، حلی می‌گویند.
- ب) در سلول گالوانی که در اثر خراش در ورق گالوانیزه ایجاد می‌شود، Zn و O_2 به ترتیب کاهنده و اکسنده هستند.
- ت) برای زنگ زدن یا خوردگی آهن، وجود هر دو جزء اکسیژن و آب ضروری است.
- ۱) E° فلز آهن از مس کم‌تر است، بنابراین آهن نقش آند را ایفا می‌کند و در سطح آن، اتم‌های Fe با از دست دادن الکترون، اکسایش می‌یابند:
- $$\text{Fe(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$$
- ۱) آهن سفید، آهن پوشانده شده با فلز روی (Zn) است (حذف گزینه‌های ۳ و ۴). از طرفی مورد A مربوط به O_2 موجود در هواست که به عنوان اکسنده در خوردگی عمل می‌کند.

- ۴) آهن گالوانیزه، یک قطعه آهن پوشیده‌شده با فلز روی می‌باشد. در محل خراش، Zn اکسایش یافته و خورده می‌شود:
- $$\text{Zn(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$$
- پس حرف A در شکل نشان‌دهنده Zn^{2+} می‌باشد. الکترون‌های حاصل از اکسایش فلز روی در سطح فلز آهن و در حضور رطوبت به اکسیژن هوا داده می‌شوند:
- $$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^{-} \rightarrow 4\text{OH}^{-}(\text{aq})$$
- بنابراین حرف B نشان‌دهنده O_2 و حرف C نشان‌دهنده OH^{-} است.

۵۵

حلی



۱) شکل مقابل یک قطعه آهن را نشان می‌دهد که به‌وسیله لایه نازکی از قلع پوشیده شده است. به آهن قلع‌اندود، حلی می‌گویند.



- ۲) قبل از ایجاد خراش، فلز قلع در نقش پوشش محافظ از خوردگی آهن جلوگیری می‌کند و هیچ‌یک از دو فلز Sn و Fe خورده و پوشیده نمی‌شوند. (حفاظت فیزیکی)
- ۳) *یه وقت فکر نکنی قلع توی لبی مٹ یه فراآر، بلوی فوررگی آهن رو می‌گیره‌ها!* بلکه حلی با پیدایش یک خراش روی آن برخلاف آهن سفید با سرعت قابل ملاحظه‌ای زنگ می‌زند. زیرا موقعیت آهن در جدول سری الکتروشیمیایی پایین‌تر از قلع است و با پیدایش خراش، اتم‌های آهن نقش آند را ایفا کرده و الکترون از دست می‌دهند و خورده می‌شوند. در عوض قلع محافظت می‌شود.
- ۴) الکترون‌های حاصل از اکسایش فلز آهن به سطح فلز قلع که E° بیشتری دارد، منتقل می‌شوند. ولی چون فلزها نمی‌توانند الکترون بگیرند، فلز قلع الکترون‌ها را در حضور رطوبت به اکسیژن هوا می‌دهد:
- $$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^{-} \rightarrow 4\text{OH}^{-}(\text{aq})$$
- ۵) اگرچه در حلی، فلز قلع E° بزرگ‌تری دارد و نقش کاتد را ایفا می‌کند، ولی قلع فقط رسانای الکترونی است و کاهش نمی‌یابد و اکسیژن در حضور رطوبت کاهش می‌یابد.
- ۶) تا زمانی که حلی خراش پیدا نکند، آهن به‌وسیله لایه قلع محافظت می‌شود. اما به‌محض پیدایش خراش، فلز آهن فدای محافظش می‌شود. بنابراین، قلع در حلی به هیچ‌وجه نقش فداکار آهن را ندارد. بلکه با پیدایش یک خراش، سرعت زنگ زدن آهن افزایش می‌یابد.
- ۷) از ورقه‌های حلی برای ساختن قوطی‌های کنسرو و روغن نباتی و به طور کلی ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود. به این دلیل در ساخت حلی از قلع استفاده می‌شود که اسیدهای میوه روی قلع اثر نکرده، قلع سمی نبوده و مواد غذایی در مجاورت این فلز مدت بیشتری محفوظ می‌مانند.
- هواست باشه** برخلاف حلی از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده کرد. زیرا مواد غذایی در مجاورت فلز روی (Zn) فاسد شده و بوی بدی می‌گیرند.

بررسی همشون:

۱ و ۳) در اثر ایجاد خراش در سطح حلیبی، آهن (Fe) به دلیل داشتن E° کاهشی کوچکتر، نقش آند را داشته و خورده می‌شود. بنابراین نیم‌واکنش اکسایش به صورت: $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ رخ می‌دهد.

۲) از آنجا که Fe نقش آند در این سلول را دارد، خورده شده و قلع از خوردگی محافظت می‌شود.

۴) از حلیبی به عنوان ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود، زیرا قلع با مواد غذایی واکنش نداده و مواد غذایی در تماس با قلع بو و مزه بد نمی‌گیرند.

۳ بررسی غلط‌هاشون:

۱) به آهن پوشیده‌شده با روی (Zn) آهن گالوانیزه گفته می‌شود. بنابراین A و B به ترتیب Zn(s) و Fe(s) هستند.

ب) نیم‌واکنش کاهش در آن به صورت مقابل است: $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$

ت) از حلیبی (آهن پوشیده‌شده با قلع)، برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود. زیرا اسیدهای میوه بر قلع اثر نکرده، قلع سمی نبوده و مواد غذایی در مجاورت این فلز مدت بیشتری محفوظ می‌مانند. برخلاف حلیبی، از آهن گالوانیزه، نمی‌توان برای ساختن ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده کرد، زیرا مواد غذایی در مجاورت روی، فاسد شده و بوی بد می‌گیرند.

۴) شکل داده‌شده، ورقه آهن پوشیده‌شده با قلع یا همان حلیبی را نشان می‌دهد که در صورت خراش یافتن در محل اتصال این دو فلز، یک سلول گالوانی تشکیل می‌شود که در آن، آهن در نقش آند اکسید شده، اکسیژن محلول در آب کاهش پیدا کرده و اتم‌های قلع بدون تغییر باقی می‌مانند.

نیم‌واکنش آندی: $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

نیم‌واکنش کاتدی: $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

۱) الکترون در سطح کاند و در محیط مرطوب به اکسیژن داده می‌شود. با ایجاد خراش در ورق گالوانیزه و ورق حلیبی، به ترتیب Fe و Sn، نقش کاند را ایفا می‌کنند.

۲) به‌جز عبارت (پ) بقیه عبارت‌ها درست هستند.

برخلاف حلیبی از آهن گالوانیزه برای ساخت ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده نمی‌شود. زیرا پتانسیل کاهشی استاندارد روی کوچک است، از این رو در مقابل اکسندهایی مانند H^+ که در اغلب چاشنی غذاهای بسته‌بندی شده و آماده وجود دارد اکسایش می‌یابد و طعم و رنگ غذا را تغییر می‌دهد. این در حالی است که چون پتانسیل قلع نزدیک به H^+ بوده و غلظت H^+ در مواد غذایی به اندازه شرایط استاندارد (1M) نیست، قلع اکسید نمی‌شود.

۱) پتانسیل کاهشی قلع در مقایسه با پتانسیل کاهشی آهن، منفی‌تر است. بنابراین اگر شرایط برای خوردگی فراهم باشد، قلع زودتر از آهن خورده می‌شود.

۴) **یه کادر جمع‌بندی درست و حسابی براتون آوردم، لذت ببرید، enjoy!**

۵۶

حلیبی	گالوانیزه	نوع آهن	ویژگی‌ها
آهن + لایه نازکی از Sn	آهن + لایه نازکی از Zn	مواد تشکیل‌دهنده	
Fe	Zn	آند	
Sn	Fe	کاند	
Fe	Zn	کاهنده	
O_2	O_2	اکسنده	
$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$	$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$	نیم‌واکنش آندی	
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$	نیم‌واکنش کاتدی	
قابل استفاده	غیرقابل استفاده	به عنوان ظروف بسته‌بندی مواد غذایی	

با ایجاد خراش در سطح ورقه‌های گالوانیزه و حلیبی، در هر دو مورد، نیم‌واکنش کاهش به صورت $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ است.

۲ بررسی غلط‌هاشون:

پ) با ایجاد خراش در سطح حلیبی یک واکنش اکسایش - کاهش رخ می‌دهد که در آن گونه‌های کاهنده و اکسنده به ترتیب Fe و O_2 هستند. *هواست باشه* که اتم‌های فلزی هیچ‌گاه پذیرنده الکترون نیستند و در واقع هیچ‌گاه نقش اکسندگی ندارند.

ت) از ورق **گالوانیزه** (آهن با لایه‌ای از روی) برای ساخت تانکر آب استفاده می‌شود.



۲ بررسی غلط‌هاشون:

آ) سرعت خوردگی آهن در حضور محلول‌های دارای یون OH^- ، کم‌تر می‌شود.

ب) برای محافظت لوله‌های نفت، باید آن‌ها را به فلزهایی فعال‌تر از آهن، مانند روی (Zn) متصل کرد که به جای آهن، اکسید و خورده شوند. فعالیت و واکنش‌پذیری فلز مس (Cu)، کم‌تر از آهن است.

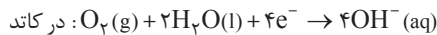
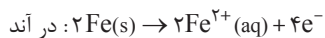
۲ در حفاظت آهن در برابر خوردگی و به کمک آلومینیم، آلومینیم در نقش آند ظاهر شده و بر اثر اکسایش، الکترون‌های لازم برای فرایند کاهش را تأمین می‌کند.



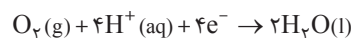
۲ بررسی همشون:

آ) درست - بدون شرح!

ب) درست - فلز قلع در نقش کاتد ظاهر شده ولی خودش کاهش نمی‌یابد. زیرا اساساً اتم‌های فلزی نمی‌توانند کاهش یابند. به جای آن مولکول‌های O_2 در سطح قلع کاهش می‌یابند. (پ) نادرست - به ازای تولید دو مول کاتیون در آند، یک مول گاز اکسیژن در کاتد مصرف می‌شود:



ت) نادرست - در نیم‌واکنش کاتدی سلول سوختی هیدروژنی، گاز اکسیژن در حضور پروتون کاهش یافته و به آب تبدیل می‌شود:



۱ فرآورده نهایی خوردگی آهن، زنگ آهن با فرمول Fe(OH)_2 است. پس به ازای خورده شدن یک مول Fe، یک مول Fe(OH)_2 تولید می‌شود:

Fe ~ Fe(OH)_2

$$\frac{\text{جرم میخ آهنی خورده شده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم زنگ آهن}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{17/5 \text{ g Fe} \times \frac{40}{100}}{1 \times 56} = \frac{x \text{ g Fe(OH)}_2}{1 \times 107} \Rightarrow x = 13/375 \text{ g Fe(OH)}_2$$

$$17/5 \text{ g} \times \frac{40}{100} = 7 \text{ g Fe}$$

طی فرایند خوردگی، ۷ گرم از جرم میخ کاسته شده است:

از طرفی ۱۳/۳۷۵ رسوب بر روی میخ تشکیل شده است. بنابراین به اندازه $6/375 - 7 = 13/375 - 7 = 6/375$ رسوب بر جرم میخ افزوده شده است.

$$\text{جرم نهایی میخ} = 17/5 + 6/375 = 23/875 \text{ g}$$



۲ معادله موازنه شده واکنش موردنظر به صورت زیر است:

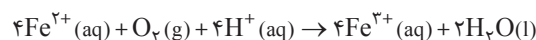
$$\bar{R}_{\text{O}_2} = 6/72 \times 10^{-9} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times \frac{10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ mol}}{22/4 \text{ L}} = 3 \times 10^{-7} \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{Fe}} = \frac{4}{3} \bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{4}{3} \times 3 \times 10^{-7} = 4 \times 10^{-7} \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{Fe}} = \frac{|\Delta n(\text{Fe})|}{\Delta t} \Rightarrow 4 \times 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{s}} = \frac{|\Delta n(\text{Fe})|}{(4 \times 60 \times 60) \text{ s}} \Rightarrow |\Delta n(\text{Fe})| = 5/76 \times 10^{-3} \text{ mol} \equiv 5/76 \text{ mmol Fe}$$

$$? \text{ mg Fe} = 5/76 \text{ mmol} \times \frac{56 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \approx 222/5 \text{ mg Fe}$$

$$? \text{ mg Fe(OH)}_2 = 5/76 \text{ mmol Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe(OH)}_2}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{107 \text{ g Fe(OH)}_2}{1 \text{ mol Fe(OH)}_2} = 616/3 \text{ mg Fe(OH)}_2$$



۳۱۶ معادله موازنه شده واکنش مورد نظر به صورت زیر است:

$$\frac{\text{جرم یون آهن(II)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{میلی لیتر اکسیژن (STP)}}{\text{ضریب} \times 22400} \Rightarrow \frac{2/24 \text{ g Fe}^{2+}}{4 \times 56} = \frac{x \text{ mL O}_2}{1 \times 22400} \Rightarrow x = 224 \text{ mL O}_2$$

۴ معادله واکنش کلی زنگ زدن آهن به صورت زیر است:



$$? \text{ g Fe(OH)}_2 = \frac{20}{100} \times 1/12 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{4 \text{ mol Fe(OH)}_2}{4 \text{ mol Fe}} \times \frac{107 \text{ g Fe(OH)}_2}{1 \text{ mol Fe(OH)}_2} = 0/428 \text{ g Fe(OH)}_2$$

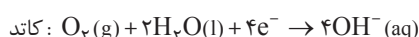
$$\text{جرم رسوب تولیدشده} + \text{جرم میخ زنگ‌زده} = \text{جرم رسوب پس از زنگ‌زدن} = \left(\frac{20}{100} \times 1/12\right) + 0/428 = 1/324 \text{ g}$$

$$100 - 10/4 = 89/6$$

۴ در فرایند خورده شدن حلی، فلز Fe نقش آند را دارد. درصد جرمی آهن برابر است با:



نیم‌واکنش‌های آندی و کاتدی با در نظر گرفتن شمار یکسانی از الکترون‌های مبادله شده به صورت زیر است:



۲Fe ~ ۴OH⁻

$$\frac{\text{جرم آهن ناخالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \times \frac{P}{100} \times \frac{R}{100} = \frac{\text{مول OH}^-}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{150 \text{ g Fe} \times \frac{89/6}{100} \times \frac{4}{100}}{2 \times 56} = \frac{x \text{ mol OH}^-}{4} \Rightarrow x = 0/192 \text{ mol OH}^-$$