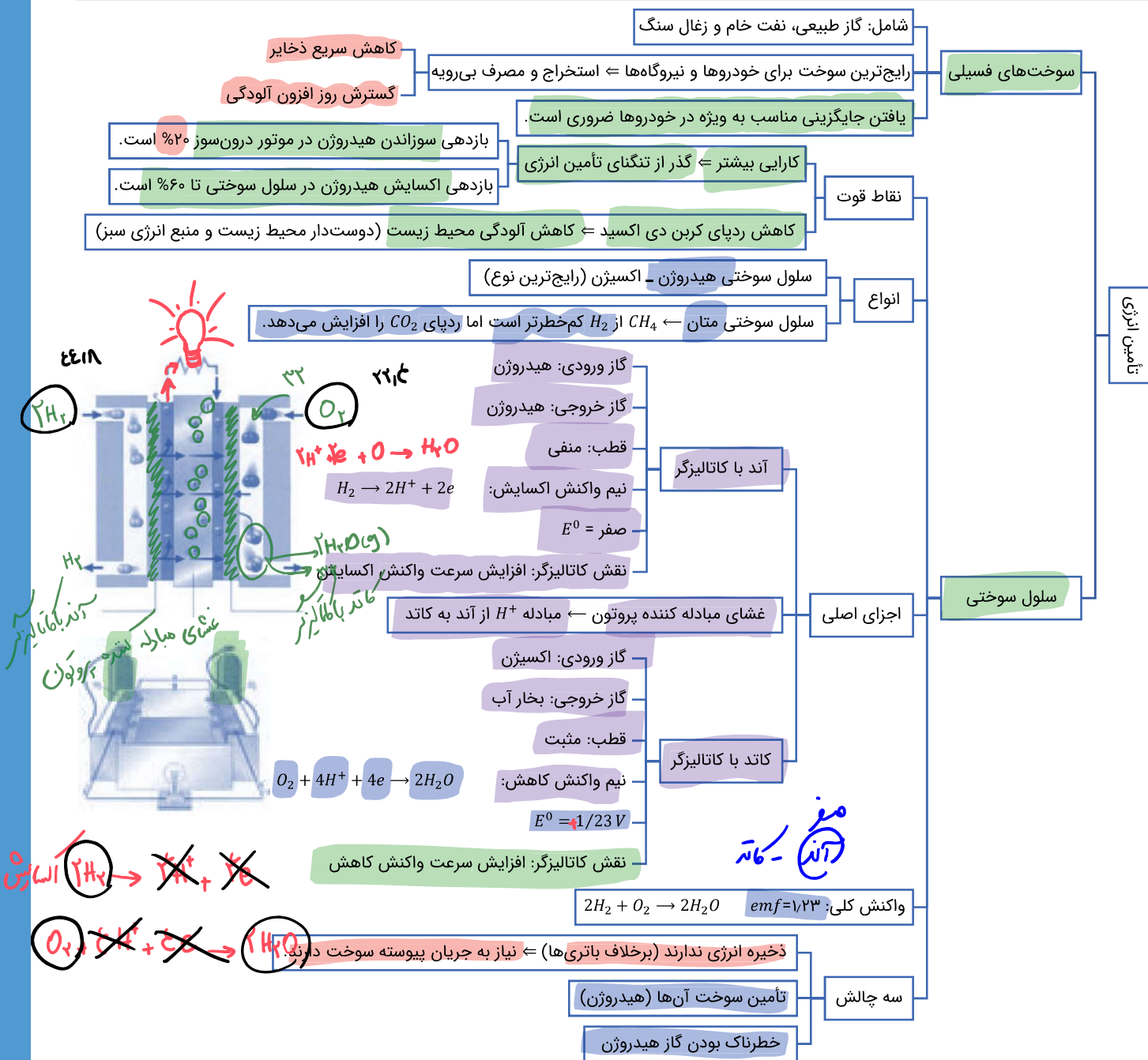


سلول سوختی، منبعی برای تولید انرژی سبز



نکات:

- جرم و حجم گاز مصرف شده در کاتد به ترتیب ۸ و ۵ برابر جرم و حجم گاز مصرف شده در آند است.
- در آند جرم گاز ورودی کمتر از گاز خروجی است و در کاتد جرم گاز خروجی بیشتر از گاز ورودی است.
- روش زیر نسبت به سلول سوختی اتلاف انرژی گرمایی بیشتر و کارایی کمتری دارد:

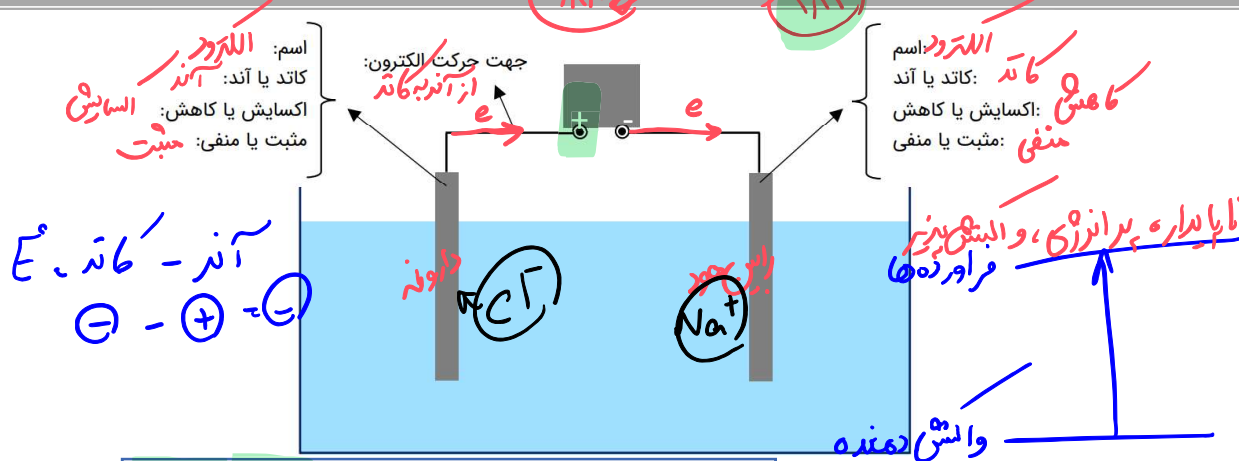


تعریف ۱: اگر H^+ تولید شده در سلول سوختی هوایی pH ۱ لیتر محلول را از ۱ به ۰٫۷ برساند: $4 \times 22,4$ (الف) چه تعداد الکترون جابه‌جا شده است؟ $4 \times 22,4 \times 10^{-2}$

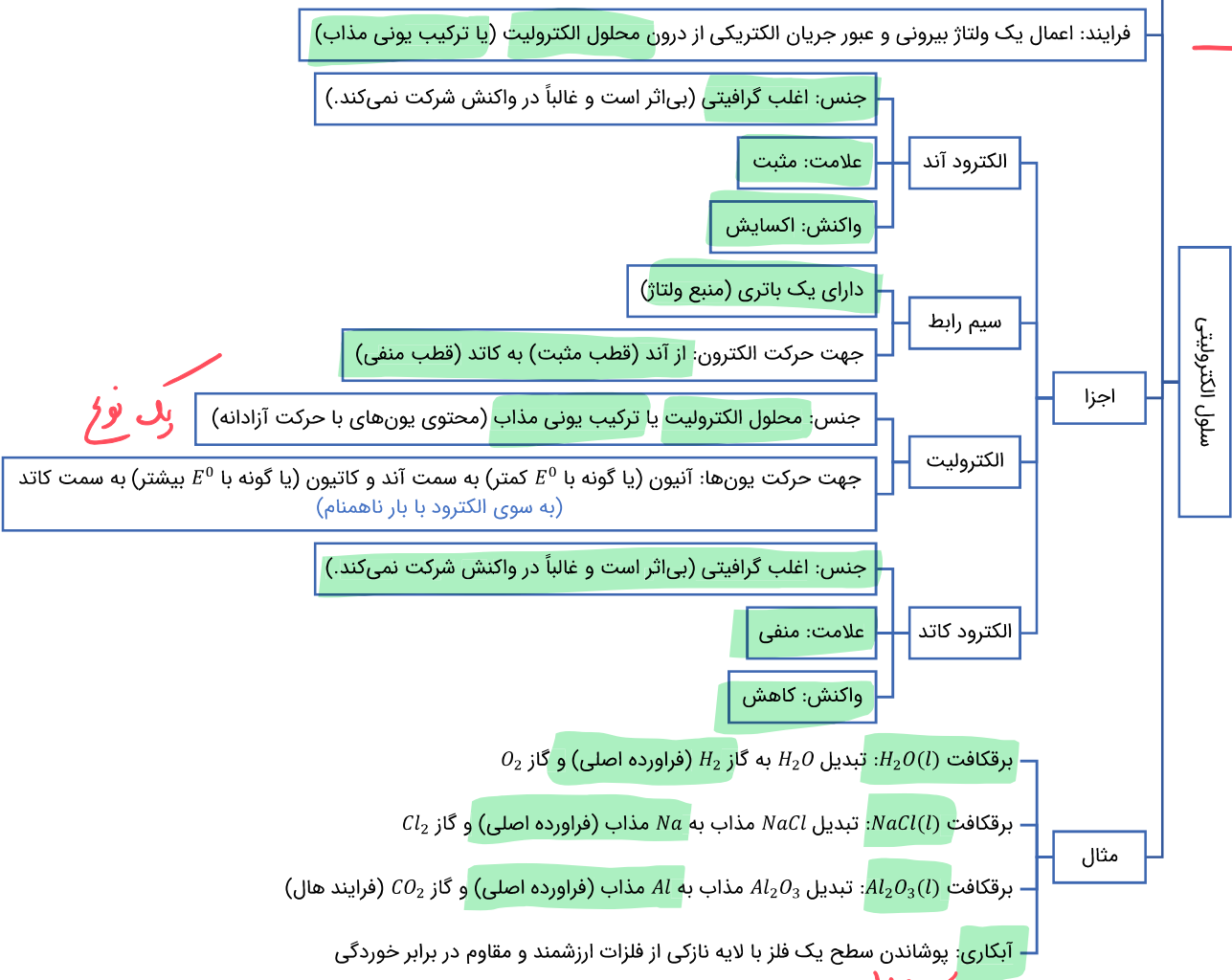
(ب) چند گرم O_2 مصرف شده است؟ $1/8$

(پ) اگر ۲ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP وارد آند شود چند لیتر گاز مجموعاً از آند و کاتد خارج می‌شود؟ (H_2O را نیز گاز فرض کنید) $2 - 1/2 = 1/2$

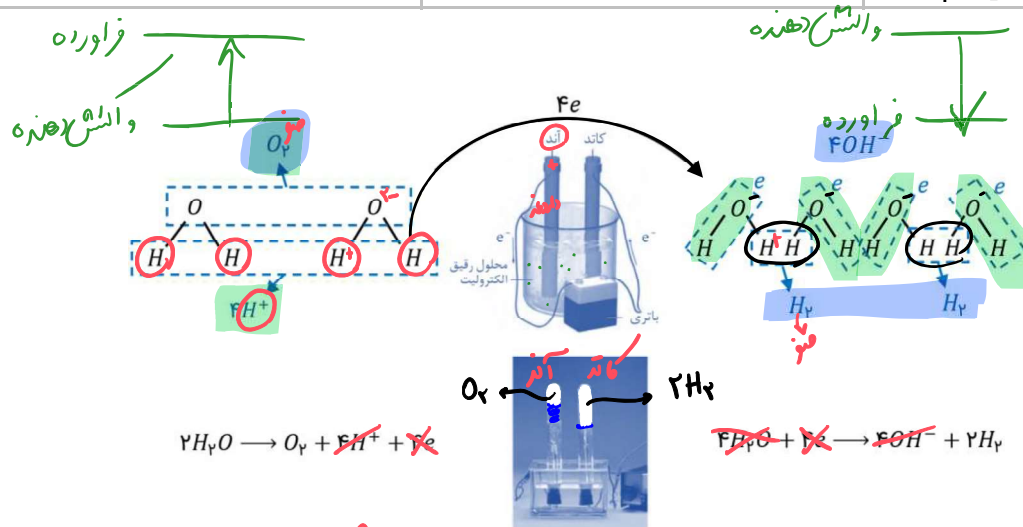
برقکافت آب، راهی برای تولید گاز هیدروژن



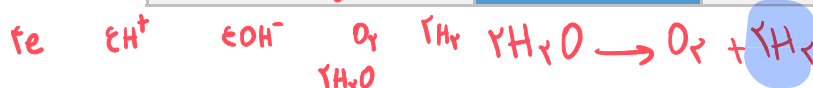
- انجام واکنش شیمیایی در خلاف جهت طبیعی (در جهت گرماگیر و $\Delta H > 0$)
- هدف: انرژی الکتریکی $\rightarrow$ انرژی شیمیایی
- سطح انرژی و واکنش‌پذیری فراورده‌ها بیشتر و پایداری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر
- E^0 واکنش منفی است



مقایسه	سلول	گالوانی	الکترولیتی
شباهت‌ها	محل اکسایش و کاهش	اکسایش در آند و کاهش در کاتد	
	جهت حرکت الکترون	از آند به سمت کاتد	
	جهت حرکت یون	آنیون به سمت آند و کاتیون به سمت کاتد	
تفاوت‌ها	کاربرد سلول	تولید انرژی با انجام واکنش اکسایش - کاهش	انجام واکنش شیمیایی با اعمال ولتاژ بیرونی معین
	قطب مثبت و منفی	آند قطب منفی و کاتد قطب مثبت	آند قطب مثبت و کاتد قطب منفی
	تعداد الکترولیت	دو الکترولیت متفاوت (محلول)	یک الکترولیت (محلول یا مذاب)
	جنس الکترودها	متفاوت جز در سلول سوختی	یکسان جز در آبکاری
	شرکت الکترود در واکنش	شرکت می‌کند به جز در SHE و سلول سوختی	شرکت نمی‌کند به جز در آبکاری و سلول هال
	سطح آنتالپی	واکنش دهنده‌ها < فراورده‌ها	فراورده‌ها < واکنش دهنده‌ها



کاتد قطب منفی	نام و علاهت الکترود	آند قطب مثبت
کاهش هیدروژن	واکنش شیمیایی	اکسایش
بازی و آبی	خاصیت و رنگ کاغذ pH	اسیدی و قمرز
هیدروژن	گاز تولید شده	اکسیژن



نکات:

۱- آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد، از این رو برای برقکافت آن باید الکلی الکترولیت به آب افزود.
 ۲- واکنش کامل انجام شده در برقکافت آب برعکس سلول سوختی است، یعنی $2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$ Fe

تعرین ۱۱: اگر در برقکافت آب ۱ مول الکترون از باتری بگذرد:



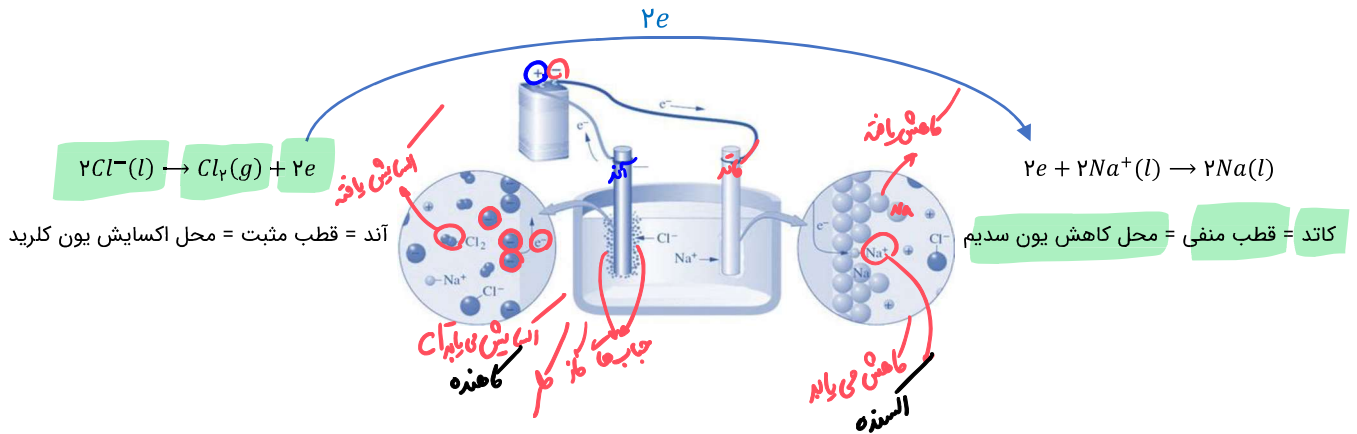
الف) چند گرم اکسیژن در آند تولید می‌شود؟ ۱۹

ب) چند لیتر هیدروژن در کاتد تولید می‌شود؟ ۱۱٫۲

پ) حجم گاز تولید شده در کاتد چند برابر آند است؟ ۲ برابر

ت) جرم گاز تولید شده در کاتد چند برابر آند است؟ ۱/۸ - ۴/۳۲

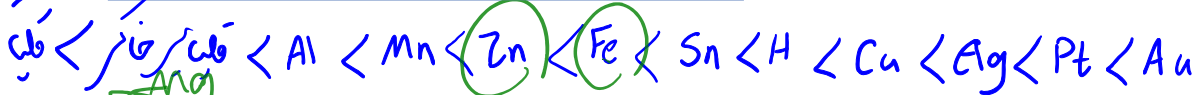
ث) چند مولکول آب در کاتد مصرف می‌شود؟ ۹۱٫۲ x ۱۰^{۲۳} ۶ NA



نکات:

- هدف این سلول، تولید سدیم است. سدیم یک کاهنده قوی است و در طبیعت به صورت آزاد یافت نمی‌شود.
- $NaCl$ در این سلول به صورت مذاب به کار می‌رود.
- $NaCl$ خالص دمای ذوب $801^\circ C$ دارد و با افزودن $CaCl_2$ به آن، دمای ذوب را تا حدود $587^\circ C$ پایین می‌آورند. (صرفه اقتصادی)
- مراحل تولید Mg از آب دریا:
 - افزافه می‌کنیم تا Mg^{2+} های درون آب به صورت $Mg(OH)_2$ رسوب کند و با صافی جداسازی شود.
 - به $Mg(OH)_2$ اضافه می‌کنیم تا $MgCl_2$ محلول تولید شود.
 - با حرارت $MgCl_2$ را خشک می‌کنیم ($MgCl_2(s)$) و سپس ذوب می‌کنیم ($MgCl_2(l)$)
 - با برقکافت Mg و Cl_2 تولید می‌کنیم و کلر را جهت تولید دوباره HCl استفاده می‌کنیم. (چگالی $Mg(l) < MgCl_2(l)$)

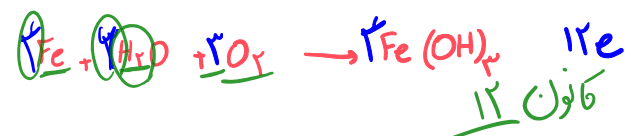
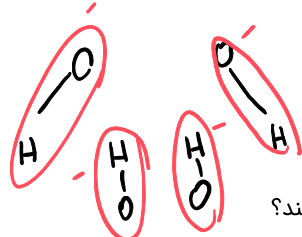
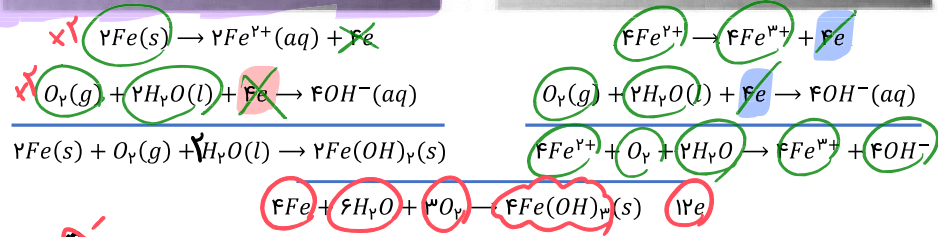
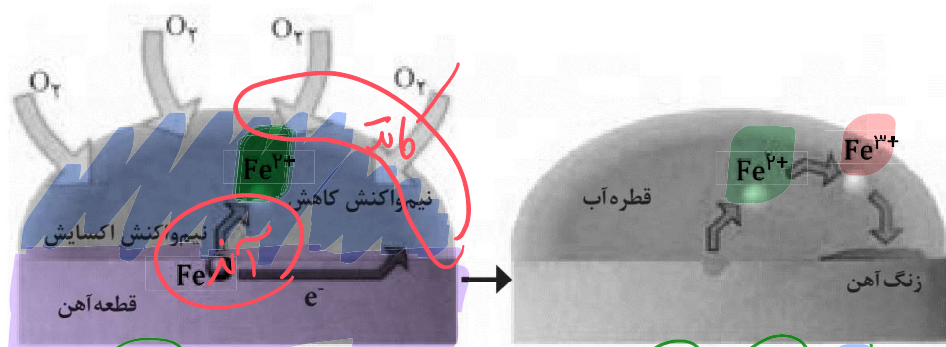
خوردگی یک واکنش اکسایش - کاهش ناخواسته



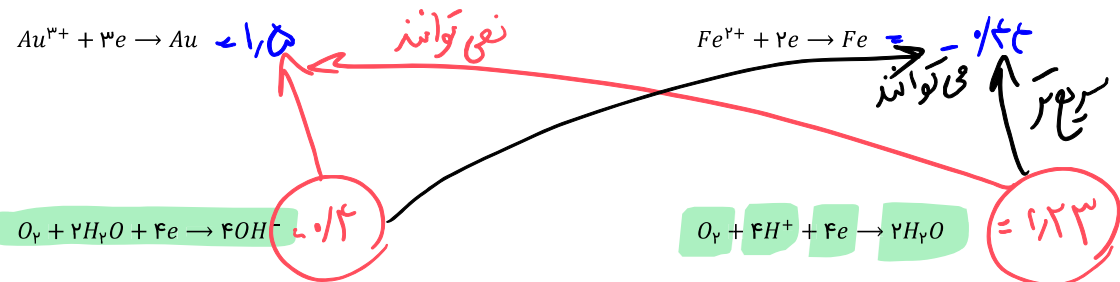
تیم یک رقی‌های کنکور

قطره آب	فلز آهن
رسانایی یونی	رسانایی الکترونی
مدار بیرونی	مدار بیرونی

زیر قطره	اطراف قطره
غلظت کم O_2	غلظت زیاد O_2
پایگاه آندی	پایگاه کاتدی

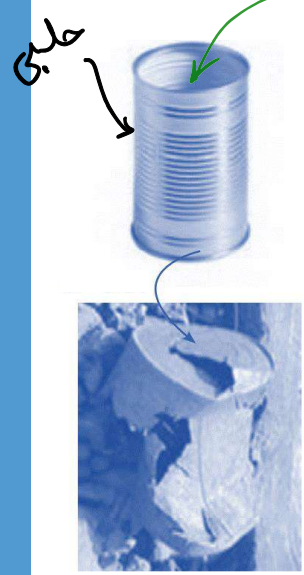


تقریباً ۱۲: اعداد +۱/۵، +۱/۲۳، +۰/۴۰ و -۰/۴۴ می‌توانند E° کدام واکنش‌های زیر باشند؟



نکته: Fe^{2+} سبز رنگ و Fe^{3+} قرمز رنگ است.

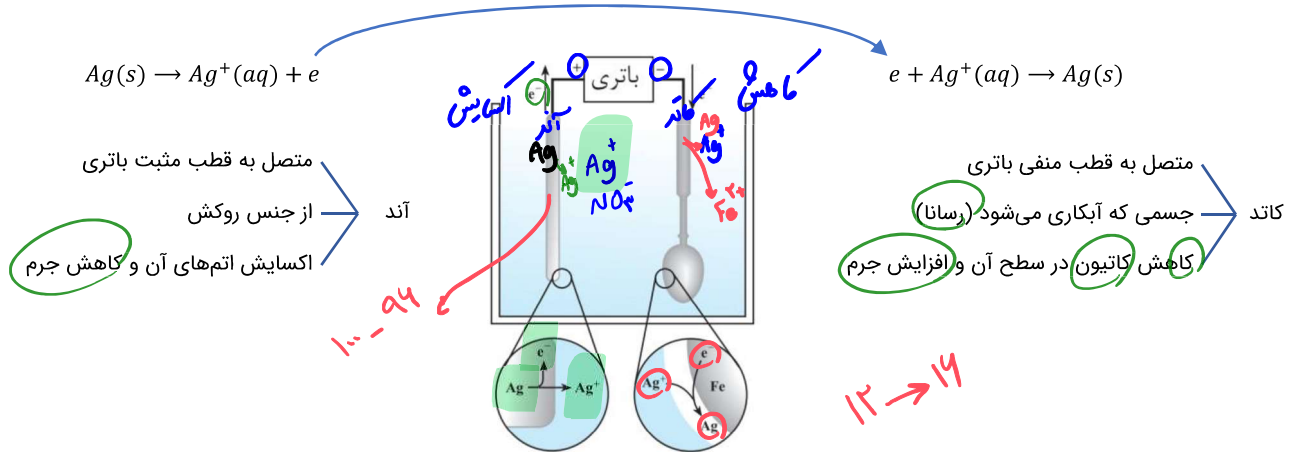
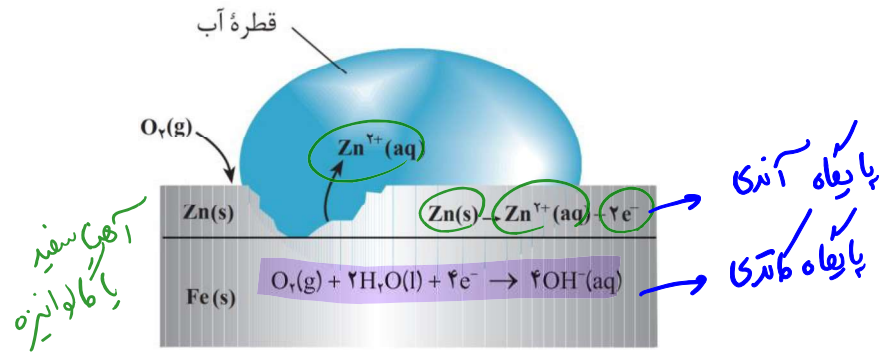
مواد غذایی



ویژگی‌ها	نوع آهن	آهن گالوانیزه (آهن سفید)	حلی
پوشش محافظ آهن	Zn (روی)	Sn (قلع)	حلی
نوع حفاظت	پوشش و فداکاری (حفاظت کاتدی)	پوشش	
کاربرد	تانکر آب و کانال کولر	قوطی روغن و کنسرو (بسته نگهداری مواد غذایی)	
آند	Zn	Fe	
کاتد	Fe	Sn	
گونه کاهنده	Zn	Fe	
گونه اکسنده	O_2	O_2	
نیم‌واکنش آندی	$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$	$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$	
نیم‌واکنش کاتدی	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	
سرعت خوردگی	کندتر و دشوارتر	سریع‌تر و آسان‌تر	

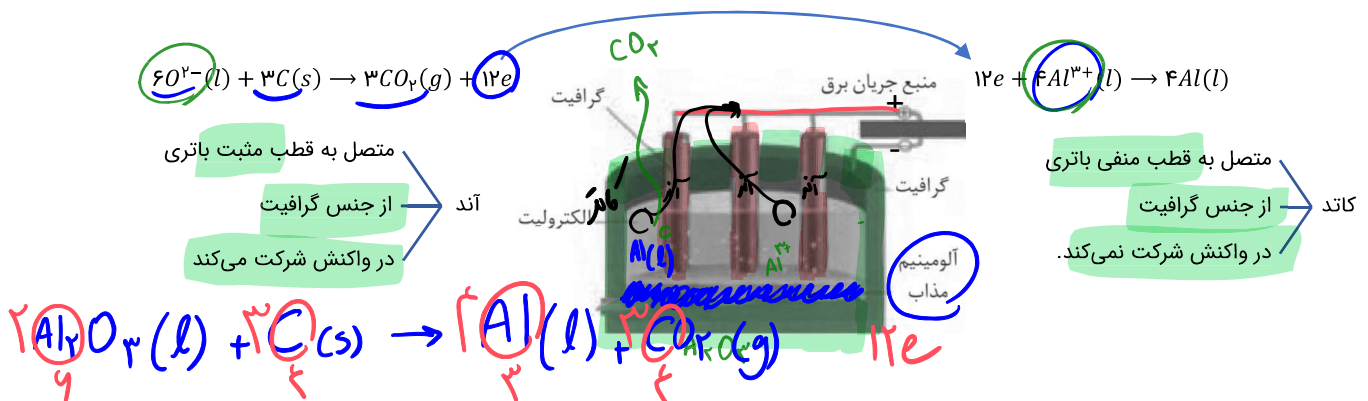
آکسایش می‌یابد

پس از ایجاد خراش



نکات:

- الکترولیت باید از جنس نمک‌های آند (روکش) باشد و غلظت آن ثابت می‌ماند.
- هر چقدر از جرم آند کاسته شود، همانقدر به جرم کاتد افزوده می‌شود $\Rightarrow$ مجموع جرم آند و کاتد ثابت می‌ماند.
- اگر باتری متصل نباشد، قاشق فولادی دچار اکسایش می‌شود و کاتیون‌های Ag^+ کاهش می‌یابند: $Fe(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2Ag(s)$



- تشکیل لایه چسبنده و متراکم Al_2O_3 $\leftarrow$ جلوگیری از ادامه اکسایش $\leftarrow$ عدم خوردگی $\leftarrow$ حفظ استحکام
- اکسایش سریع (E^0 منفی)
- جزو فلزات فعال است و در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود.
- کاربرد: ساخت لوازم خانگی (مانند چرخ گوشت)، هواپیما، کشتی، موتور خودرو و ...
- برقکافت نمک مذاب Al_2O_3 به منظور تولید Al (چگالی $Al(l) > Al_2O_3$)
- ابداع توسط مارتین هال شیمی‌دان آمریکایی در ۲۳ سالگی
- مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی
- هزینه بالا
- تولید گازهای گلخانه‌ای
- آلومینیوم
- فرایند هال
- بازيافت
- افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر طبیعت
- کاهش هزینه‌های تولید (مصرف انرژی ۷ درصد هال) $\leftarrow$ تولید کمتر گاز گلخانه‌ای

- ۱- در فرایند هال همانند آبکاری، جرم الکتروود کاهش می‌یابد.
- ۲- در فرایند هال جرم مواد موجود در سلول کاهش می‌یابد.

