



مجموعه خلاصه مقاله و مقالات کامل

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۶

3rd Iranian Electrochemistry Education Conference

MARCH. 6,7 , 2018

تهران - دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
دانشکده علوم پایه



جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
معاونت آموزش متوسطه



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

مرکز منطقه‌ای اطلاع رسانی علوم و فناوری



سومین همایش آموزش الکتروسیمی ایران

تهران - دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

دانشکده علوم پایه

۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۶



مجموعه
خلاصه مقالات و
مقالات کامل

3rd Iranian Electrochemistry Education Conference

MARCH. 6,7 , 2018



جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
معاونت آموزش متوسط



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری



۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۶

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



به سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران خوش آمدید.

همکاران گرامی

با یاری خداوند متعال دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس دبیر شهید رجایی با همکاری معاونت متوسطه وزارت آموزش و پرورش و انجمن الکتروشیمی ایران به منظور ارتقاء سطح علمی و فکری پژوهشگران کشور و ایجاد محیط مناسب برای برقراری ارتباطات علمی و تبادل افکار، سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران (**3rd Electrochemistry Education Seminar**) را با حضور پژوهشگران و علاقمندان در تاریخ ۱۵ و ۱۶ اسفند ماه سال جاری در دانشکده علوم پایه- دانشگاه تربیت مدرس دبیر شهید رجایی برگزار می نماید.

دکتر رسول عبدالله میرزایی

دبیر همایش و دبیر کمیته علمی

© Copyright 2017, Electrochemical Society of Iran
Department of Chemistry, Faculty of Science, Tarbiat Modares University,
Tehran, Islamic Republic of Iran
P.O. Box: 14115-111
Phone: +98-21-82884713
Fax: +98-21-82884713
Email: iranecs@gmail.com
Website: www.iranecs.ir

مجموعه مقالات سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران، ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶

انجمن الکتروشیمی ایران

تمامی حقوق محفوظ می باشد. هیچ قسمتی از این کتابچه بدون اجازه انجمن الکتروشیمی ایران نباید تکثیر، در سیستم کتابخانه ای ذخیره یا انتقال، به هر شکل یا وسیله ای، داده شود.
انجمن الکتروشیمی ایران مسئول استفاده از اطلاعاتی که در محتوی این کتابچه است نمی باشد.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



سازمان دهنده ها:





۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۶

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



هووالعلم

دنیای شیمی با معرفی لایه مرزی باردار، عرصه جدیدی را برای آموزش و پژوهش در شیمی مهیا می نماید که الکتروشیمی نام دارد. الکتروشیمی، دانشی میان رشته است که با رشته های علمی دیگر از قبیل فیزیک حالت جامد، شیمی، علوم مرتبط با سطح، فیزیک آماری شامل دینامیک مولکولی و شیمی کوانتوم همپوشانی دارد. ما در زندگی روزمره خود با فرایندهای گوناگونی روبه رو می شویم که در حیطه این دانش قرار دارند. از طرف دیگر کاربرست این دانش در زندگی روزمره ما در تولید مواد و فراورده های جدید، امکان رفاه و آسایش بیشتر را برای انسان به ارمغان می آورد. همچنین انرژی و ذخیره آن به عنوان یک عامل پیش برنده در فراهم آوردن فضای توسعه در کشورهای مختلف، متأثر از این دانش می باشد. مطالعه شیمی باتری ها، الکتrolیز یا تجزیه الکتروشیمیایی (برقکافت)، پوشش دهی الکتروشیمیایی (آبکاری) و خوردگی که از چالش برانگیزترین مسائل صنایع مختلف است، همگی در سایه شناخت واکنش های الکتروشیمیایی و عوامل موثر بر آنها امکان پذیر است.

در حال حاضر به نظر می رسد توجه به آموزش الکتروشیمی در دوره کارشناسی می تواند در ایجاد ارتباط موثر این دانش در سطح جامعه بیشتر کمک نموده و برای فارغ التحصیلان آن نیز، موقعیت بیشتری برای اشتغال ایجاد نماید. با درک این ضرورت، برنامه درسی دوره کارشناسی مهندسی الکتروشیمی در دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی با مشارکت اعضای هیات علمی و خبرگان این دانش در کشور در حال تدوین می باشد که امید می رود سیر تصویب و راه اندازی این رشته در کشور با مساعدت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در زمان کم میسر گردد. در این میان لازم است که از تعامل سازنده انجمن الکتروشیمی ایران و ریاست محترم آن جناب آقای پروفسور حسین غریبی تشکر نمایم.

انجمن الکتروشیمی ایران با توجه به اهمیت آموزش الکتروشیمی، هر دو سال یکبار همایش آموزش الکتروشیمی را برگزار می نماید. که در تاریخ های دوم بهمن ماه ۱۳۹۲ و هفتم بهمن ماه ۱۳۹۴ به ترتیب اولین و دومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران به میزبانی دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی برگزار گردید که امسال نیز در تداوم آن در ۱۵ و ۱۶ بهمن ماه ۱۳۹۶ شاهد برگزاری سومین دوره آن در این دانشگاه هستیم. این همایش تلاش می کند تا فضایی را برای تبادل اندیشه و یافته های جدید در این عرصه دانش، بین محققین و فعالان عرصه آموزش مهیا نماید که در این راستا شایسته است از زحمات سرکار خانم دکتر معصومه قلخانی دبیر محترم اجرایی همایش و اعضای محترم کمیته علمی و اجرایی همایش که در برپایی این نشست علمی تلاش نمودند تقدیر و تشکر نمایم.

با احترام

رسول عبدالله میرزائی

دبیر همایش



۱۶ و ۱۷ اسفند ماه ۱۳۹۴

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



شورای سیاست گذاری

دکتر حمیدرضا عظمتی

پروفسور حسین غریبی - رئیس انجمن الکتروشیمی ایران

دکتر عظیم محبی

دکتر سعید علیایی

دکتر محمد شمس اسفند آبادی

دبیران همایش



دبیر اجرایی: دکتر معصومه قلخانی

دبیر علمی: دکتر رسول عبدالله میرزایی



مسئول دبیرخانه همایش: خانم نیلوفر خوش چشمان



۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۴

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



اعضای کمیته علمی سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

- پروفسور حسین غربی
پروفسور جهانبخش رئوف
پروفسور مجید جعفریان
دکتر رسول عبدالله میرزایی
دکتر معصومه قلخانی
دکتر علی احسانی
دکتر نعمت الله ارشدی
دکتر ابراهیم زارعی
دکتر محمد قاسم مهجانی
دکتر اعظم انارکی فیروز
دکتر سید مجید هاشمیان زاده
دکتر احمد نوزاد گلی کند
دکتر حسن حذرخانی
دکتر عابد بدریان
دکتر علیرضا عابدین
دکتر سید مرتضی موسوی خوشدل
دکتر مهدی خیرمند



۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۶

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



سخنران های مدعو:



سخنران مدعو: **پروفسور حسین غریبی** (دانشگاه تربیت مدرس)

عنوان سخنرانی:

نظام بخشی به پژوهش در راستای آموزش اثر بخش علوم پایه



سخنران مدعو: **پروفسور جهانبخش رئوف** (دانشگاه مازندران)

عنوان سخنرانی:

مروری بر مفاهیم پایه در آموزش الکتروشیمی

چهارشنبه ۱۶ اسفند ماه - ۱۲-۱۱

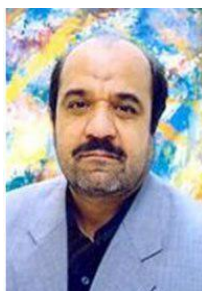
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - دانشکده علوم پایه



۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۶

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



سخنران مدعو: **پروفسور مجید جعفریان** (دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی)

عنوان سخنرانی:

مروری بر ولتامتری چرخه ای و اهمیت آن در مطالعه واکنش های

الکتروشیمیایی

چهارشنبه ۱۶ اسفند ماه - ۱۲-۱۱



سخنران مدعو: **دکتر علی احسانی** (دانشگاه قم)

عنوان سخنرانی:

اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی و کاربردهای آن

چهارشنبه ۱۶ اسفند ماه - ۱۴-۱۳:۳۰

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - دانشکده علوم پایه



۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۵

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



چکیده مقالات و مقالات کامل و طرح درس های

ارائه شده در

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

مسئولیت صحت مطالب در سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران به عهده نویسنده (یا نویسندگان) مقاله می باشد. ضمناً ارزش علمی مقالات به شکل سخنرانی و یا پوستر معادل می باشد.



۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۶

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



جدول محتوی

صفحه	نویسندگان	عنوان مقاله	کد مقاله
۳	جهانبخش رئوف، سید رضا حسینی زوارمحل	مروری بر واکنش های مبادله الکترون بر مبنای کتاب درسی دوره متوسطه دوم	EO1
۵	علی احسانی	اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی و کاربردهای آن	EO2
۶	زینب طلایی	رفع مشکلات و تصورات غلط دانش آموزان درباره ی محاسبه ی پتانسیل سلول گالوانی	EO3
۱۳	احمد هادی پور، بهرام عظیمی کردکندی، مهدی اکبرپور	محیط زیست و اقتصاد پایدار با بیوالکتروشیمی سبز	EO4
۳۷	مجتبی طیبی، نجمه السادات هاشمی	طراحی آزمایش پیل سوختی با الکترودهای کربنی	EO5
۴۵	رسول عبدالله میرزایی، معصومه قلخانی، علی یوسفی	طراحی برنامه درسی کارشناسی مهندسی الکتروشیمی	ES1
۴۷	سحرسادات مقصودی	طراحی فعالیت عملی در آموزش الکتروشیمی مبتنی بر پدیده ی فتوسنتز	ES2
۶۷	مریم قنبری، معصومه قلخانی، مینا قنبری	الکتروشیمی یک روش سبز در سنتز ترکیبات آلی	ES3
۸۰	مینا قنبری، مریم قنبری	اقتصاد هیدروژنه و محیط زیست	ES4
۸۳	ابراهیم زارعی	نور و الکتروشیمی	ES5
۹۲	ابراهیم زارعی	آموزش مفاهیم واکنش های انتقال الکترون کره داخلی و خارجی در الکتروشیمی	ES6
۹۹	غلامرضا زمانی	طراحی محتوای «موازنه به روش نیم پیل» مبتنی بر E 5	ES13
۱۰۹	نجمه السادات هاشمی، مجتبی طیبی	طراحی آزمایش ساخت باتری غذایی مبتنی بر شیمی سبز	ES7
۱۱۶	معصومه قلخانی، محمدرضا خدارحم	بررسی نحوه آموزش واکنش های اکسایش کاهش به کمک روش پدیدارنگاری	ES8



۱۵ و ۱۶ اسفند ماه ۱۳۹۶

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



ES9	طراحی آزمایش های نمایشی جذاب برای آموزش الکتروشیمی	شایان نصرالهی، ملاحه کیالاشکی	۱۲۷
ES10	آشنایی کودکان با مفهوم الکتروشیمی با کمک مدل ساده ای از باتری	نسرین فرشادی، محمد مهردادویسی	۱۲۹
ES11	طراحی و ارزیابی یک بازی آموزشی ساده برای آموزش مفاهیم اکسایش و کاهش در الکتروشیمی	حمیده حقیقت، اسماعیل اولی	۱۳۰
ES12	کاربست هنر در آموزش الکتروشیمی مبتنی بر کاوشگری به منظور کارآفرینی	رسول عبدالله میرزائی	۱۳۲
EL9	پیشنیاز یادگیری الکتروشیمی	مریم صباغان، بهرام عظیمی کردکندی - احمد هادی پور، مهدی اکبرپور	۱۳۴
EO6	خوردگی فلزها (Corrosion of Metals)	سعید مرادپور، رسول عبدالله میرزایی، معصومه قلخانی	۱۵۱
EL1	موازنه واکنش های اکسایش و کاهش به روش نیم پیل	غلامرضا زمانی	۱۶۶
EL2	باتری های موجود در زندگی روزمره و علت نیاز به آن در دنیای امروز	افسانه قربانیان	۱۷۴
EL3	چپس فلزی!	محمد رضا خدارحم	۱۸۰
EO7	تعیین عدد اکسایش	شهره امیرقلی، رسول عبدالله میرزایی، معصومه قلخانی	۱۸۹
EL4	آبکاری (Electroplating)	مجید یزدی، اعظم انارکی فیروز	۱۹۹
EL5	روند واکنش پذیری فلزها	شایان نصرالهی	۲۱۰
EL6	خازن	مائده پورهاشم	۲۱۶
EL7	مفهوم پتانسیل الکتروشیمیایی	زهرا آریافر	۲۲۲
EL8	فارادی	یوسف شعبانپور	۲۲۹



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

مروری بر واکنش های مبادله الکترون بر مبنای کتاب درسی دوره متوسطه دوم

جهانبخش رئوف^۱، سید رضا حسینی زوارمحله^۲

استاد، ایران، بابلسر، دانشگاه مازندران، دانشکده شیمی، گروه شیمی تجزیه، آزمایشگاه تحقیقاتی الکتروشیمی

تجزیه ای؛ j.raoof@umz.ac.ir

استادیار، ایران، بابلسر، دانشگاه مازندران، دانشکده شیمی، آزمایشگاه تحقیقاتی

نانشیمی r.hosseini@umz.ac.ir

چکیده:

واکنش های مبتنی بر مبادله الکترون، واکنش هایی هستند که برای انجام آنها، باید الکترون داد و ستد یا مبادله شود که واکنش های اکسایش/کاهش یا اکسیداسیون/احیا نامیده می شوند. ترکیباتی که خاصیت دادن و یا گرفتن الکترون یا الکترون ها را داشته باشند، ترکیبات الکتروفعال می گویند. هر واکنش اکسایش/کاهش از دو نیم واکنش مناسب با تعداد الکترون های برابر تشکیل می شود. در نیم واکنش اکسایش، ترکیب الکترون دهنده یا کاهنده یا اکسید شونده، الکترون می دهد. در نیم واکنش کاهش، ترکیب الکترون گیرنده یا احیا شونده و یا اکسنده، الکترون می گیرد. واکنش های اکسایش/کاهش بر مبنای نحوه مبادله الکترون بین اکسنده و کاهنده به دو دسته کلی تقسیم می شوند: الف) اکسایش/کاهش شیمیایی، به فرایند مبادله الکترون مستقیم یا همگن یا یکنواخت و یا بدون واسطه، بین اکسنده و کاهنده می گویند که انرژی ناشی از مبادله الکترون به صورت گرما و غیره هدر می رود. ب) اکسایش/کاهش الکتروشیمیایی، فرآیندی است که الکترون یا الکترون ها بین اکسنده و کاهنده به طور غیر مستقیم یا ناهمگن و یا با واسطه انجام می شود که واسطه در این نوع واکنش ها،



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

یک رسانای الکترونی بنام الکتروُد می باشد. یعنی، ترکیب کاهنده به الکتروُد آند، الکترون می دهد و الکترون یا الکترون ها از طریق یک مدار الکتریکی خارجی به الکتروُد دیگر، بنام کاتد منتقل می شوند و ترکیب اکسند از کاتد الکترون می گیرد و احیا می شود. انرژی ناشی از مبادله الکترون در این نوع فرآیندها، به صورت انرژی الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرد [۱]. محل انجام واکنش های اکسایش/کاهش الکتروشیمیایی را سلول یا پیل می گویند. در ادامه، راه های نحوه اتصال دو نیم پیل برای تهیه یک پیل، پیل های برگشت پذیر شیمیایی (قابل شارژ یا پرشدن)، پیل های برگشت ناپذیر شیمیایی (پیل های غیر قابل شارژ)، پیل های گالوانی (ولتایی) و پیل های الکترولیتی (برقکافتی)، اختلاف پتانسیل پیل ها و عوامل موثر بر آنها بیان می شود [۲].

مراجع:

[1] Bard Allen J., Faulkner Larry R., **Electrochemical Methods (Fundamentals and Applications)**, Second Editions, John Wiley & sons INC. New York, 2001.

[2] گلابی، سید مهدی، مقدمه ای بر الکتروشیمی تجزیه (اصول و کاربردها)، ویرایش هشتم، انتشارات ستوده، تبریز، ۱۳۹۵.

آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش
آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی و کاربردهای آن

علی احسانی

دانشیار گروه شیمی دانشگاه قم، قم.

Email: ehsani46847@yahoo.com, a.ehsani@qom.ac.ir

چکیده:

اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی به عنوان تکنیکی قوی، تخت دامنه فرکانس برای بررسی فرایندهای فیزیکی - شیمیایی و پارامترهای الکتریکی در سیستمهای الکتروشیمیایی به کار می‌رود [۱ و ۲]. رسانای الکترونی، رسانای یونی، فصل مشترک بین این دو بخش، فرایندهای فارادیک و غیر فارادیک در سطح الکتروود، دارای پارامترهای الکتریکی قابل اندازه گیری می باشند که مقادیر آنها می تواند در شناخت مکانیسم واکنشهای الکتروشیمیایی و فرایندهای انتقال ماده - الکترون موثر بوده و پیش بینی های دقیقی از نحوه انجام واکنش در فصل مشترک ارایه نماید. در صورتی که اندازه گیری امپدانس در یک محدوده فرکانس و پتانسیل مطلوب انجام شود و نتایج بر روی نمودار رسم شوند، امکان ارتباط دادن نتایج به رفتار سیستم الکتروشیمیایی وجود داشته و پارامترهای سینتیکی مناسبی قابل استخراج خواهند بود. در این مقاله مفاهیم بنیادی در امپدانس الکتروشیمیایی، انواع نمودارها در سیستمهای مختلف، مدارهای معادل الکتریکی و شبیه سازی آنها و کاربرهای متنوع آن در سیستمهای مختلف الکتروشیمیایی مانند، خوردگی فلزات، فرایندهای الکتروکاتالیستی، فرایندهای نفوذی و سیستمهای ذخیره کننده انرژی مورد بررسی و تحلیل قرار خواهند گرفت.

مراجع

[1] J.R. Macdonald (Ed.), *Impedance Spectroscopy*, Wiley, New York, 1987.

[۲] J. Bisquert, A. Compte, *J. Electroanal. Chem* 499(2001)112.



سومین همایش
آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

رفع مشکلات و تصورات غلط دانش آموزان درباره‌ی محاسبه‌ی پتانسیل سلول گالوانی

زینب طلایی

دکتری شیمی معدنی، ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

talaeiz@yahoo.com

چکیده

مطالعه‌ی الکتروشیمی شامل درک انتقال کیفی و کمی الکترون‌ها بین گونه‌های مختلف شیمیایی می‌باشد. دانش‌آموزان باید از ابتدا متوجه شوند که این انتقال فقط نوع خاصی از واکنش شیمیایی است که مطابق تمامی اصولی است که برای سایر واکنش‌های شیمیایی اعمال می‌شود. الکتروشیمیایی موضوع پیچیده‌ای است که اهمیت زیادی در بسیاری از کاربردها دارد، از جمله توسعه‌ی باتری تا علوم مغز و اعصاب. بسیاری از دانش‌آموزان نه در درک مفاهیم، بلکه در پاسخ دادن به سوالات الکتروشیمی کاربردی دچار مشکل می‌شوند. سوء تفاهمات دانش‌آموزان و "اشتباهات" در پاسخگویی به سوالات الکتروشیمی خودرانشان می‌دهند و بسیار زیاد و متفاوت می‌باشند. این مقاله به جای طرح اشتباهات رایج دانش‌آموزان، پیشنهاداتی ارائه می‌دهد و بر موضوعاتی تأکید دارد که درک دانش‌آموزان را برای کمک به آموزش، آسان‌تر کند.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

برای مشاهده یا اندازه گیری انتقال الکترون ها بین گونه های شیمیایی، دانش آموزان باید از شناساگر (مواد رنگی) یا پروب (الکتروود) استفاده کنند. مقدار انتقال، مانند همه ی واکنش های شیمیایی، بستگی به مقادیر گونه های موجود دارد. متاسفانه، سیستم های واقعی ساده نیستند و به سرعت منجر به ایجاد شیب غلظت گونه ها می شوند که با ادامه ی واکنش تغییر می کنند. بنابراین، اغلب اندازه گیری ها با پیش بینی های نظری ساده انجام نمی شود، یا دانش آموزان باید آن ها را در تعادل یا در شرایط بسیار دور از تعادل - اساسا قبل از انجام هر گونه واکنش به دست آورند. از آن جا که دوره های مقدماتی معمولاً این مسئله را عنوان نمی کند، داده های دانش آموزان در آزمایش های ساده به ندرت با مقادیر ذکر شده در جداول اطلاعات هم خوانی دارند. دانش آموزان معمولاً واکنش های همگن حاوی انتقال الکترون را به عنوان واکنش های "ردوکس" می آموزند. در حالی که در مورد این نوع واکنش ها در این جا بحث نخواهد شد، آن ها واقعا در مفهوم متفاوت نیستند و دانش آموزان باید بدانند که آن ها بسیار به هم وابسته اند. این فرایندها به طور معمول در تعادل انجام می شوند.

سلول الکتروشیمیایی

اولین چالش برای دانش آموزان این است که مفهوم ساخت یک سلول الکتروشیمیایی را درک کنند. سلول های رایج در شیمی مقدماتی شامل دو الکتروود جامد هستند که در یک یا چند محلول شیمیایی غوطه ور شده اند. سلول یک راه برای جداسازی جزیی دو جزء یک سیستم واکنش اکسایش کاهش است. سلول هادو نوع می



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

باشند: گالوانی (گاهی اوقات به عنوان "ولتائیک" نامیده می شود) یا الکترولیتی. دومی شبیه اولی است اما الکتروسیسته به وسیله یک منبع خارجی ولتاژ تامین می شود. بنابراین یک نوع سلول (گالوانی) می تواند نیروی محرکه ی دیگری (الکترولیتیک) باشد. سلول گالوانی، با ملاحظات ساختاری خاص، اساس یک باتری الکتریکی است.

سلول های گالوانی

به دلیل نیاز به اندازه گیری در شرایط ایده آل، دانش آموزان باید محلول های سلول های گالوانی را در محفظه های جدا شده به وسیله ی برخی از انواع غشاء یا یون های حاوی "پل نمکی" قرار دهند، که به جریان الکترون ها اجازه ی عبور می دهد اما از مخلوط شدن محلول ها جلوگیری می کند. فقط پس از آن غلظت محلول و گونه های اطراف هر الکتروود تقریباً ثابت باقی می ماند. به صورت قراردادی، وقتی الکترون ها از یک الکتروود جامد به یک محلول حاوی یون هایی یکسان با عنصر پروب الکتروود (شرایط معمولی اما نه ضروری) منتقل می شوند، این الکتروود (و محفظه، در صورت وجود که در آن قرار دارد) آند نامیده می شود. این اصطلاح به این واقعیت مربوط است که جامد الکترون ها را از دست می دهد، یعنی تحت فرآیندی به نام اکسایش تعریف می شود. برعکس، هنگامی که الکترون ها از یون های محلول به الکتروود های جامد منتقل می شوند، این الکتروود، کاتد و فرآیند مرتبط با آن کاهش نامیده می شود. برای دانشجویان مفید است بدانند که این اصطلاحات و جهت انتقال، عبارتند از زبان و



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

قراردادهایی که توسط دانشمندان پیشین ایجاد شده است و همه ی دانش آموزان و دانشمندان آینده باید این اصطلاحات را یاد بگیرند. مواد شیمیایی همواره کاردرست را انجام می دهند و مهم نیست که نام گذاری چه باشد. توجه داشته باشید که نمودارهای سلولی معمولاً غلظت گونه‌های مهم (یعنی واکنش دهنده یا محصول) را در محلول (معمولاً یون‌های آبی) مشخص می‌کنند. در تمامی متون استاندارد دی‌گرام‌های سلول‌های گالوانی نشان داده شده است. معمولاً اندازه گیری اصلی یک سلول گالوانی، اندازه‌گیری ولتاژ سلولی است که با اتصال یک ولت‌متر بین دو الکتروود (خارج از سلول) گرفته شده است. مقدار ولتاژ مهم است؛ خواندن ولت متر به سادگی جهت انتقال الکترون در سلول را تعیین می‌کند، +یا- برای این که اندازه گیری معنادار باشد، این فرآیند باید دو شرط داشته باشد: سلول / ولت‌متر باید یک مدار کامل باشد. این ممکن است به نظر آشکار باشد، اما بسیاری از دانش‌آموزان با این مسئله روبرو نشده‌اند و تنها یک "باتری و لامپ" در مدرسه‌ی ابتدایی دیده‌اند. جریان بسیار کمی باید از مدار سلول / ولت متر عبور کند. این برای بیشتر ولت‌مترهای مدرن که همه‌ی آن‌ها با مقاومت بالا کار می‌کنند، درست است. این بدان معنی است که سلول نباید الکترون‌ها را برای دریافت پاسخ مناسب منتقل کند. دانش آموزان می‌توانند درک کنند که در لحظه‌ای که بسیاری از الکترون‌ها منتقل می‌شوند، چیزی شروع به تغییر می‌کند. سرعت انتقال اولیه‌ی الکترون بسیار سریع است، بنابراین سرعت‌های واکنش در این جا عامل پیچیده‌ای نیستند.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

تا کنون نقش محلول را نادیده گرفته‌ایم. همان‌طور که در تمام واکنش‌های شیمیایی، غلظت واکنش دهنده‌ها و محصولات در تعیین موقعیت نسبت به وضعیت تعادل بسیار مهم است. در هر الکتروود جامد در سلول‌های گالوانی، عنصر غلظتی واحد (تا زمانی که جامد وجود دارد) دارد، درحالی‌که غلظت محلول‌ها برحسب مولاریته است. همانند هر واکنش دیگر، مسئله‌ی مهم برای دانش‌آموزان، شناسایی گونه‌های مناسب واکنش‌دهنده یا محصول در محلولی است که ممکن است پیچیده باشد. هنگامی که برای دانش‌آموزان محرز شد که سلول در شرایط "حالت استاندارد" است، سپس (و تنها پس از آن) می‌توانند اندازه‌گیری‌های "پتانسیل سلولی" یا ولتاژ را به طور مستقیم با آن‌هایی که در جداول مرجع برای واکنش مورد مطالعه ذکر شده است مقایسه کنند.

مدل نیم سلول

برای راحتی کار، شیمی‌دانان این مفهوم را توسعه دادند که می‌توان به صورت تئوری بخش آند و کاتدی سلول را جدا کرد (در عمل غیرممکن است زیرا مدار کامل وجود ندارد). با استفاده از این فرض، تنها می‌توان واکنش اکسایش یا کاهش را در نظر گرفت. شرایط استاندارد که در بالا ذکر شد را به عنوان "پتانسیل الکتروود استاندارد" بیان می‌کنند. بنابراین مفهوم مقدار "پتانسیل الکتروود" متولد شد. حتی پس از آن، مانند تمام ترمودینامیک، شیمی‌دان‌ها نمی‌توانند به راحتی مقادیر مطلق را تعیین کنند. تمام مقادیر پتانسیل الکتروود استاندارد نسبت به "الکتروود استاندارد هیدروژن (SHE)"، که با پتانسیل ۰,۰۰۰ ولت تعریف شده است، ایجاد



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

شده‌اند. دانش آموزان باید برای جزئیات در مورد ساخت الکتروستاندرد هیدروژن به منابع مراجعه کنند. برای دانش آموزان ضروری است که درک کنند که مقادیر داده شده فقط برای نیم واکنش بیان شده در جدول درست است و فقط در شرایط حالت استاندارد. برای مقایسه‌ی راحت‌تر، جدول تمام مقادیر را به صورت واکنش کاهش (یعنی در کاتد اتفاق می‌افتد) بیان می‌کند. به همین دلیل پتانسیل ممکن است مثبت یا منفی باشد. علامت منفی بدان معنی است که در حالت تعادل زمانی که واکنش دهنده‌ها و محصولات در شرایط استاندارد خود باشند واکنش به صورت خود به خودی از سمت چپ به راست انجام می‌شود. علامت مثبت به این معنی است که واکنش فقط در شرایط حالت استاندارد به صورت خود به خودی از راست به چپ ادامه می‌یابد. دانش آموزان با این مفاهیم دشواری دارند. در سایر زمینه‌های شیمی، بیشتر آن‌ها با سیستم تعادل (یا نزدیک به تعادل) برخورد می‌کنند. مقادیر پتانسیل‌های الکتروستاندرد، برای سیستم‌های واکنش‌هایی اغلب بسیار دور از حالت تعادل می‌باشند و این واقعیت که هر دوی واکنش دهنده‌ها و محصولات در حالت استاندارد خود هستند یک وضعیت بسیار مصنوعی است و موجب سردرگمی دانش آموزانی شده است که در مورد شرایط واقعی آموخته‌اند.

محاسبه‌ی پتانسیل‌های سلول با کمک پتانسیل‌های نیم سلول



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

دانش آموزان باید ابتدا واکنشی را که با آن برخورد می کنند را مشخص کرده و آن را بنویسند، سپس آن را به دو نیم واکنش اکسایش (از دست دادن الکترون) و کاهش (افزایش الکترون) تقسیم کنند. این یک مفهوم بسیار گیج کننده برای دانش آموزان است. پتانسیل های الکتروود (به این دلیل که آنها مربوط به حالت استاندارد هستند) در واحدهای "مول" بیان شده است. یک راه برای تصویر کردن این موضوع این است که آن ها نشان دهنده ی پتانسیل نسبی برای ۱ مول از الکترون ها است که باید منتقل شوند. بنابراین، آن ها خواص ذاتی هستند. به همین دلیل، تا آنجا که به انتقال الکترون مربوط می شود نیازی به موازنه ی استوکیومتری نیم واکنش ها نیست. آن چه تمام دانش آموزان باید انجام دهند این است که به درستی مسیر هر واکنش نیم سلولی را مشخص کنند، چرا که هر دو نمی توانند به صورت کاهش بیان شوند. دانش آموزان باید یک واکنش را معکوس کنند و آن را به عنوان واکنش اکسایش بیان کنند. این علامت را عوض می کند، بنابراین پتانسیل سلولی به سادگی مجموع جبری دو پتانسیل نیم سلولی است. در عمل، اغلب بهتر است این روش را معکوس کرد:

الف) یکی از دو واکنش را معکوس کرده و بنابراین علامت ولتاژ استاندارد نیز معکوس می شود. دو واکنش و دو ولتاژ را با یکدیگر جمع کنید.

ب) اگر ولتاژ حاصل علامت مثبت داشته باشد، شما واکنش درست را معکوس کرده اید - واکنش کلی از چپ به راست همان طور که نوشته شده است به صورت خود به خود ی صورت می گیرد.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

ج) اگر ولتاژ حاصل منفی باشد، شما واکنش اشتباه را عوض کرده اید و واکنش به صورت نوشته شده به صورت خود به خود از راست به چپ به جای چپ به راست انجام می شود. واکنش مناسب و علامت ولتاژ را برای ارائه ی نتیجه مناسب به عقب برگردانید.

سومین همایش

مراجع:

[1] <https://apcentral.collegeboard.org/courses/ap-chemistry/classroom-resources/addressing-students-difficulties-misconceptions-about-electrochemistry?course=ap-chemistry>, George Miller, University of California Irvine, California

[2] <http://danesh.roshtd.ir/mavara/mavara-index.php?page=%d8%a7%d9%84%da%a9%d8%aa%d8%b1%d9%88%d8%b4%db%8c%d9%85%db%8c&SSOReturnPage=Check&Rand=0>

[۳] شیمی فرایندهای شیمیایی دوره ی پیش دانشگاهی، علوم تجربی و علوم ریاضی، دفتر تألیف کتاب های درسی عمومی و متوسطه نظری، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران تهران، ۱۳۹۵

آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

محیط زیست و اقتصاد پایدار با بیوالکتروشیمی سبز

احمد هادی پور، بهرام عظیمی کردکندی، مهدی اکبرپور

احمد هادی پور، ایران، میانه، دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی؛ ahmadhadipour73@gmail.com

بهرام عظیمی کردکندی، ایران، شهرستان بستان آباد، دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی؛ bahram.azimi71@gmail.com

مهدی اکبرپور، ایران، هشتگرد، آموزش و پرورش؛ mehdiak1993@gmail.com

چکیده:

بیشتر انرژی های رایجمان را از طریق سوخت های فسیلی تجدید ناپذیر بدست می آوریم. استفاده از این سوخت ها باعث آزاد کردن انواع آلاینده ها می شود و گاز کربن دی اکسید به عنوان یک گاز گلخانه ای را که باعث گرمای جهانی می شود را تولید می کند. عوامل زیست محیطی و اقتصادی مربوط به انرژی، تحقیقات را به سمت شیمی سبز برای کسب منابع انرژی پاک هدایت می کند (۱). تحقیق در زمینه سلول های سوختی بیوالکتروشیمیایی یکی از این زمینه ها می باشد. بیوالکتروشیمی شامل سلولی الکتروشیمیایی است که در فرآیند های اکسایش - کاهش الکتروود های آن از میکرواورگانیزم هایی مانند انزیم یا باکتری در جهت تجزیه مواد آلی برای نیل به اهداف زیست محیطی و اقتصادی بهره گیری می شود. در این مقاله ابتدا اصول شیمی سبز ارائه گردیده است و کاربرد های مهم الکتروشیمی در جهت شیمی سبز بیان گردیده، سپس با مروری بر سلول های بیوالکتروشیمیایی، کاربردهای این سلول ها در زمینه های کشاورزی، تصفیه فاضلاب های شهری، رفع آلودگی هوا، بیوسنسور های پزشکی و تولید سوخت های زیستی مورد بررسی قرار گرفته است. سلول بیوالکتروشیمی اساسی در این مقاله، سلول سوختی میکروبی (Microbial Fuel Cell) یا به اختصار MFC می باشد و در هر زمینه، با شکل های متفاوت ایفای نقش می کند.

کلمات کلیدی:

بیوالکتروشیمی سبز، محیط زیست و اقتصاد پایدار، سلول های سوختی میکروبی



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

مقدمه:

بیشتر انرژی های رایجمان را از طریق سوخت های فسیلی تجدید ناپذیر بدست می آوریم. استفاده از این سوخت ها باعث آزاد شدن انواع آلاینده ها می شود و گاز کربن دی اکسید به عنوان یک گاز گلخانه ای را که باعث گرمای جهانی می شود را تولید می کند. عوامل زیست محیطی و اقتصادی مربوط به انرژی ، تحقیقات را به سمت شیمی سبز برای تولید انرژی های پاک و تجدیدپذیر هدایت می کند.^۱ پایه اقتصادی کشورهای صنعتی توسعه یافته، انواع محصولات طراحی شده توسط شیمی است. تلاش برای محافظت از سلامت انسان و محیط زیست و نیز ترویج استفاده از منابع تجدیدپذیر ، می طلبد که از مزایای سبز بهره جوییم.^۲

اصول شیمی سبز:^۳

۱. پیشگیری از تولید فرآورده های بیهوده
۲. افزایش بهره وری اتمی
۳. ساخت ترکیبات شیمیایی کم خطر
۴. طراحی مواد و فرآورده های شیمیایی سالم تر
۵. به حداقل رساندن استفاده از حلال ها و مواد کمکی
۶. تشخیص هزینه های انرژی و به حداقل رساندن آن ها
۷. استفاده از مواد خام برگشت پذیر
۸. حذف مواد غیر ضروری
۹. استفاده از کاتالیزگر
۱۰. طراحی فرآورده های زیست تخریب پذیر



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

۱۱. تعیین زمان واقعی واکنش

۱۲. به حداقل رساندن رویداد های ناگوار

از جمله کاربرد های مهم الکتروشیمی عبارتند از :^۲

- سلول های سوختی با هیدروژن تولید شده توسط الکترولیز آب با استفاده از انرژی های تجدید پذیر
- خودرو های هیبریدی آینده
- تولید الکتروشیمیایی آدیپونیتریل
- تولید اوزون الکتروشیمیایی به عنوان ضد عفونی کننده
- روش الکتروشیمیایی در مدیریت زباله ها با استفاده از عناصر الکتروشیمیایی پیشرفته
- تولید محصول پتالید و بوتل بنزالدئید
- الکترولیز تیانتین ($C_{12}H_8S_2$) در حضور کتون
- الکترولیز نمک های بیسولفید
- سنتز کاربامات های آلی با سوپر اکسید و CO_2
- سنتز متانول در CO_2 فوق بحرانی با کاهش الکتروشیمیایی CO_2 به طور مستقیم
- سنتز الکتروشیمیایی اسید لیستیک اسید و لسیستین در یک مرحله با استفاده از لسیستین
- تولید ترکیب الکتروشیمیایی از پارامتوکسی بنزالدهید از پارامتوکسی تولوئن با آلودگی کمتر و اقتصاد اتمی بالا (۱۰۰٪)
- فرایند سبز برای تهیه الکتروود در باتری های سربی
- استفاده از بیوسنسورهای الکتروشیمیایی DNA برای تشخیص توالی نوکلئوتیدی بجای استفاده از مواد رادیواکتیو
- استفاده از آشکارسازهای الکتروشیمیایی و آشکارسازهای زیست محیطی برای تجزیه و تحلیل محیطی (تشخیص آلودگی آلی، آفت کش ها، فنل ها، فلزات سنگین و سایر آلودگی ها)
- اکسیداسیون زباله های آلی، تولید آلومینیوم، درمان الکتروشیمیایی از زباله های رادیواکتیو

تاریخچه ی سلول های بیو الکتروشیمیایی^۴



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

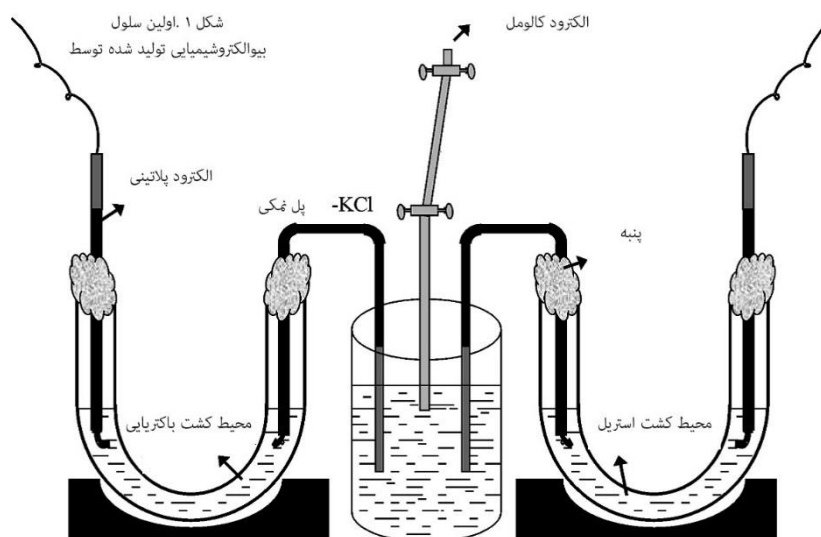
دانشگاه تربیت مدرس | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

مفهوم "سلول های سوختی بیو الکتروشیمیایی" در اوایل دهه ۱۹۶۰، زمانی که توسط ناسا مورد استفاده قرار گرفت، بسیار محبوب بود. ناسا علاقه داشت تا برای مدیریت زباله های انسانی تولید شده در طول پرواز های طولانی مدت فضاپیما، از سلول های بیوالکتروشیمیایی برای تولید برق استفاده کند. بنابراین، جلبک ها و باکتری ها در میان اولین میکرواورگانیزم های مورد استفاده در این مرحله از آزمایشات در سلول های سوختی بیو الکتروشیمیایی بودند.

اولین آزمایشات در زمینه سلول های سوختی بیو الکتروشیمیایی در سال ۱۹۱۱ انجام شد. پوتر^۱* اولین کسی بود که بین پتانسیل الکتروود و فعالیت میکروبی ارتباط برقرار کرد. پوتر اختلاف پتانسیل بین دو الکتروود را اندازه گیری کرد، که یکی از آنها به سلول کشت باکتری وارد شد و دیگری به یک محیط کشت استریل. به همین ترتیب، در سال ۱۹۳۱، کوهن^۲* به بررسی پتانسیل سلول های استریل و باکتریای پرداخت. نیم سلول سمت چپ حاوی گلوکز با محیط رشد باکتریایی (به عنوان میکرو اورگانیزم) است؛ در حالی که نیم سلول سمت راست حاوی گلوکز با محیط استریل است. هر دو نیم سلول مجهز به پل نمکی پتاسیم کلریدند. (شکل ۱)



۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018



شکل ۱. اولین سلول بیوالکتروشیمیایی تولید شده توسط کوهن. فقط در سلول سمت چپ الکتریسته تولید شد.

: *۱ potter : *۲ kohen

سیستم بیوالکترو شیمیایی^۵

سیستم بیوالکترو شیمیایی (BES)^{*۱} در سال های اخیر به عنوان یک فن آوری در حال ظهور برای بهره وری کارآمد انرژی از فاضلاب های شهری، نمک زدایی، دفع زباله، تولید انرژی پایدار و تولید مواد شیمیایی با ارزش افزوده شده است. در اصل، BES از متابولیسم میکروبی در الکتروود، برای تولید برق استفاده می کند. BES بر اساس اهداف کاربرد آنها می توانند به صورت زیر دسته بندی شوند: سلول های سوختی میکروبی (MFC)^{*۲}، سلول های الکترولیز میکروبی (MEC)^{*۳}، سلول های نمکزدای میکروبی (MDC)^{*۴} و غیره. BES علاوه بر



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

بازیافت زباله ها می تواند برای بهره‌وری انرژی و افزایش ارزش افزوده محصولات تولیدی مورد استفاده قرار گیرد.

پرمصرفترین و بهترین BES، MFC ها هستند.

سلول های سوختی میکروبی (MFC)

MFC به عنوان فن آوری جدیدی در زمینه بیوتکنولوژی و بیوالکتروشیمی ، همیشه برای رسیدن به محیط زیست ایمن نوآوری هایی داشته است ، از جمله تبدیل آلاینده ها، تولید مواد زیستی قابل تجزیه، توسعه فرایندهای تولید و دفع زباله ها و^۶

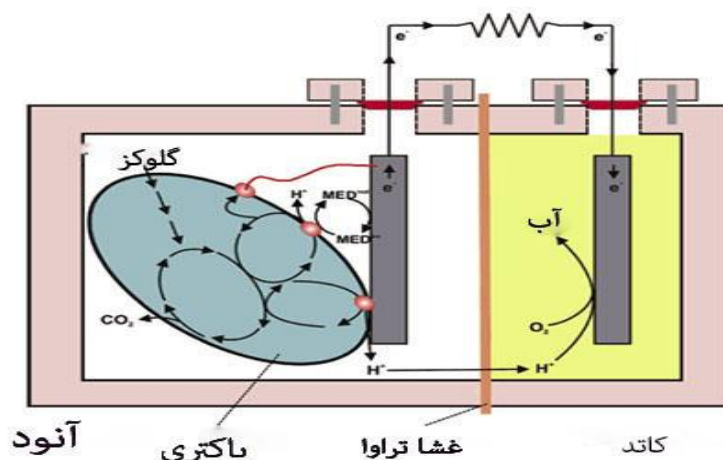
این سلول یک سلول گالوانی بوده و دارای دو نیم سلول مجزای آند و کاتد است که توسط یک غشا نفوذپذیر به کاتیون از یکدیگر جدا شده اند و این اجازه را به هیدروژن می دهد تا از آند به سمت کاتد برود. معمولاً آند از جنس گرافیت و کاتد معمولاً از گرافیت با افزودن پلاتین به عنوان کاتالیزور ساخته شده است. الکترون ها از طریق یک هادی جریان الکتریکی خارجی عبور می کنند و کارهای مفیدی برای رسیدن به کاتد انجام می دهند. در سلول سوختی میکروبی ، موآلی توسط میکرواورگانیزم های مستقر در الکتروآند ، در یک محیط بی هوازی اکسایش می یابند. محصولات آند کربن دی اکسید و الکترون و پروتون می باشد. الکترون از طریق مدار خارجی به سمت کاتد حرکت می کند. کاتیون (پروتون) تولید شده نیز با عبور از غشا نفوذ پذیر به کاتیون، به سمت کاتد حرکت کرده و با تولید آب کاهش می یابد (شکل ۲).



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی



تصویر شماره ۲ : سلول سوختی میکروبی (MFC)

- *۱: Bioelectrochemical system
- *۲: microbial fuel cell
- *۳: microbial electrolysis cell
- *۴: microbial desalination cell

انواع سلول های سوختی میکروبی (MFC)

بیوسلول ها بر اساس نحوه فعالیت بیوکاتالیست هایشان دو دسته اند: ^۸

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

۱- بیوسلول‌هایی که میکرواورگانیزم‌ها (باکتری یا آنزیم) به طور مستقیم در یک سلول سوختی عمل

اکسایش و تولید جریان الکتریسیته را بر عهده دارند. این سلول بیشتر متداول است. از این دست سلول

های مستقیم مورد بررسی در این مقاله عبارتند از:

الف) سلول‌های میکروبی در جهت تصفیه فاضلاب‌های شهری از ترکیبات مضر مانند نیترات‌ها و تولید الکتریسیته

ب) سلول‌های میکروبی در جهت اکسایش ترکیبات فورانی و فنولی تولید شده در طی واکنش‌های تولید سوخت‌های زیستی از مواد زیستی (بیومس)، جهت حفظ محیط زیست، تولید الکتریسیته و نیز تولید هیدروژن مورد نیاز برای هیدروژناسیون سوخت زیستی تولید شده.

پ) سلول‌های میکروبی در جهت استفاده در مزارع تولید برنج برای تولید الکتریسیته و اکسایش گاز متان تولید شده در این مزارع به عنوان یک گاز گلخانه‌ای.

۲- بیوسلول‌های که بیوکاتالیست‌ها به صورت غیر مستقیم فعالیت دارند و کمتر مرسومند. در این نوع سلول

ها سوخت پایه برای سلول‌های سوختی، بوسیله یک تحول بیولوژیک کاتالیزوری یا فرآیند متابولیسم

تولید می‌شود. بیوسلول‌های مورد بررسی در این مقاله که از این نوع هستند عبارتند از:



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

الف) سلول بيو کاتد کوپل شده با فوتو آند (آند نوری)، که شامل یک کاتد باکتریایی کوپل شده در فوتوآند الکتروشیمیای بوده و در جهت تصفیه هوای آلوده و نیز تولید الکتریسته به کار می‌رود.

ب) سلول های آنزیمی که در جهت ساخت بیوسنسور های پزشکی استفاده می شود. در این نوع سلول ها به جای باکتری، از میکرواورگانیسمی به نام آنزیم برای تولید بیوسنسور هایی برای بیمارانی مانند بیماران انسولینی برای سنجش انسولین خون استفاده گردیده است.

MFC متشکل از دو الکتروود هوازی و بی هوازی می باشد. در همه انواع این سلول های میکروبی، میکرواورگانیسم موجود در الکتروود ها با ایجاد یک محیط بی هوازی، با اکسایش یا کاهش ماده آلی مورد استفاده در هر زمینه سروکار دارد، یعنی ما باید شرایطی ایجاد کنیم که میکرواورگانیسم های این سلول ها بتوانند مواد آلی بستر های مورد مطالعه را اکسید کنند یا احیا کنند. حال این بستر می چتواند فاضلاب باشد، هوای الوده محتوی مواد آلی باشد، مزرعه برنج با تولید متان باشد، رگ های خونی انسانی محتوی گلوکز باشد و غیره.

آموزش الکتروشیمی ایران

زمینه های کاربرد های MFC در صنعت و زندگی:
March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶

I. تصفیه فاضلاب های شهری

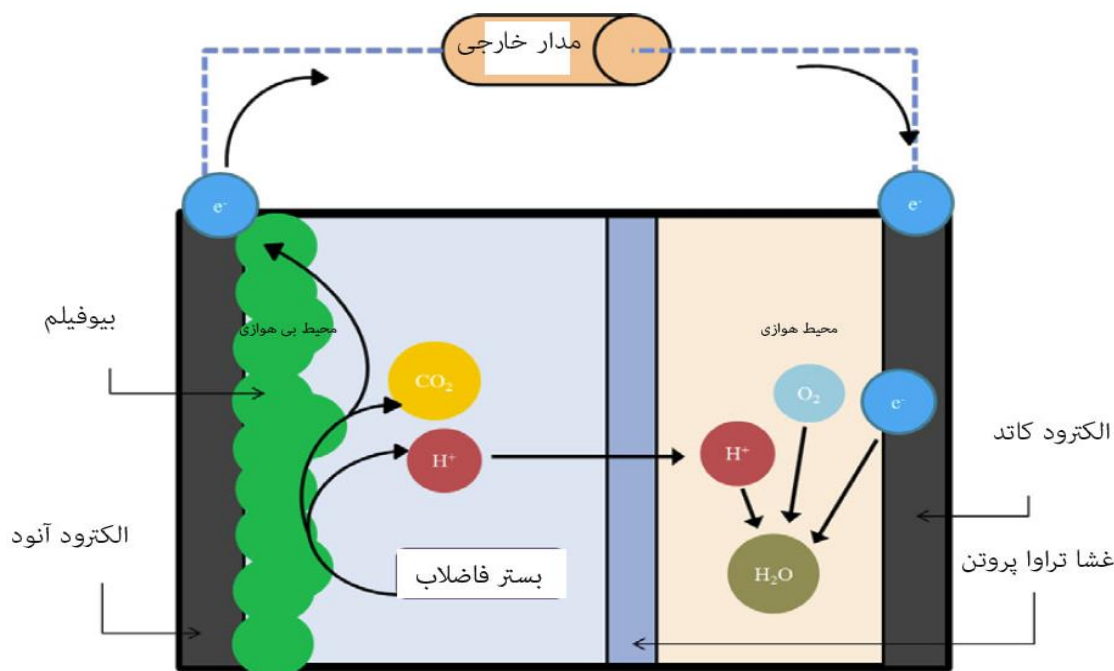


سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

- الکترودها توسط غشای نفوذ پذیر به پروتن از یکدیگر جدا شده اند و از طری یک مدار خارجی در ارتباط با یکدیگرند. آند از یک بیوفیلم ساخته شده است.^۹ در MFC و MEC، انواع خاصی از میکروارگانیسم ها (معمولا باکتری ها)، مواد آلی را که در فاضلاب یافت می شوند، در الکترودها آنود تحت شرایط بی هوازی (بدون اکسیژن) تجزیه می کنند. با تجزیه مواد آلی، الکترون، پروتن و کربن دی اکسید به محلول آزاد می شود. الکترون ها از طریق مدار خارجی به سمت کاتد می روند. پروتن نیز با عبور از غشا، به سمت کاتد حرکت می کند. در محیط هوازی کاتد، اکسیژن، پروتن و الکترون با یکدیگر مخلوط شده و آب تولید می کنند (شکل ۳)^{۱۰}





شکل ۳. شمای MFC در تصفیه فاضلاب ها

- در مناطقی که سیستم تسویه فاضلابی آنها به طریقه سیستم های سپتیک برقرار است ، مسئله رواناب نیتروژن، در مسائل مربوط به کیفیت آبهای محلی، مانند حوضچه ها، دریاچه ها و حوضه ها دارای اهمیت خاص است. غلظت بالای نیتروژن مرگ گیاهان را به همراه دارد. نیتروژن اجازه می دهد که باکتری ها و جلبک ها رشد کنند و آبهای سبز رنگی را به ارمغان بیاورد.

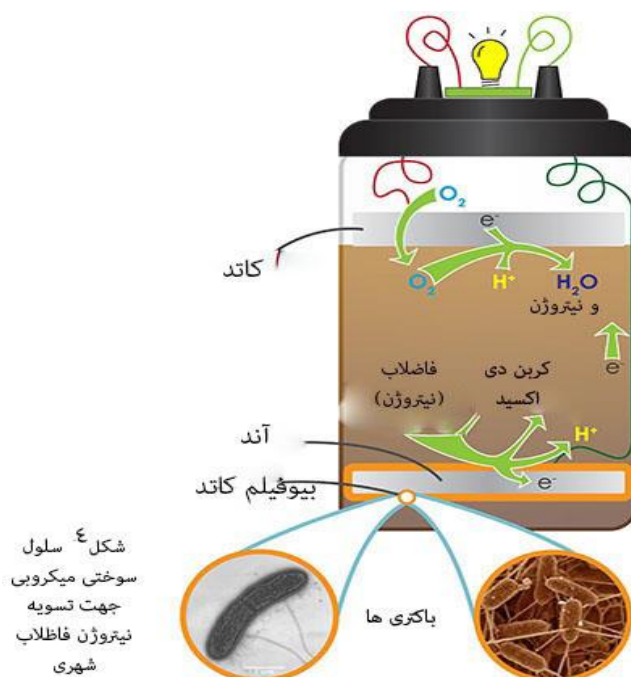
می توان از MFC برای تبدیل کربن دی اکسید و آمونیوم به نیتروژن مولکولی و آب استفاده کرد (شکل ۴)



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی



استفاده از این بیو سلول ، علاوه بر این که باعث حذف آمونیوم خطرناک برای محط زیست و جانداران دریایی می شود، می توان از انرژی الکتریسیته تولید شده در این فرآیند نیز برای مقاصد مختلف استفاده نمود.^{۱۱}

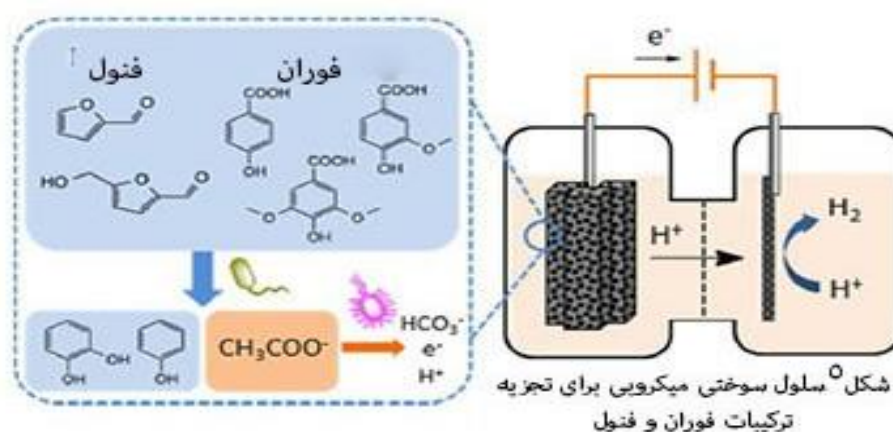
آموزش الکتروشیمی ایران

II. بهیمة سازی تولید سوخت زیستی از بیومس به کمک MFC

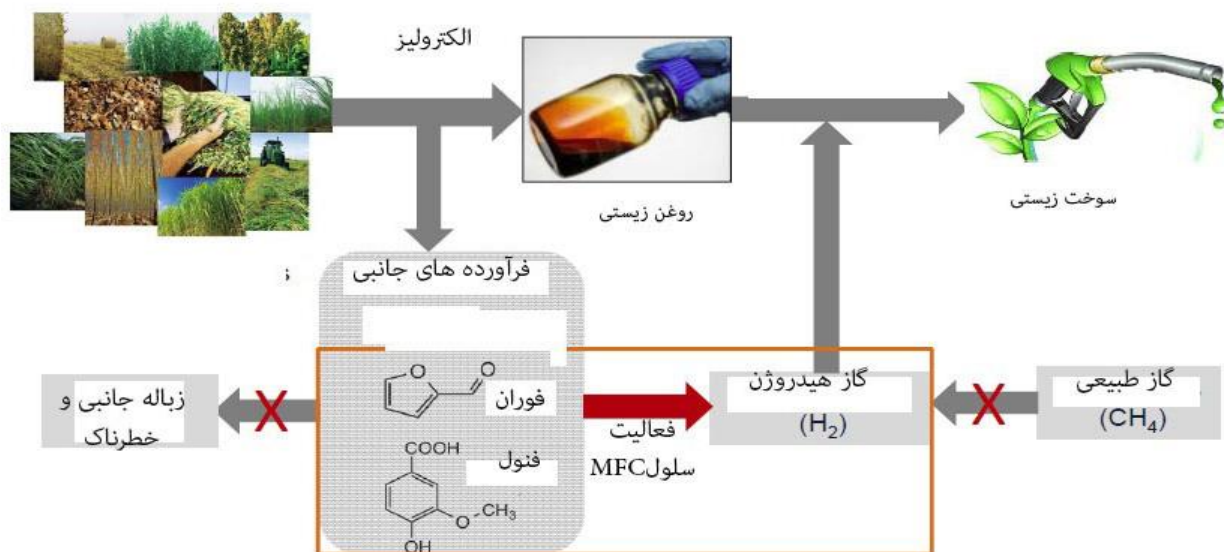
برای تولید سوخت های زیستی از زیست توده لیگنوسلولوزی استفاده می شود. فرآورده های جانبی فنولی و فورانی تولید شده در این واکنش در دسرسازند. این ترکیبات باعث خوردگی، بی ثباتی و سمیت جریان های

حاصل از زیست توده های می شود. علاوه بر این برای تبدیل روغن زیستی تولید شده به سوخت زیستی ، نیاز به تولید هیدروژن جهت هیدروژناسیون می باشد.

سلول سوختی میکروبی (MFC) ، فن آوری امیدوار کننده برای تبدیل ترکیبات فورانی و فنولی به H_2 تجدید پذیر است. این فرایند علاوه بر تجزیه مواد خطرناک، H_2 مورد نیاز برای هیدروژنه شدن روغن سوختی حاصل از زیست توده را فراهم می کند و دیگر نیازی نیست از گاز طبیعی به عنوان یک منبع تجدید ناپذیر ، برای تولید گاز هیدروژن استفاده شود (شکل ۵ و ۶) .^{۱۲}



March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



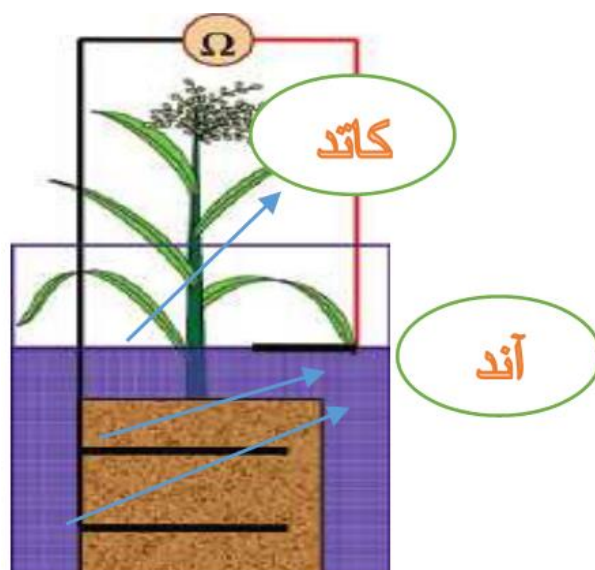
شکل ۶ مواد سمی و خطرناک تولید شده در تولید بیوسوخت، توسط بیوسلول اکسید شده و گاز هیدروژن تولید می شود. گاز هیدروژن را برای هیدروژناسیون روغن سوختی (برای تبدیل آن به سوخت زیستی) به کار می بریم.

III. استفاده از MFC در مزارع برنج برای تجزیه متان تولیدی^{۱۳}

- برنج با تبدیل کربن جذب شده از خاک به متان، ۷ الی ۲۰ درصد متان کل دنیا را تولید می کند و مقدار زیادی از انرژی گیاه تلف می شود.
- انرژی تلف شده گیاه برنج از طریق کار گزاری سلول سوختی رسوبی باکتریایی (SMFC)^{۱۴} در ریزوسفر (منطقه ریشه گیاه) برگردانده می شود.

SMFC شامل آند گرافیتی در زیر خاک و کاتد گرافیتی شناور روی آب می باشد. میکروب های موجود در خاک متان تولید شده توسط ریشه را در آند اکسید می کنند. بقیه فرآیند سلول SMFC همانند MFC

میباشد. ولتاژ ایجاد شده در این فرآیند حداکثر به 0.8 ولت می‌رسد (شکل ۷). آند محتوی باکتری های موجود در ریزوسفر، گاز متان تولید شده در این منطقه را کاهش داده و کربن دی اکسید، پروتن و الکترون تولید می‌کند. آند و کاند از طریق مدار خارجی در ارتباط با هم هستند.



شکل ۷. زیست سلول سوختی رسوبی (SMFC)

IV. رفع آلودگی هوا از طریق سلول نوری الکتروشیمیایی و MFC کوپل شده به آن

(Biocathode couple PhotoElectrochemical Cell :BPEC)



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

سلول الکتروشیمیایی دارای دو نوع الکتروود (فوتو آند و بئو کاتد) از انواع مختلف می باشد. جنس فوتو آند آن تیتانیم اکسید، TiO_2 می باشد و اساس کار آن برانگیختن الکترون های لایه ظرفیت تیتانیم اکسید با انرژی خورشید می باشد.

این سلول با استفاده همزمان از انرژی خورشیدی و زیستی، توانایی تولید برق و حذف آلاینده ها را دارند. بحران انرژی و آلودگی محیطی، دو مانع هستند که باید برای دستیابی به توسعه پایدار جامعه بشری در قرن بیست و یکم برداشته شود. انرژی خورشیدی و انرژی زیست محیطی سازگار با محیط زیست، تجدید پذیر و ناپایدار هستند؛ استفاده از انرژی خورشیدی و انرژی زیستی برای صرفه جویی در انرژی و احیاء آلاینده اخیرا توجه زیادی به خود جلب کرده است. سلول فوتوالکتریک شیمیایی (PEC) از دو جهت برای زیست محیطی مفید است:

الف) یکی تولید برق ب) تخریب ضایعات آلی با استفاده از انرژی خورشیدی

اجزای اصلی PEC شامل یک عکس فوآند (آند نوری) است که الکترون ها با تحریک نور خورشید تولید می شوند، الکتروود کاتد که در آن معمولا از اکسیژن به همراه کاتالیزور ها واکنش کاهش انجام می یابد. کاتالیزور های معمول کاتد مانند ذرات نجیب و نانولوله های انتقالی عمر کم و مقاومت پایین در برابر گرما دارند. بئو کاتدی (microbial fuel cells (MFCs) جایگزین جذابی برای کاتالیزورهای فلزی هستند و به شدت در سلول های سوختی میکروبی مورد مطالعه قرار می گیرند.



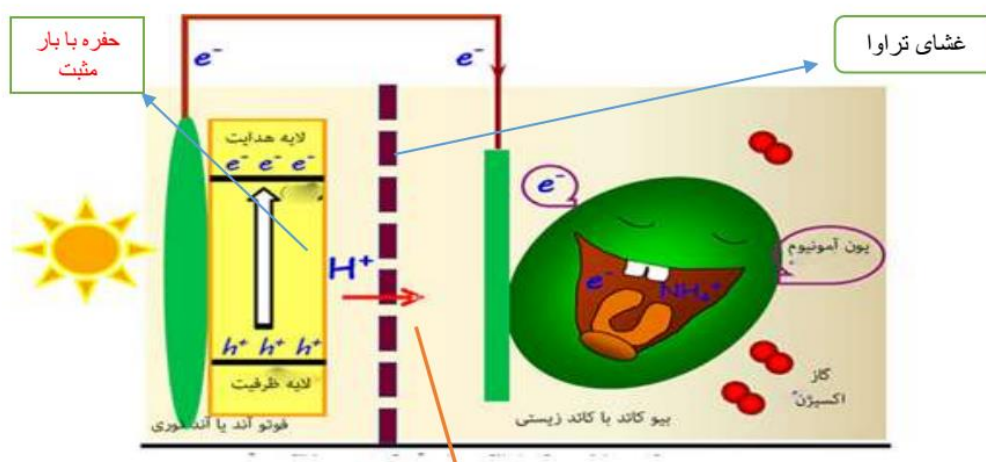
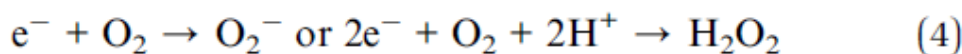
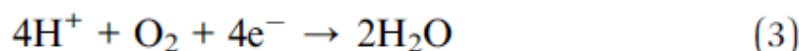
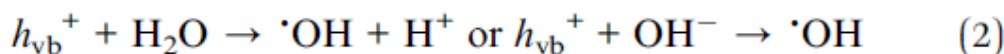
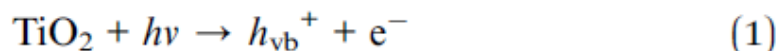
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

بیوکاتد بی‌هواری کاتدی است که میکرواورگانسم‌ها (باکتری‌ها) روی آن تجمع می‌کنند و عمل کاهش را تسهیل می‌کنند.

Bio PEC از پلاستیک ساخته شده و دارای پنجره ای کوآرتزی برای انتقال UV به آند می باشد. کاتد و آند توسط یک غشا نفوذ پذیر به کاتیون از یکدیگر جدا می شوند. بخش کاتد توسط فویل آلومینیوم پیچیده می شود تا از برخورد مستقیم UV محافظت شود. اصول کار Bio PEC تولید الکترون در فتوآند و انتقال آن به بیوکاتد می باشد. نور لامپ زنون تابیده شده باعث انتقال الکترون های لایه ظرفیت تیتانیم اکسید به لایه هدایت شده و در نتیجه الکترون هایی با بار منفی در لایه هدایت و حفره هایی با بار مثبت در لایه ظرفیت تولید می‌شوند، این حفره ها به نوبه خود در مجاورت آند آلودگی های مجاور آند را اکسید کرده و کربن دی اکسید تولید می‌کنند. الکترون ها از طریق یک مدار خارجی به کاتد می روند و در فرایند کاهش کاتیون های ارسال شده از آند به کار می‌روند.

از عوامل موثر در این سلول می توان به شدت نور، غلظت الکترولیت، توانایی ماده زمینه‌ای (مانند تیتانیم اکسید) برای ایجاد حفره و بستگی دارد. (شکل ۸).^{۱۴}



شکل ۸. محیط اطراف الکترود آند نوری، توسط هوای آلوده اشغال شده و این مواد آلاینده توسط حفره‌ی ایجاد شده بین لایه هدایت و ظرفیت اکسایش می‌یابد.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

V. استفاده از بیوسلول های آنزیمی در بیوسنسور های پزشکی

در دهه های اخیر علاقه به استفاده از بیوسلول ها و بیوسنسورهای مبتنی بر آنزیم افزایش یافته است، برای مثال در دستگاه های پزشکی قابل تنظیم در بیمارستان استفاده شده است. همچنین حسگرهای بیوسنسور برای نظارت بر تغییرات مواد فیزیولوژیکی مانند اندازه گیری گلوکز برای بیماران دیابتی و استفاده از بیوسلول ها برای تامین انرژی این بیوسنسورها پیشنهاد شده است.

شکل ۹ ، بیوسنسوری در داخل رگ را نمایش می دهد که از گلوکز و اکسیژن محلول در آند در واکنش اکسایش سود می برد. دلایل استفاده از این بیوسلول ، انعطاف پذیری ، سادگی و ارزانی آن است. همچنین آنزیم ها نیز در سنسورهای محیطی برای نظارت بر برخی از آلودگی های خاص ، ساخت لپتاب ، MP3 پلیر ها استفاده می شوند^{۸۰}.

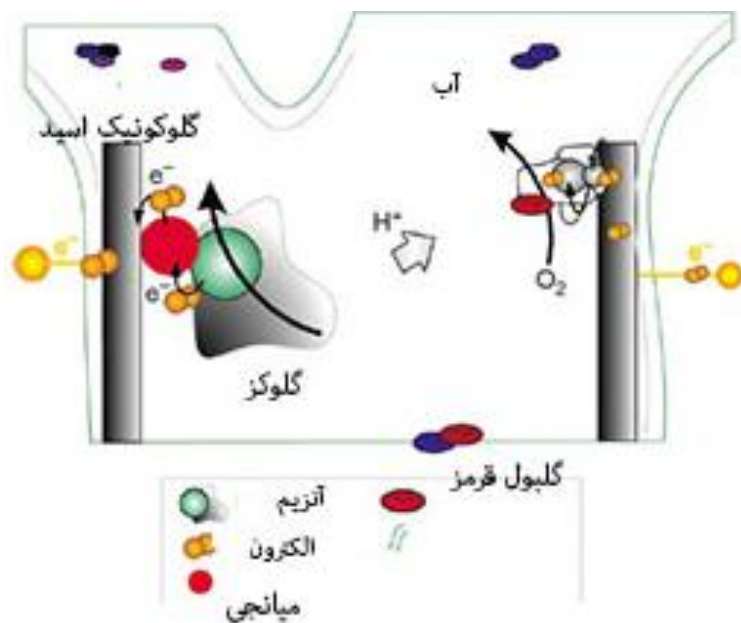
آموزش الکتروشیمی ایران

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018



شکل ۹. بیوسلول‌های آنزیمی در سنسور های بیماران قند خون

نتیجه گیری:

سلول سوختی میکروبی بیوالکتروشیمی به عنوان بخش کوچکی از الکتروشیمی، مورد بررسی قرار گرفت. توسعه این قسمت از شیمی و افزایش آگاهی های دانش پذیران علاقمند در این موضوعات ، با توجه به پتانسیل های کشور در بخش های تصفیه فاضلاب ، کشاورزی و پزشکی و کاهش آلودگی هوا می تواند افق های تازه ای در



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

صنعت کشور پیش روی محققان و فعالان صنعتی باشد و زمینه را برای بروز استعداد ها و ایده های جدید در این محور ها فراهم نماید.

منابع:

- 1- Kathryn E. Parent. (2003). " FUEL CELLS: ENERGY FROM GASES INSTEAD OF GASOLINE". **American Chemical Society**
- 2- Maroulis Apostolos, Hatziantoniou- Marouli Konstantina, Pouliopoulos Poulis2, and Hatzimpalasi Theodora "Green Chemistry. Education: electrochemistry sustainability and green electrochemistry". (2016) **Aristotle University of Thessaloniki**, Department of Chemistry.
- 3- <https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/what-is-green-chemistry/principles/12-principles-of-green-chemistry.html>
- 4- Herr Schmidt. "Bioelectrochemical Fuel Cells". DIETER SELL Frankfurt/Main, Germany.
- 5- Xiaojin Li, Ibrahim M. Abu-Reesh and Zhen He. (2015). "Development of Bioelectrochemical Systems to Promote Sustainable Agriculture ". **Open access**, ISSN 2077-0472.
- 6- Behzad Kanani. (2017). "Microbial Fuel Cell, New Technologies in the Field of Green Energy and Wastewater Treatment". **Open access**, ISSN: 2476-1400 Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran. *Anatomy physiology & biochemistry international journal*



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۳۹۶ اسفند ۱۵ و ۱۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

- 7-Dr. Jordi Mas Gordi. (2012). " MICROBIAL FUELL CELL PERFORMANCE: DESIGN, OPERATION AND BIOLOGICAL FACTORS ". **University Autonoma the Barcelona.**
- 8-Scott, Keith and Yu, Eileen Hao and Ghangrekar, Makarand Madhao and Erable, Benjamin and Duțeanu, Narcis Mihai. (2012)." Biological and microbial fuel cells. In: Comprehensive Renewable Energy". **Elsevier**, United States, pp. 277-300. ISBN 978-0-08-087872-0
- 9-Jon Chouler 1, 2 and Mirella Di Lorenzo.(2015). "Water Quality Monitoring in Developing Countries; Can Microbial Fuel Cells be the Answer?". **Open acces**. ISSN 2079-6374
- 10- Science for Environment Policy, FUTURE BRIEF:" Bioelectrochemical systems Wastewater treatment, bioenergy and valuable chemicals delivered by bacteria". (2013), **European commission**, Issue 5.
- 11- Ian De Lisle (ME), Austin Higgins (AE) Jason McKinney (RBE) , Kevin Ouellette (RBE), and Brendan Sullivan (ME).(2014)." Microbial Fuel Cells as a Solution to Nitrogen Pollution in Water". **Worcester polytechnic institute (WPI).**
- 12- Xiaofei Zeng, Abhijeet P Borole, and Spyros G. Pavlostathis. (2015). "Biotransformation of Furanic and Phenolic Compounds with Hydrogen Gas Production in a Microbial Electrolysis Cell".**acs publication**. DOI: 10.1021/acs.est.5b02313
- 13- Leen van den bossche, hai son dang, monica hofte, nico boon, korneel rabaey, willy verstraete. (2008)."Microbial Fuel Cells Generating Electricity from Rhizodeposits of Rice Plants". **Pub ACS**, Laboratory of Microbial Ecology and Technology (LabMET) and Laboratory of Phytopathology, Ghent University, CoupureLinks 653, B-9000 Ghent, Belgium, and The Advanced Water Management Centre, University of Queensland, St Lucia QLD 4072, Australia



لئومين همایش آموزش الكتروشيمة ايران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

14-Yue Du, Yujie Feng, Youpeng Qu, Jia Liu, Nanqi Ren, and Hong Liu.(2015). "Electricity Generation and Pollutant Degradation Using a Novel Biocathode Coupled Photoelectrochemical Cell". **Pub ACS** and **RSC**. State Key Laboratory of Urban Water Resource and Environment, Harbin Institute of Technology, No. 73 Huanghe Road, Harbin 150090, People's Republic of China.





سومین همایش
آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

طراحی آزمایش پیل سوختی با الکترودهای کربنی

مجتبی طیبی^۱، نجمه السادات هاشمی^۲

^۱دبیرشیمی (کارشناسی ارشد شیمی معدنی)، ایران، تهران، آموزش و پرورش شهرستانهای تهران؛

tayebimojtaba53@gmail.com

^۲فارغ التحصیل کارشناسی ارشد آموزش شیمی، ایران، تهران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی؛

nhashemi1940@gmail.com

چکیده:

با توجه به نقش مهم انجام آزمایش‌های عملی در ارتقای علمی دانش پژوهان و افزایش انگیزه در آنها از یک طرف و جایگاه ویژه پیل سوختی در مبحث انرژی‌های پاک در زندگی امروزه، در کار حاضر آزمایش ساده‌ای طراحی شده است تا نحوه ساخت پیل سوختی از محصولات و مواد در دسترس را آموزش دهیم. هدف از ارائه این آزمایش، آموزش و یادگیری تسهیل شده مبحث سل‌های گالوانیک و نحوه عملکرد سل خود به خودی و چگونگی تولید جریان الکتریسته طی واکنش الکتروشیمیایی در سل الکتروشیمی با کمک ساخت پیل سوختی ساده و ارزان توسط خود دانش پژوهان می‌باشد. در کار حاضر از الکترودهای کربن به عنوان آند و کاتد و از محلول سیر شده $MgSO_4$ به عنوان الکترولیت استفاده شده است. دانش آموزان قادر خواهند بود پیل‌های سوختی با ولتاژ تولیدی در محدوده ولتاژ ۱/۸۶ تا ۲/۳۲ ولت بسازند. پارامترهای مختلف مؤثر بر ولتاژ پیل- سوختی تهیه شده، مانند نوع الکترولیت، نوع الکترود آند و کاتد مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که مباحث مربوط به آموزش پیل‌های سوختی و همچنین تأثیر فناوری‌های نوین بر تولید بهینه این نوع سوخت‌ها به دلیل رو به اتمام بودن منابع سوخت‌های فسیلی و آلودگی‌های ناشی از این نوع سوخت‌ها، ضروری است.

کلمات کلیدی: پیل سوختی، سل گالوانی، آموزش، یادگیری فعال

۱- مقدمه

اگرچه پیل سوختی به تازگی به عنوان یکی از راه‌کارهای تولید انرژی الکتریکی مطرح شده است، ولی تاریخچه آن به قرن نوزدهم و کار دانشمند انگلیسی، ویلیام رابرت گرو بر می‌گردد. او اولین پیل سوختی را در سال ۱۸۳۹ با سرمشق گرفتن از واکنش الکترولیز آب طی واکنش معکوس و در حضور کاتالیز پلاتین ساخت [۱]. محققان همواره در تلاش بوده‌اند که با توسعه منابع انرژی پاک مانند پیل سوختی که می‌تواند جایگزین نفت شود باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شوند [۲ و ۳]. پیل سوختی، دستگاه الکتروشیمیایی است که اساس کار آن تبدیل انرژی حاصل از واکنش شیمیایی یک سوخت و اکسیژن به انرژی الکتریسیته می‌باشد [۴ و ۵]. سیستم پیل سوختی از مجموعه سلول‌های پیل سوختی به همراه سیستم جانبی آن، تشکیل شده است. کوچکترین واحد یک سیستم پیل سوختی یک تک سلول پیل سوختی است که از آنند و کاتد و الکترولیت تشکیل شده است. پیل سوختی یک دستگاه الکتروشیمیایی است که از شکست پیوند شیمیایی قادر به تولید مستقیم جریان الکتریکی است.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018



مباحث درس شیمی برای بسیاری از دانش‌آموزان دبیرستانی و همچنین دانشجویان در مقطع کارشناسی مشکل می‌باشد. الکتروشیمی اغلب موضوع بسیار دشواری برای آنان است [۶-۸]. معمولاً در محتوی کتب درسی ابتدا اصول واکنش‌های الکتروشیمیایی ذکر می‌گردد و در نهایت برای مثال چند نوع وسیله الکتروشیمیایی معرفی می‌شود. بهتر است ابتدا یک پیل سوختی به عنوان یک وسیله کارآمد الکتروشیمی به کمک خود دانش‌آموزان ساخته شود و سپس با کمک آن مبحث الکتروشیمی و اجزاء و انواع سل‌های الکتروشیمیایی، نوع واکنش‌ها و نحوه عملکرد و چگونگی بهبود عملکرد و خروجی مفید آنها تدریس گردد. در پیل سوختی انرژی پتانسیل شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود در حالی که خود الکترودهای سل الکتروشیمیایی در حین واکنش مصرف نمی‌شوند و پایدار هستند. پیل سوختی مادامی که به آن سوخت برسد از کار نمی‌افتد و به شارژ مجدد احتیاج ندارد و در آن انرژی به صورت الکتریسیته و گرما تولید خواهد شد. از لحاظ تئوری در مدت زمانی که سوخت و اکساینده برای الکترودها فراهم می‌شوند، توانایی تولید انرژی الکتریکی را دارد.

۲- بخش تجربی



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

۱-۲- وسایل و مواد مورد نیاز



- ۱- مولتی متر
- ۲- محلول سیر شده $MgSO_4$
- ۳- دو عدد مغز مداد
- ۴- دو عدد سرنگ 1 ml
- ۵- یک عدد لامپ LED
- ۶- یک عدد باتری ۹ ولت
- ۷- چسب تفنگی
- ۸- دو عدد سیم دو سر سوسماری

۲-۲- روش کار

مراحل آزمایش شماره ۱-الف مربوط به پیل سوختی در شکل (۱) نشان داده شده است.

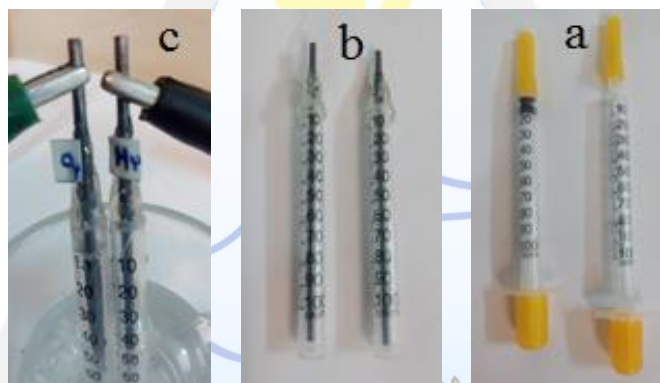
- ❖ مرحله a: ابتدا سر و ته هر دو سرنگ را جدا می کنیم.
- ❖ مرحله b: مغز مداد را درون سرنگ قرار داده به صورتی که مغز مداد حدود ۱ سانتی متر از سر سرنگ بیرون بماند، به کمک چسب حرارتی آنها را محکم می کنیم.
- ❖ مرحله c: داخل سرنگ ها را از محلول اشباع $MgSO_4$ پر کرده و با دقت داخل ظرفی که ۲/۳ آن از محلول اشباع $MgSO_4$ (الکتrolیت) پر شده قرار می دهیم.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

- ❖ مرحله d: با کمک گیره‌های دو سر سوسماری، الکترودها را به دو قطب باتری ۹ ولتی متصل می‌کنیم در این مرحله واکنش الکترولیز صورت می‌گیرد. پس از پایان واکنش الکترولیز، واکنش در جهت عکس یعنی واکنش پیل سوختی انجام می‌شود.
- ❖ مرحله e: به تدریج گاز H_2 ، O_2 در الکترودها جمع می‌شود، خیلی با دقت دو سر سیم‌های سوسماری را از باتری جدا کرده و به مولتی‌متر متصل می‌کنیم. عدد مشاهده شده ($V=2/32$) را ثبت می‌کنیم.
- ❖ مرحله f: با سرعت و دقت پیل سوختی طراحی شده را به لامپ LED متصل می‌کنیم. با روشن شدن لامپ، از نتیجه آزمایش خود لذت می‌بریم.

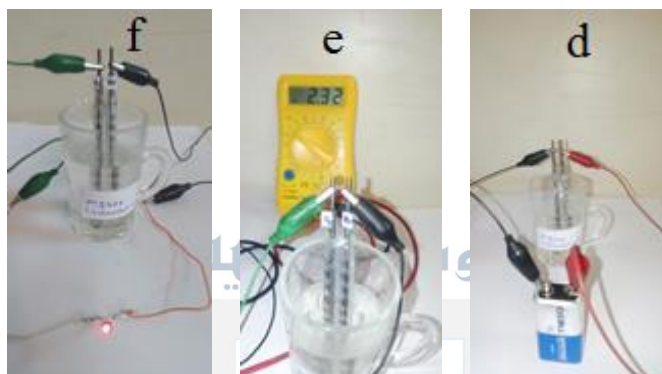


۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018



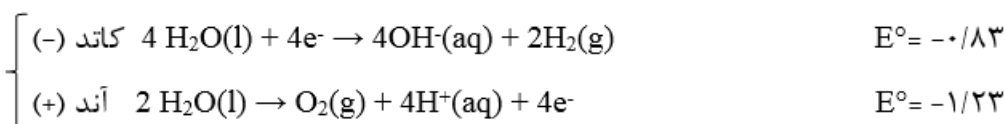
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018



شکل ۱ - مراحل آزمایش شماره ۱- الف پیل سوختی

واکنش‌هایی که در مرحله d، حین الکترولیز صورت می‌گیرد به صورت زیر است:



۳- نتایج و بحث

۱- علت آنکه حجم گاز O_2 درآند، نسبت به حجم گاز H_2 درکاتد از نسبت استوکیومتری آن، کمتر بدست می‌آید این است که اولاً: حلالیت گاز O_2 در آب نسبت به H_2 بسیار بیشتر است. ثانیاً: مقداری از گاز O_2 صرف اکسایش آند می‌شود.

۲- محلول اشباع الکترولیت (MgSO_4) نقش مستقیم در الکترولیز ندارد فقط رسانایی پیل را تأمین می‌کند.

۳- برای افزایش بازده پیل سوختی در آزمایش انجام شده رعایت نکات زیر ضروری است. اولاً: در مرحله الکترولیز اجازه دهیم تا گاز زیادی تولید شود (بیشتر از نصف حجم سرنگ در کاتد) تا اینکه محلول



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

نسبت به گاز O_2 اشباع شود. ثانیاً: هنگام جدا کردن گیره‌های سوسماری علاوه بر داشتن سرعت عمل، باید از تکان دادن الکترودها خودداری کرد. زیرا در لحظات ابتدایی انفصال گیره‌های سوسماری از باتری، مسیر برگشت در رابطه تعادلی برای هر دو واکنش آغاز می‌شود. طبیعی است که هر چه غلظت گاز روی کاتد و آند کاهش یابد، اختلاف ولتاژ نیز کم می‌شود. (در پیل سوختی برعکس الکترولیز، علامت کاتد (+) و آند (-) است).

۴- نتیجه‌گیری

با رشد روزافزون توجه به پیل‌های سوختی برای تولید انرژی پاک آینده، طراحی آزمایش کارآمد برای ساخت پیل سوختی متناسب با مقطع دبیرستان و همچنین دانشگاه جهت ترقیب دانش آموزان به عنوان نسل بعدی مهندسان و دانشمندان حائز اهمیت می‌باشد. با تجربه این آزمایش، دانش آموزان قادر خواهند بود مفاهیم و اصول اولیه الکتروشیمی را بهتر درک کنند و به یادگیری پایدار دست یابند و همچنین کج فهمی‌های قبلی خود را اصلاح نمایند. آنها با تهیه پیل سوختی که قادر به روشن کردن لامپ است، ترقیب خواهند شد که مطالعه عمیق‌تری در زمینه الکتروشیمی داشته باشند و در نتیجه، محتوی درس الکتروشیمی را با علاقه بیشتر پیگیری خواهند کرد. دانش آموزان می‌توانند پیل‌های سوختی دیگری با استفاده از الکترولیت‌های محلول اشباع $NaCl$ و $H_2SO_4(aq)$ و سرکه سفید با الکترودهای مغز مداد بسازند و نتایج بدست آمده را با نتایج آزمایش انجام شده در این تحقیق مقایسه کنند.

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018

۵- مراجع

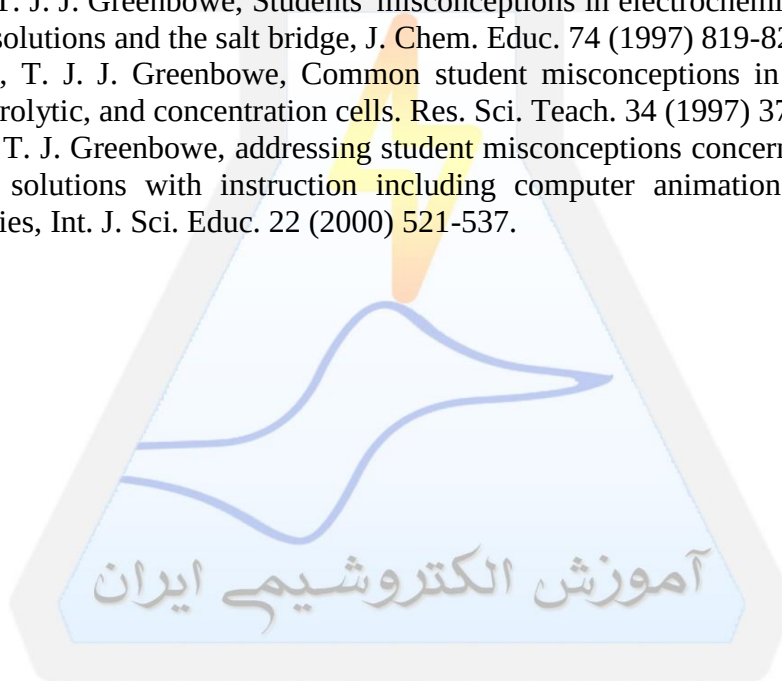
- [1] Liebehfsky and caims, fuel cell and fuel batteries a guide to their research and development 1968, John Wiley & Sons Inc.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018

- [2] Acuna, F, Muñoz, V, Fuel Cells, a Friendly Alternative Environment for the Generation of Power and Its Impact on Sustainable Development of Colombia in the 21st Century. Eng. Dev. 2001, 10, 94-104.
- [3] Sammells, A. F. Fuel Cell and Electrochemical Energy Storage. J. Chem. Educ. 1983, 60, 320-324.
- [4] O'Hayre, R.; Cha, S.; Colella, W.; Prinz, F. B. Fuel Cell Fundamentals; John Wiley & Sons: New York, 2006.
- [5] (a) Vijh, A. K. Electrochemical Principles Involved in a Fuel Cell. J. Chem. Educ. 1970, 47, 680-682. (b) Ramani, V. Fuel Cell. Electrochem. Soc. Interface 2006, 41-44.
- [6] M. J. Sanger, T. J. J. Greenbowe, Students' misconceptions in electrochemistry: Current flow in electrolyte solutions and the salt bridge, J. Chem. Educ. 74 (1997) 819-823.
- [7] M. J. Sanger, T. J. J. Greenbowe, Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic, and concentration cells. Res. Sci. Teach. 34 (1997) 377-398.
- [8] M. J. Sanger, T. J. Greenbowe, addressing student misconceptions concerning electron flow in electrolyte solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies, Int. J. Sci. Educ. 22 (2000) 521-537.



March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

طراحی برنامه درسی کارشناسی مهندسی الکتروشیمی

رسول عبدالله میرزایی، معصومه قلخانی، علی یوسفی

تهران - لویزان - دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی - دانشکده علوم پایه گروه شیمی

چکیده:

با توسعه علم و فناوری بحث انرژی، خوردگی، حفاظت از خوردگی و آبکاری در دنیای پیشرفته کنونی بسیار حائز اهمیت می باشند. متأسفانه در حیطه های ذکر شده تربیت نیروی کارشناسی خبره همگام با فرایند توسعه انجام نشده و رشته های کارشناسی کنونی در دانشگاه های ایران قادر به تربیت متخصصان واجد شرایط لازم برای فعالیت صنعتی در این زمینه ها نیستند و نیاز مبرم به ایجاد یک حوزه بین رشته ای تحت عنوان مهندسی الکتروشیمی بیش از پیش احساس می شود که بتواند فارغ التحصیلانی خبره در زمینه شیمی، مواد و مهندسی شیمی برای فعالیت موثر در حیطه های فوق الذکر تربیت نماید. مهندسی الکتروشیمی رشته ای است که مطالعه انتقال بار ناهمگن در حد فاصل الکتروده/الکترولیت را با توسعه مواد و فرایندهای کاربردی تلفیق می نماید. این رشته در ارتباط با فرایندهای مرتبط با جریان الکتریکی بالا جهت کاربردهای صنعتی و ذخیره سازی انرژی تعریف می شود و نباید با عبارت الکتروشیمی کاربردی که شامل باتری های کوچک، حسگرهای آمپرومتری، میکروالکترودها، وسایل حالت جامد، ولتامتری در الکترودهای دیسکی و غیره می شود، اشتباه گرفته شود. لذا دامنه فعالیت رشته مهندسی الکتروشیمی عمدتاً در سه حوزه انرژی، خوردگی و ترسیب الکتروشیمیایی تعریف می شود. بنابراین فارغ التحصیلان این رشته می توانند در حوزه های ذکر شده در جهت رفع نیازهای جامعه وارد محیط کار شوند. برنامه درسی این دوره در چهار سال طراحی شد که طی آن دانشجویان دروس عمومی، پایه، اصلی، تخصصی و اختیاری را در ۱۳۳ واحد می گذرانند. عناوین و سرفصل



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

دروس در طی این دوره مرتبط با مباحث مهندسی الکتروشیمی بوده تا توانمندی های لازم در فراگیران برای اشتغال ایجاد شود.

کلمات کلیدی: مهندسی الکتروشیمی، خوردگی، انرژی، آبکاری

سومین همایش



March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | 6-7 March 2018

طراحی فعالیت عملی در آموزش الکتروشیمی مبتنی بر پدیده ی فتوسنتز

سحر سادات مقصودی

دانشجوی کارشناسی / ارشد شیمی فیزیک، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
(saharmaghsoudi12@yahoo.com)

چکیده

در این مقاله ابتدا با یک نگاه الکتروشیمیایی به مراحل متفاوت فتوسنتز نگاه کرده سپس برای یادگیری عملی آنچه به صورت تئوری گفته شد ۲ مرحله آزمایش پیشنهاد خواهد شد. در این دو مرحله آزمایش به بررسی اثر طول موج های متفاوت نورهای رنگی بر مرحله ی وابسته به نور فتوسنتز و فرایندهای الکتروشیمیایی که در نهایت به وقوع می پیوندد تاکید خواهد شد. در انتهای این مقاله امید است با پیوند مطالب تئوری به فعالیت های عملی عمق یادگیری و قدرت تجزیه و تحلیل دانش آموزان بهبود یابد.

واژه های کلیدی: فتوسنتز، الکتروشیمی، واکنش وابسته به نور

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

۱- مقدمه

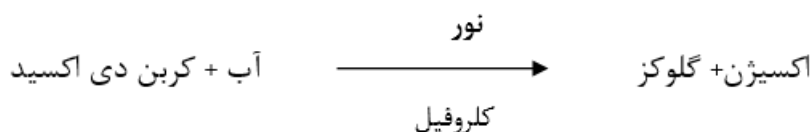
در این مقاله ی آموزشی سعی شده تا روشی نوین برای یاد گیری مباحث الکتروشیمیایی به گونه ای نامحسوس ارایه گردد. هدف این مقاله بررسی فرآیندهای الکتروشیمیایی درضمن یادگیری علوم دیگر نظیر زیست شناسی و همچنین درضمن انجام یک آزمایش برای دانش آموزان مقطع دبیرستان می باشد. به عبارت دیگر نویسنده برآن است تا دیوار میان علوم متفاوت را برداشته و یک مساله را به صورت همه جانبه بررسی نماید تا دانش آموز ابتدا قابلیت مشاهده ی دقیق فرآیندهای پیرامون را بدست آورده و در پی آن به توانایی ترکیب داده های متفاوت رسیده و با دیدگاهی همه جانبه به پدیده ها به صورت علمی نگریسته و به یک موضوع خاص از منظر های متفاوت نگاه کند و قدرت تحلیل پدیده ها را بدست آورد.

۲-مباحث تیوری پدیده ی فوتوسنتز

۲-۱) نگاه کلی:

فوتوسنتز فرایندی است که توسط گیاهان ، برخی از باکتری ها و آغازیان انجام می شود. در این فرآیند انرژی نور خورشید برای تولید گلوکز ازپیش ماده های کربن دی اکسید و آب استفاده می شود. گلوکز مولکولی است که می تواند به پیرووات تبدیل شود که آن هم به نوبه ی خود می تواند در طی فرآیند تنفس گیاهی آدنوزین تری فسفات یا (ATP) و اکسیژن را ایجاد کند.

فوتوسنتز را می توان در واکنش زیر خلاصه کرد: March 6,7 - 2018 / ۱۳۹۶

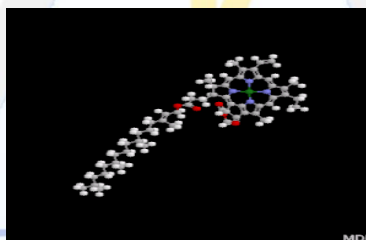




سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

تبدیل انرژی نورانی به انرژی شیمیایی با وجود رنگدانه‌ی سبز رنگی به نام کلروفیل امکان پذیر می شود. کلروفیل یک مولکول پیچیده است؛ انواع گوناگونی از کلروفیل در میان گیاهان و سایر فتوسنتز کنندگان موجود است. تمام اعضای فتوسنتز کننده در گیاهان حتما دارای مولکول کلروفیل نوع a هستند. سایر رنگدانه ها در یک گیاه آن دسته از طول موج هایی را که کلروفیل نوع a قادر به جذب آن نیست را جذب کرده و در اختیار گیاه قرار می دهند؛ که به آن مولکولها کلروفیل نوع b, c, d, e (که اغلب در خزه ها و جلبک ها و آغازیان دیده می شوند)، زانتوفیل و کاروتنوئید (مانند بتاکاروتن) گفته می شود. کلروفیل نوع a اکثرا انرژی امواج نورانی با رنگهای آبی بنفش و نارنجی متمایل به قرمز و مقدار کمی در طول موج های سبز، زرد و نارنجی را جذب می کند.



تصویر ۱: کلروفیل

آموزش الکتروشیمی ایران

تمامی انواع کلروفیل ها دارای:

- * یک دنباله ی هیدرو کربنی مایع قابل حل نظیر ($\text{C}_{20}\text{H}_{39}$) هستند
- * یک سرصاف آبگریز دارای یک یون منیزیم در مرکز خود هستند (کلروفیل های متفاوت دارای گروه عای جانبی ای در ناحیه سر خود می باشند). سر و دم کلروفیل ها از طریق یک پیوند استری به یکدیگر متصل اند.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

۲-۲ ساختار برگ

گیاهان تنها فتوسنتزکنندگان دارای برگ هستند اما این به آن مفهوم نیست که تمام گیاهان دارای برگ هستند. یک برگ را می توان به چشم یک دستگاه سلولی جهت به دام اندازی انرژی خورشید در نظر گرفت. آب و کربن دی اکسید به عنوان موادخام اولیه وارد سلول های برگ شده و محصولات فتوسنتز که قند و اکسیژن هستند برگ را ترک می کنند.

آب از ریشه به کمک ارگان هایی که به آنها آوندهای چوبی گفته می شود به برگ آورده می شود، از طرف دیگر گیاهان باید بتوانند اکسیژن را از هوا در یافت کرده و در مقابل تبخیر بیش از حد مقاومت کنند به همین منظور یک ساختار خاص در برگ به نام روزنه وجود دارد که میتواند به گاز های مورد نیاز و تولید شده درضمن فرایند فتوسنتز اجازه ی ورود و خروج بدهد. کربن دی اکسید نمیتواند مگر از طریق روزنه ها در سطح برگ از پوشش محافظت شده ی مومی (کوتیکول) سطح برگ عبور کند. روزنه از دو سلول لوبیایی شکل که قابلیت باز و بسته شدن است تشکیل شده . متأسفانه در گیاهان در ضمن عبور گازها از روزنه های باز گیاهان مقدار زیادی آب نیز به طریقه ی تبخیر از گیاه گرفته می شود برای مثال در درختان بزرگ چوبی در روز های بسیار گرم چیزی معادل ۱۰۰ گالن آب در یک ساعت از دست خواهد رفت.

آموزش الکتروشیمی ایران

۲-۳ ساختار کلروپلاست

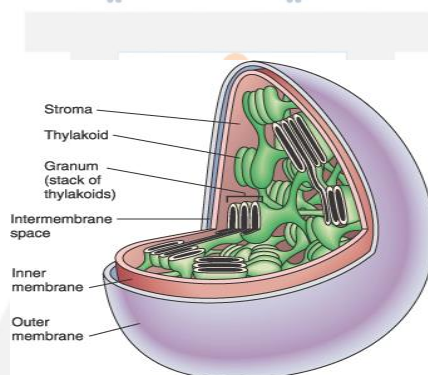
تیلاکوئید واحد ساختاری فتوسنتز است. تمامی انواع سلول های فتوسنتز کننده چه از نوع پروکاریوت ها و چه یوکاریوت ها دارای این کیسه چه یا ویزیكل مسطح هستند که حاوی مواد شیمیایی مرتبط با فتوسنتز است. تنها در سلول های یوکاریوت کلروپلاست دارای یک غشای پوششی مشخص است.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

کلرو پلاست مانند میتوکندری دارای ۲ غشا است با این تفاوت که درون آن گرانوم های دارای کلروفیل قرار دارد که دارای آن نیز فضای خالی ای وجود دارد که با احتساب این فضا کلروپلاست دارای ۳ غشا و ۳ فضا است، فضای اول میان دوغشای پوششی آن و فضای دوم فضای داخلی است که محل قرار گیری گرانوم ها است و فضای سوم فضای داخلی گرانوم ها می باشد.



تصویر ۲: ساختار

۲-۴) مراحل فتوسنتز

زمانی که کلروفیل a انرژی نورانی خورشید را جذب میکند، درواقع این یک الکترون است که انرژی گرفته و برانگیخته می شود. الکترون برانگیخته به یک مولکول دیگر به نام اولین دریافت کننده الکترون منتقل می شود، مولکول کلروفیل اکسید شده (کمبود الکترون) و دارای بار مثبت می شود. در نتیجه ی مثبت بودن بار مولکول کلروفیل a مولکول آب شکسته شده و انرژی ناشی از شکستن پیوند آب به مولکول ATP منتقل شده و منجر به احیا شدن مولکول نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات (NADP) می شود.

واکنش های شیمیایی فتوسنتز شامل ۲ دسته واکنش زیر هستند:



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

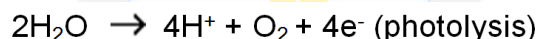
Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

* یک واکنش تراکمی از طریق شکسته شدن یک مولکول آب اضافه شدن یک گروه فسفات به یک ترکیب آلی است.

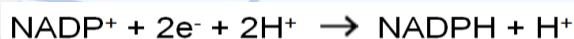
* واکنش اکسا-کاهشی (Redox) از طریق انتقال الکترون به عبارت دیگر فتوسنتز یک فرآیند دومارحله ای است. یک سری واکنش های وابسته به نور که در گرانا انجام می شوند و به نور مستقیم برای ایجاد مولکول های حامل انرژی نیاز دارند و دسته ی دیگری از واکنش ها که از مولکول های حامل انرژی تولید شده در مرحله ی اول استفاده می کنند.

* انرژی نورانی ای که در کلروفیل به دام می افتد تا به ATP (Photophosphorylation)

* در همین زمان آب به اکسیژن و هیدروژن و الکترون های آزاد شکسته می شود



سپس الکترون های تولید شده با یک مولکول حامل به نام نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات (NADP) واکنش داده و حالت اکسایشی این مولکول را از (NADP⁺) به حالت احیاشده ی این مولکول (NADPH) تغییر می دهند:



مرحله ی نهایی فتوسنتز با کمک یک سری واکنش های مستقل از نور دربخشی از کلروپلاست به نام استروما انجام می پذیرد، در این زمان محصولات بخش وابسته به نور (ATP و NADPH) مورد استفاده قرار می گیرند تا کربوهیدرات و کربن دی اکسید درضمن یک واکنش احیا تولید شود البته باید یادآوری شود که در این مرحله ابتداً مولکولی به نام گلیسرآلدهید ۳-فسفات از یک مولکول ۳کربنه ساخته می شود.

۲-۵) واکنش های وابسته به نور



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

زمانی که انرژی از طریق مولکول کلروفیل جذب می شود الکترون های موجود در این مولکول انرژی گرفته ، برانگیخته شده و به تراز های بالاتر انرژی می روند که به این پدیده برانگیختگی نوری یا Photoexcitation می گوئیم. میزان کافی ای از انرژی این مولکول را یونیزه کرده و الکترون ها امکان استقلال یافته و مولکول کلروفیل تبدیل به یونی با بار مثبت می شود که به این فرایند Photoionization گفته می شود.

در سرتاسر کلروپلاست هر مولکول کلروفیل با یک پذیرنده ی الکترون و یک دهنده ی الکترون همراه می شود که این سه مولکول هسته ی اولیه ی فرآیند فتوسنتز را می سازند. ۲ الکترون از یک مولکول یونیزه شده ی کلروفیل به یک مولکول پذیرنده ی الکترون انتقال می یابد و بار مثبت ایجاد شده در یون کلروفیل یک زوج الکترون را از یک مولکول الکترون دهنده ی همسایه نظیر آب جذب می کند.

یک سیستم انتقال الکترون شامل یک سری از واکنش های شیمیایی است که در اینجا ۲ الکترون را در عرض غشای یک تیلاکوئید انتقال می دهد. انرژی لازم برای این فرایند از دو سیستم نوری زیر تامین می شود:

* فتوسیستم II (PSII) (P680)

* فتوسیستم I (PSI) (P700)

ممکن است گیج کننده به نظر برسد اما فرآیند PSII قبل از PSI رخ می دهد. دلیل این نام گذاری تقدم و تاخر در کشف این دو فتوسیستم است.

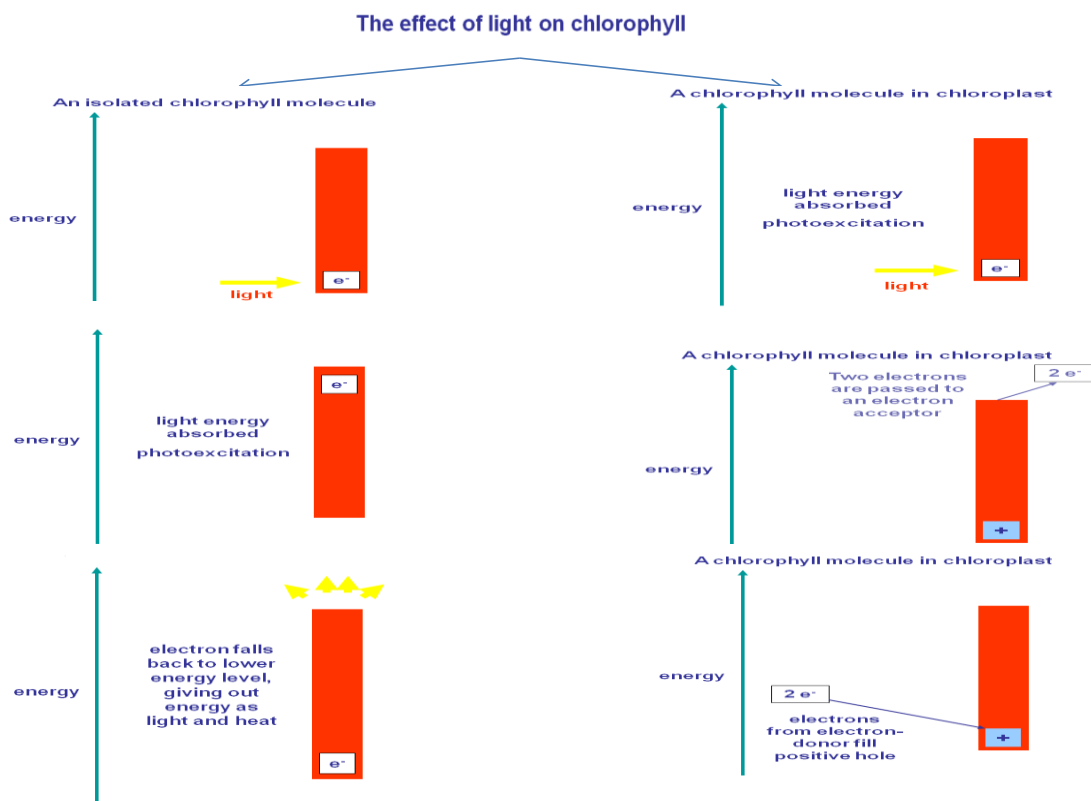
آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی



تصویر ۳: فرآیند وابسته به نور فوتوسنتز

تغییرات انرژی در دو مرحله اتفاق می افتد که در نهایت شکل ظاهری نمودار تغییرات انرژی مانند حرف Z می شود و به همین دلیل است که گاهی فرآیند انتقال الکترون را به نام طرح Z می نامند. در این طرح انرژی کافی برای انتقال الکترون از طریق تبدیل مولکول های ADP و فسفات به مولکول ATP تامین می شود.



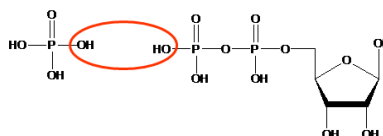
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



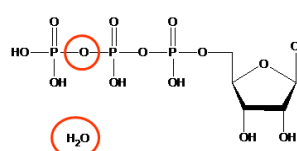
Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

Synthesis of ATP from ADP

Phosphoric acid and ADP undergo a condensation reaction

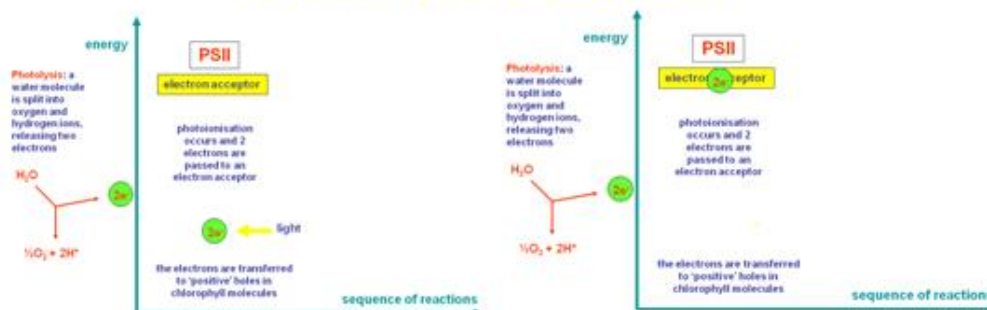


Water is eliminated and ATP is formed



تصویر ۴: یک واکنش تراکمی که منجر به تولید مولکول آدنوزین تری فسفات یا ATP می شود

PSII and PSI: the Z scheme

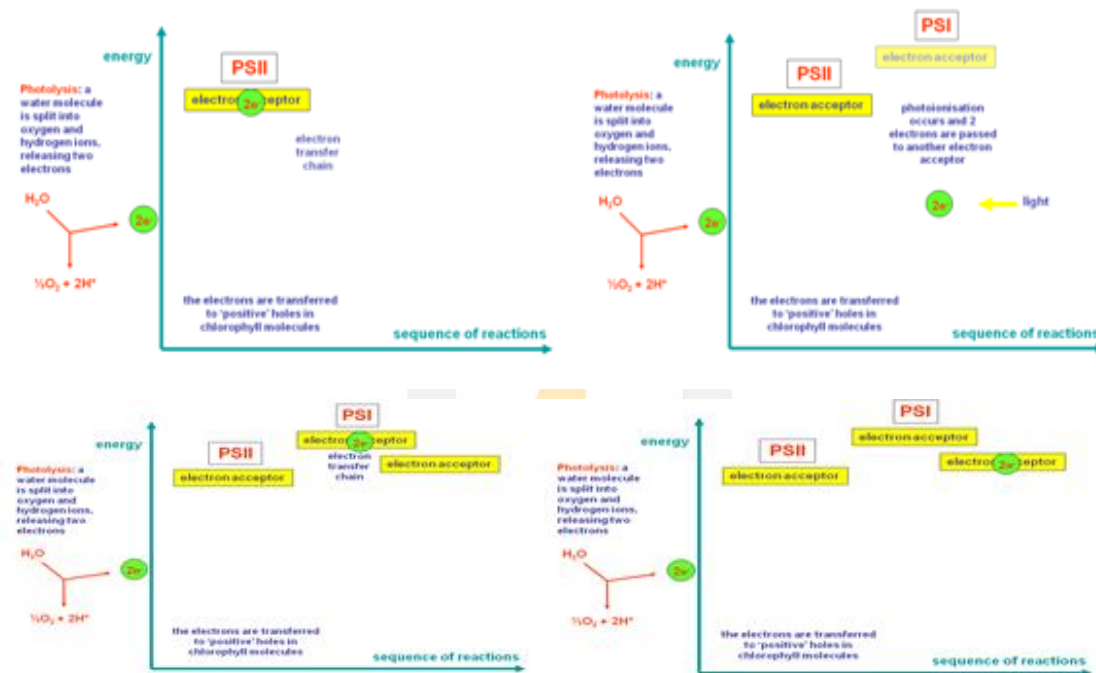


March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی



تصویر ۵ الف - ب - ج: طرح Z

۲-۶) فسفره شدن چرخه ای یا طرح Z:

دو مولکول آدنوزین تری فسفات (ATP) و ANDPH ساخته می شوند.

در اولین مرحله ی فتوسیستم (فتوسیستم II، PSII):

* نور یونیده شدن کلروفیل باعث انتقال الکترون های برانگیخته به یک مولکول پذیرنده ی الکترون می شود.

* فتولیز آب (یک دهنده ی الکترون) منجر به تولید مولکول اکسیژن، یون هیدروژن و الکترون می شود و سپس از

آنجا به یک کلروفیل با بار مثبت منتقل می شوند.

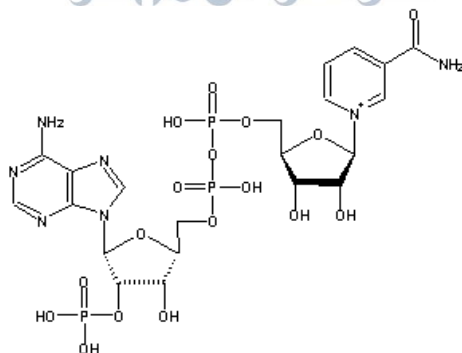


سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

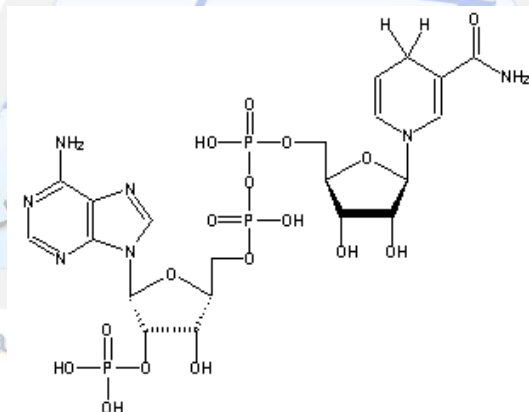
Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

* الکترون های ایجاد شده در طول یک زنجیره انتقال یافته و پذیرنده ی نهایی الکترون ها یک فتوسیستم PSI می باشد.

* افزون بر این انرژی جذب شده انرژی الکترون ها را افزایش می دهد تا انرژی آنها برای واکنش کاهش NADP^+ به NADPH تامین گردد.



تصویر ۶: فرم اکسید شده ی نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات (NADP^+)



تصویر ۷: فرم احیا شده ی نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات (NADPH)

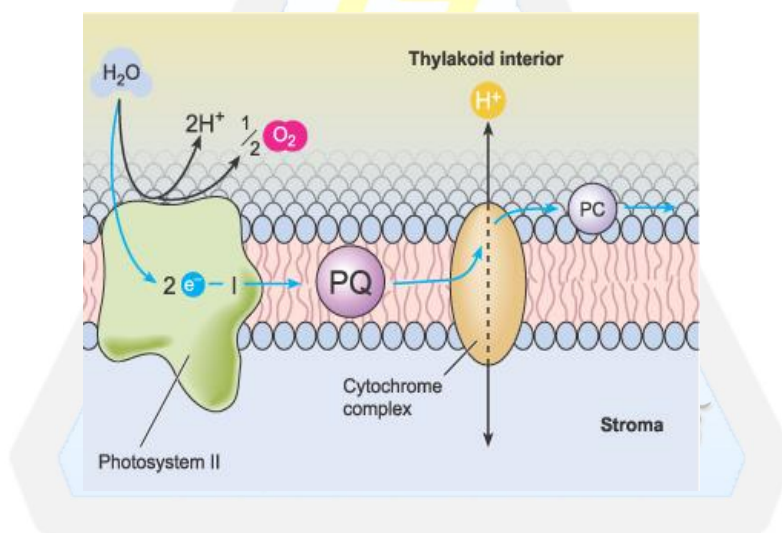


سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

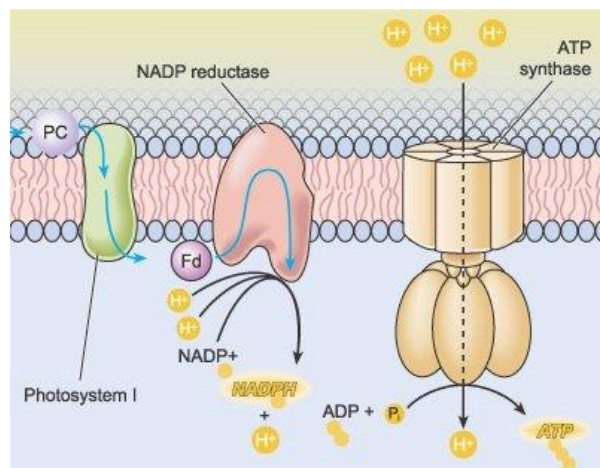
Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

۷-۲) اسمز شیمیایی و تولید مولکول ATP:

محل انجام واکنش های یادشده در غشای تیلاکوئید در کلروپلاست است. انتقالات زنجیره ای الکترون ها انرژی مورد نیاز برای پمپاژ کردن یون H^+ از استروما در عرض غشای تیلاکوئید تا بخش داخلی تیلاکوئید را فراهم میکند. غلظت یون H^+ بیشتر در فضای داخل تیلاکوئید است تا در استروما که این به خودی خود منجر به ایجاد یک گرادیان یا شیب غلظتی می شود. یون H^+ بر اساس این شیب غلظتی از جایی که غلظت بیشتری دارد به جایی که غلظتش کمتر است انتشار می یابد. و این منجر به تولید ATP می شود.



March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



تصویر ۹: نقش اسمز شیمیایی در واکنش فسفریزاسیون در کلروپلاست

۲-۸) فسفره شدن چرخه ای:

تاثیر فسفراسیون غیر چرخه‌ای در فرآیند فوتوسنتز انتقال الکترون از آب به NADP است. انرژی آزاد شده تولید ATP را امکان پذیر می‌سازد. اما مقدار خیلی بیشتری الکترون برای پیش بردن واکنش‌های مستقل از نور در این فرآیند لازم است.

این مقدار انرژی اضافه از واکنش فسفراسون چرخه‌ای حاصل می‌شود. این مرحله تنها در فوتوسیستم I و با تولید الکترون‌های برانگیخته انجام می‌شود. این الکترون‌ها در یک زنجیره‌ی تبادلات میان PSII و PSI جا به جا می‌شوند تا جایی که هیچ NADP⁺ باقی نماند و در نتیجه هیچ NADPH ای تولید نشود. این چرخه با بازگشت الکترون‌ها به PSI کامل می‌شود.

واکنش‌های مستقل از نور:



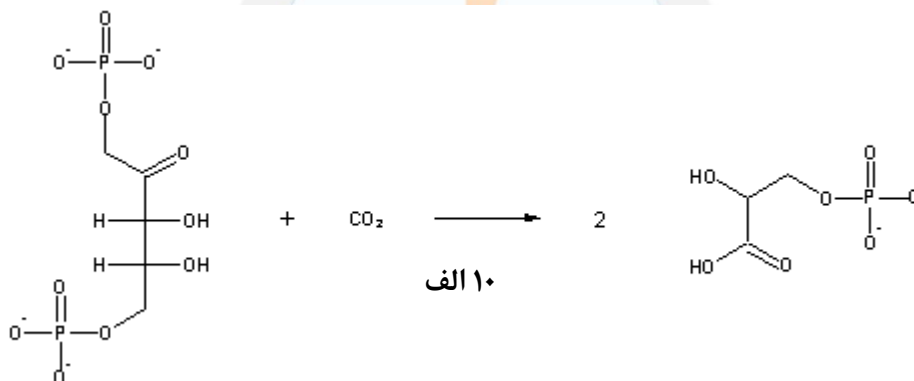
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

در فرآیند مستقل از نور که به آن واکنش های تاریک هم گفته می شود کربن دی اکسید از جو (یا از آب برای ارگانیزم های آبی) دریافت می شود و با یک هیدروژن از کربوهیدرات های موجود ترکیب می شود. اتصال کربن دی اکسید به یک ترکیب آلی به عنوان تثبیت کربن شناخته می شود. انرژی برای انجام این مرحله از فاز اول فرایند فوتوسنتز تامین می شود. موجودات های زنده نمی توانند مستقیماً از انرژی نورانی استفاده کنند اما می توانند از طریق یک سری واکنش های پیچیده این انرژی را به پیوند های کربن-کربن تبدیل کند که این انرژی میتواند با گلیکولیز یا سایر فرآیندهای متابولیک آزاد شود.

کربن دی اکسید با یک قند ۵ کربنه به نام ۱۵-بی فسفات (RUBP) ترکیب می شود و یک قند ۶ کربنه ی ناپایدار می سازد که هر یک از این مولکول های ۶ کربنه به ۲ مولکول گلیسرال ۳- فسفات (GP) شکسته می شوند.

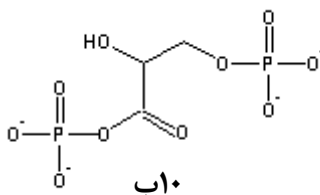


March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶

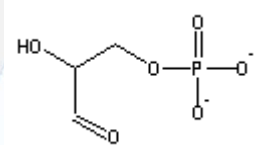


سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی



تصویر ۱۰ الف وب: مولکول گلیسرات ۳- فسفات (GP) با کمک ATP فسفرزدایی شده و به مولکول های گلیسرات دی فسفات تبدیل می شوند.



تصویر ۱۱: این مولکول توسط NADPH به ۲ مولکول گلیسرآلدهید ۳-فسفات (ALPG) احیا می شود

از هر جفت مولکول ALPG:

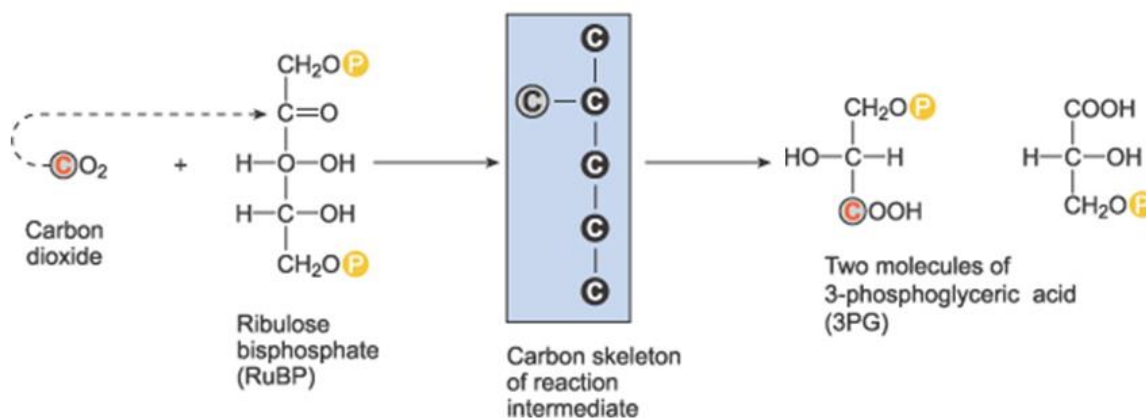
* یک مولکول تولید می شود که محصول هدف فرآیند فتوسنتز است؛ درواقع ALPG ها خیلی سریع به گلوکز و سایر کربوهیدرات ها، لیپید ها و آمینواسیدها می شوند.

* یک مولکول BPuR از طریق یک سری واکنش های شیمیایی تشکیل می شود.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی



تصویر ۱۲: اولین مرحله از چرخه ی کلوین

اولین محصول پایدار از چرخه ی کلوین فسفوگلیسرات (GPA) می باشد که یک ترکیب ۳ کربنه است . انرژی موجود در ATP و NADPH برای فسفره کردن GPA استفاده می شود. در حقیقت در یک سیکل ۱۲ مولکول گلیسرآلدئید فسفات (فسفوگلیسرآلدئید یا GPAL، ۳ کربنه) وجود دارد که دوتای آنها در هر سیکل از چرخه حذف می شوند تا یک مولکول گلوکز بسازند. مولکول های GPAL باقی مانده توسط انرژی موجود در ATP دوباره مولکول های RuBP را تشکیل می دهند بنابر این این سیکل همچنان ادامه می یابد.

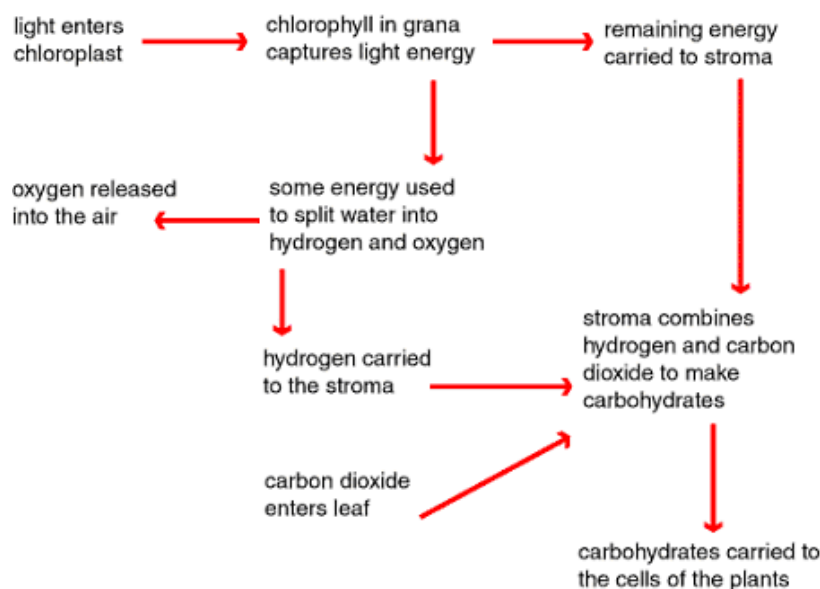
March 6,7 - 2018 / ۱۶ و ۱۵ اسفند ۱۳۹۶

۹-۲) خلاصه ی مراحل فوتوسنتز:



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی



تصویر ۱۳: فتوسنتز در غالب تصویر

۲-۱۰ عوامل موثر بر سرعت فتوسنتز:

مهم ترین عوامل حجم نور تابش شده؛ غلظت کربن دی اکسید و دما هستند که به عنوان عامل های محدود کننده شناسایی می شوند.

هرچه حجم نور تابش شده افزایش یابد، سرعت واکنش های وابسته به نور و در نتیجه سرعت کلی فرآیند فتوسنتز افزایش می یابد. همچنین نباید فراموش کرد که طول موج نور تابش شده نیز بسیار مهم است برای مثال SPI طول موج ۷۰۰ نانومتر را به طور بسیار موثری جذب می کند اما SPII جذب بسیار خوبی در طول



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

موج ۶۸۰ نانو متر را دارد. در طول موج های یاد شده نوری با شدت بالایی از انرژی وجود دارد که تاثیر بالایی بر سرعت فوتوسنتز دارد.

افزایش در غلظت کربن دی اکسید منجر به افزایش اتصال به کربوهیدرات در واکنش مستقل از نور در فرآیند فوتوسنتز می شود بنابر این سرعت فوتوسنتز به طور کلی افزایش می یابد مگر اینکه از طریق دیگر عوامل محدود کننده تحت تاثیر قرار بگیرد.

فوتوسنتز همچنین وابسته به دماست؛ چون فوتوسنتز یک واکنش کاتالیز شده از طریق آنزیم هاست. هرچه آنزیم ها در دمای بهینه برای فعالیت خود قرار بگیرند سرعت فوتوسنتز افزایش می یابد. در دماهایی بالای دمای بهینه فوتوسنتز کاهش می یابد تا در نهایت متوقف شود.

۳-طراحی آزمایش:

جهت بررسی فرآیند های وابسته به نور در فوتوسنتز آزمایش های زیر پیشنهاد می شود.

۳-۱) آزمایش اول:

وسایل مورد نیاز: چند طلق رنگی ، چند دانه یا بذر گیاه (مثلا چند دانه لوبیا مشابه) ، تعدادی گلدان یکسان دارای مقدار معین و مشابهی از یک نوع خاک ، سرنگ مدرج
طریقه ی انجام آزمایش: دانه های لوبیا را در عمق مشابهی از خاک گلدان ها می کاریم. سپس طلق های رنگی را به صورت استوانه در می آوریم و هر یک از استوانه های ساخته شده از طلق های رنگی را به طریقی روی هریک از گلدان ها قرار می دهیم که کاملا گلدان مورد نظر زیر فیلتر طلقی قرار گرفته و تمام نور عبوری توسط طلق

فیلتر شود. باید توجه شود که یکی از گلدها به عنوان نمونه ی شاهد بدون فیلتر رنگی بوده و با نور فیلتر نشده خورشید در تماس است.

نمونه های آماده شده را در مکانی یکسان از نظر درجه حرارت ، فشار و نور قرار می دهیم و هر روز با سرنگ به میزان معینی به گیاهان آب می دهیم تا تاثیر سایر عوامل را بر رشد گیاهان به حداقل برسانیم و صرفا تاثیر طول موج پرتوی تابیده را بر فرآیند فوتوسنتز بررسی کنیم.

از دانش آموزان می خواهیم تا مدت زمان سربر آوردن جوانه ها از خاک را یادداشت کنند و همچنین در جدولی میزان رشد روزانه ، تعداد برگ های سبز، برگ های زرد، برگ های خشک ، تعداد گل ها ، تعداد غلاف ها و د نهایت تعداد دانه ها (محصول نهایی لوبیا) گیاهان مختلف را یادداشت کرده و با همدیگر و نمونه ی شاهد مقایسه کنند.

۳-۲) آزمایش دوم:

وسایل مورد نیاز: تعدادی لامپ رنگی در رنگ های متفاوت با شدت نور یکسان، چند گلدان با ابعاد و خاک و گیاه مشابه (مثلا چند گلدان کاکتوس که از هر نظر مشابه هم باشند)، تعدادی جعبه کفش با ابعاد یکسان، سرنگ مدرج، سیم، باتری، کلید آموزش الکتروشیمی ایران

طریقه ی انجام آزمایش: داخل هر جعبه ی کفش در قسمت سقف جعبه یک لامپ رنگی با رنگ های متفاوت تعبیه کرده که توسط یک کلید از خارج جعبه روشن و خاموش شود. سپس هر یک از گلدان ها را زیر یکی از این اتاقک ها به نحوی قرار می دهیم که به جز عامل نور های رنگی بقیه ی پارامتر های موثر بر رشد گیاه یکسان



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۳۹۶ اسفند ۱۵ و ۱۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

در نظر گرفته شده باشد. باید این مطلب را یادآوری کنیم که یک گلدان به عنوان شاهد تحت نور یک لامپ معمولی نور سفید قرار می گیرد.

در این مرحله یک حالت شب و روز مصنوعی برای گیاه ایجاد می کنیم به این گونه که لامپ ها را ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت خاموش می کنیم و از دانش آموزان می خواهیم تا پس از گذشت هر ۲۴ ساعت از هر نمونه یک عکس تهیه کرده و در انتهای آزمایش پس از گذشت یک ماه مشاهدات خود را با توجه به بخش های تیوری که در ابتدای این مقاله به آنها اشاره شد توجیه کنند.

۴- نتیجه گیری:

در این مقاله سعی بر آن است تا دانش آموز با انجام آزمایش ها و تلفیق آنها با مطالب تیوری ارایه شده انگار بار دیگر خودش به کشف تاثیر طول موج نور بر سرعت و شدت پدیده ی فوتوسنتز دست یابد و در نهایت معلم از دانش آموز بخواهد تا با توجه به دانش تیوری فرا گرفته شده مشاهدات خود را تحلیل کند.

مقاله ی ارایه شده تنها نمونه ی بسیار ساده و کوچکی است از بررسی فرایند های الکتروشیمیایی در غالب بررسی یک پدیده از حیطه ی علمی به جز شیمی. در واقع این مقاله پیشنهادی است برای برداشتن دیوار هایی که دانش آموزان در ذهن خود با این امید که جامع بینی و خلاقیت دانش آموزان افزایش یافته و قدرت تعمیم و تحلیل پدیده های علمی از سوی آنها رشد یابد.

March 6,7 - 2018 / ۱۳۹۶ اسفند ۱۵ و ۱۶

مرجع

[1] www.rsc.org/Education/Teachers/Resources/cfb/Photosynthesis.htm



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

الکتروشیمی یک روش سبز در سنتز ترکیبات آلی

مریم قنبری^۱، معصومه قلخانی^۲، مینا قنبری

^۱دانشجوی ارشد آموزش شیمی، ایران، دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی، twinimany@gmail.com

^۲استادیار، ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی، m_ghalkhani@yahoo.com

چکیده:

سنتز الکتروشیمیایی ترکیبات آلی^۱ به عنوان یک روش سازگار با محیط زیست برای اکسیداسیون و کاهش ترکیبات آلی شناخته شده است، زیرا جایگزین واکنش‌های خطرناک و بازدارنده سمی می‌شود و مصرف انرژی کلی کاهش می‌یابد. اگر چه تکنیک‌های الکتروشیمیایی تنها یک بخش از یک توالی چند مرحله‌ای است، اما یک فرآیند کلیدی برای تولید انواع واسطه‌های واکنشی است. علاوه بر این، وسیله‌ای را فراهم می‌کند که در آن واکنش‌های ناپایدار یا خطرناک می‌توانند در محل تولید شوند و واکنش‌ها را تحت شرایط خفیف انجام دهند. بنابراین، سنتز الکتروشیمیایی ترکیبات آلی اغلب جایگزین‌های جالب و مفیدی برای روش‌های معمول سنتز فراهم می‌کند و یک ابزار مفید برای شیمیدان آلی است. با استفاده از برنامه‌های کاربردی متعدد در مقیاس آزمایشگاهی و کاربرد در صنعت، این روش سنتزی می‌تواند به

^۱Electro chemical organic synthesis



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

عنوان یک زمینه سبز از سنتز آلی در نظر گرفته شود.

مقدمه

روش سنتزی ترکیبات آلی که دارای کمترین مراحل برای رسیدن به محصول هدف، درصد انتخاب پذیری بالا، اقتصاد اتمی خوب و مواد اولیه واکنش قابل دسترس و ارزان قیمت باشد؛ کارآمدتر است. شیمی سبز روش‌هایی که مبتنی بر کاهش ضایعات، واکنش‌های غیر سمی و حلال‌ها، استانداردهای ایمنی بالا و استفاده موثر از منابع و انرژی تجدید پذیر را ترجیح می‌دهد.

ارتباط سنتز الکتروشیمیایی ترکیبات آلی و دوازده اصل شیمی سبز (شکل ۱):

ا. استفاده از حلال‌های سبز مانند مایعات یونی یا میکروامولسیون‌ها در الکتروسنتز از نظر زیست محیطی مناسب می‌باشد.

ب. استفاده از واسطه‌ها یک گزینه مهم برای ایجاد فرآیندهای ترکیبی کاتالیزوری با کاهش مصرف انرژی و زباله‌های شیمیایی است.

ج. امکان انجام الکترولیز مستقیم، غیر مستقیم یا زوج به طور قابل توجهی می‌تواند اقتصاد اتمی را بهبود بخشد.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

د. استفاده از مواد اولیه تجدید پذیر کاملاً با فلسفه شیمی سبز سازگار است.

ه. وقتی واکنش در دمای اتاق انجام می‌شود یا هنگامی که واسطه‌ها الکترون‌های حامل در انتقال هستند، از نظر انرژی اثرات مثبتی دارد. الکتروسنتز زوج نیز تاثیر عالی روی انرژی دارد.

و. نظارت بر زمان واقعی به دلیل امکان اتصال روش‌های کنترل الکتروآنالیتیک در طول الکترولیز به سادگی به دست می‌آید.

ز. ایمنی بهبود یافته است و احتمال تصادف با محلول‌های واکنشی الکتریکی و بازیافتی یا واکنش دهنده های خطرناک سمی در محل کاهش می‌یابد.

ح. نگامی که واکنش ها در سلول الکتروشیمیایی الکترونی تولید می شوند، می‌تواند مانع از تولید زباله شود.

آموزش الکتروشیمی ایران

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی



آموزش الکتروشیمی سبز

الکتروشیمی به عنوان یک روش سبز

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018

الکتروشیمی برای توسعه روش ها و فرآیندهای جدید و توجه بر بهبود کیفیت محیط زیست مورد استفاده قرار می گیرد. روش های مختلفی وجود دارد که در آن الکتروشیمی می تواند به حفظ محیط زیست کمک کند:



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

الف) تولید انرژی پایدار. پروژه‌های مهم تحقیقاتی متمرکز بر توسعه سلول‌های خورشیدی، سلول‌های احتراق هیدروژن و سیستم‌های ذخیره سازی (به عنوان مثال، باتری‌ها) هستند.

ب) الکتروکاتالیز محصولات شیمیایی. الکترون‌ها به طور ذاتی واکنش دهنده‌های پاک هستند که می‌توانند برای رسیدن به واکنش‌های اکسیداسیون و کاهش استفاده شوند.

ج) نظارت بر زمان واقعی فرآیند الکتروشیمیایی. در مقایسه با شیمی تجزیه سنتی، الکتروشیمی می‌تواند بازخورد سریع شیمیایی که در طول فرآیند اتفاق می‌افتد، فراهم کند؛ در نتیجه اشتباهات و هزینه‌های مرتبط با آن را به حداقل می‌رساند.

د) درمان آلاینده‌ها. گزینه‌ای است برای از بین بردن آلودگی‌هایی که از راه‌های شیمیایی یا بیولوژیکی دشوار و خطرناک هستند یا نیاز به هزینه‌های بالایی دارند.

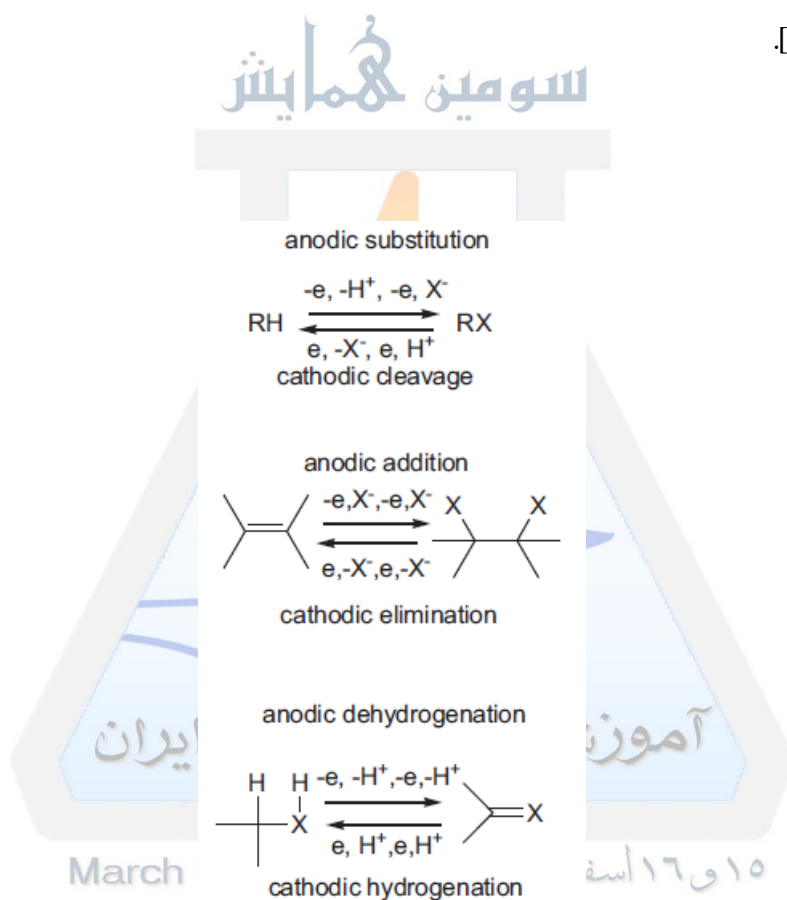
یکی از مزیت‌های تولید الکتروشیمیایی ترکیبات آلی نسبت به روش‌های کلاسیک، آلودگی کمتر محیط زیست است [۱]. از آن جایی که الکترون‌ها می‌توانند به عنوان واکنش دهنده‌های پاک در نظر گرفته شوند، یک جرقه الکتریکی می‌تواند جایگزین واکنش‌های کاهش/اکسایش شود. علاوه بر این، از آنجا که انرژی الکترون‌ها را می‌توان از طریق ولتاژ اعمال شده کنترل کرد، اکثر واکنش‌های سنتز الکتروشیمیایی در دمای اتاق اتفاق می‌افتد. الکترودها نیز می‌توانند به عنوان کاتالیزورهای ناهمگن در نظر گرفته شوند که در پایان واکنش به راحتی حذف



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

می‌شوند. در بسیاری از موارد، روش‌های کلاسیک با استفاده از حلال‌های آلی از نوسان کم استفاده می‌شود؛ امروزه در الکتروشیمی مایعات یونی^۲ (IL's) به منظور رفع خطرات آلودگی و کاهش هزینه‌ها می‌تواند جایگزین این حلال‌ها باشد [۲].



شکل ۲: سنتز الکتروشیمیایی ترکیبات آلی

²ionic liquids (IL's)



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

سنتز الکتروشیمیایی، ترکیبی از انتقال الکترون در یک الکتروود با یک واکنش شیمیایی است. انتقال الکترون محلول را به یک واسطه واکنشی (رادیکال یونی، رادیکال، آنیون و کاتیون) تبدیل می‌کند یا یک واکنش دهنده (الکتروفیل، نوکلئوفیل، اسید و باز) را تولید می‌کند. الکترون در یک پتانسیل که برای یک گروه الکترواکتیو مشخص منتقل می‌شود، برای اعمال گزینش پذیری می‌تواند الکترولیز در یک پتانسیل کنترل شده استفاده شود. در اغلب فعالیت‌ها حرارت مورد نیاز نیست، که باعث کاهش هزینه‌ها و اتلاف انرژی می‌شود.

واسطه‌های واکنشی می‌تواند پیوند کربن-کربن با جفت شدن را شکل دهند، تغییر واکنش پذیری سوبسترا به وسیله انتقال الکترون مهم‌تر است. یک نوکلئوفیل می‌تواند در آند به الکتروفیل و در کاتد الکتروفیل به نوکلئوفیل تبدیل شود. الکترون در الکترولیز یکی از ارزانترین واکنش دهنده‌ها در شیمی است، علاوه بر این زباله تولید نمی‌کند.

استخلاف آندی اجازه‌ی جایگزینی اتم کربن برای نوکلئوفیل را می‌دهد، که در هیچ واکنش شیمیایی در یک مرحله امکان پذیر نیست. در کاتد واکنش برعکس می‌تواند رخ دهد؛ گسستگی کاتدی یک نوکلئوفیل گروه ترک کننده X به وسیله‌ی پروتون جایگزین می‌کند، که دست کم دو مرحله شیمیایی در یک تبدیل غیر الکتروشیمیایی است.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

در یک افزایش آندی، دو نوکلئوفیل می تواند به باند (پیوند) دوگانه در یک مرحله اضافه شود. واکنش برگشت پذیری در کاتد حذف کاتدی است، که یک باند دوگانه با حذف دو نوکلئوفیل مجاور تولید می شود. در نقطه مقابل غیرالکتروشیمی، یک الکتروفیل و نوکلئوفیل اضافه یا حذف می شوند.

هیدروژن دار کردن غیرالکتروشیمیایی پیوند دوگانه با تحریک هیدروژن مولکولی یا در مورد نقص الکترون پیوند دوگانه، با افزایش یون هیدروژن بدست می آید. هیدروژن دار کردن کاتدی می تواند با یک پروتون و یک الکترون ایجاد شود [۳].

مختصری از تاریخچه سنتز الکتروشیمیایی ترکیبات آلی

استفاده از برق در سنتز آلی جدید نیست. اولین آزمایشات گزارش شده به وسط قرن نوزدهم بازمی گردد. فارادی در سال ۱۸۳۴ آزمایش های پیشگام انجام داد که به منظور اثبات اعتبار اکنون به نام او یعنی قانون فارادی نامیده شد ($Q = nNF$ ، در اینجا: Q = شارژ مصرفی، n = مول مولدها در هر مول از ترکیب تبدیل شده، N = مول مولکول ترکیب شده، F = ثابت فارادی). او مشاهده کرد که اتان هنگامی که محلول استات سدیم الکترولیز می شود تولید شد و در نتیجه اولین تبدیل الکترو آلی شکل گرفت [۴].



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

این واکنش بعداً توسط Kolbe مورد بررسی قرار گرفت که در سال‌های ۱۸۴۹-۱۸۵۴، سنتز آلکان‌های دیمریک را با استفاده از کربوکسیلات اسید آلی به عنوان مواد اولیه، انجام داد. این واکنش $2RCOO^- \rightarrow R-R + 2CO_2 + 2e^-$ نامیده می‌شود. واکنش کلبه تا اوایل سال ۱۹۸۰ در کشورهای اتحاد جماهیر شوروی سابق و ژاپن و هند و آلمان غربی در مقیاس صنعتی استفاده شد. در یک رویداد مهم تاریخی (۱۸۹۰)، هابر انتخابی از فنیل هیدروکسیل آمین و آنیلین را از طریق کاهش الکترولیتی نیتروبنزل تهیه کرد و تأثیر استفاده از مقادیر مختلف پتانسیل را بر ترکیب محصول بررسی کرد. او به این نتیجه رسید که ماهیت محصول به پتانسیل کار اعمال شده مرتبط است. در طول سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۷۰، Baizer در Monsanto فرآیند الکترو هیدرو دی مریز کردن آکریلو نیتریل را در مقیاس وسیع برای تولید الیاف نایلون توسعه داد. این نخستین واکنش سنتز الکتروشیمیایی تجاری موفقیت آمیز بود که منجر به علاقه شرکت‌های صنعتی به استفاده از فرایندهای الکتروشیمیایی آلی شد. برجسته‌ترین تحولات در ساختارهای الکتروشیمیایی در طول قرن بیستم صورت گرفته است و در بررسی تاریخی لوند^۳ به طور کامل شرح داده شده است.

اصول اساسی الکترو سنتز آلی

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018

³Lund



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

در طی یک واکنش الکتروشیمیایی آلی، مولکول‌های آلی توسط افزودن یا حذف الکترون‌ها در سطح یک الکتروود از طریق یک فرآیند ناهمگن فعال می‌شوند. انرژی الکترون‌ها در الکتروود با استفاده از منبع تغذیه می‌تواند اصلاح شود. اضافه کردن یک الکترون از کاتد به LUMO مولکولی باعث کاهش می‌شود. فرآیند معکوس در آند انجام می‌شود، به عنوان مثال، حذف الکترون از HOMO باعث اکسیداسیون می‌شود. واکنش‌های الکتروشیمیایی ترکیبات آلی معمولاً ترکیبی از دو رویداد اساسی است: یک فرآیند انتقال الکترون ناهمگن با مولکول (E) که در سطح الکتروود اتفاق می‌افتد و منجر به تشکیل یک واسطه واکنشی می‌شود (رادیکال-کاتیون یا رادیکال-آنیون) و یک فرآیند شیمیایی (C) که در محلول رخ می‌دهد. این فرآیندها می‌توانند تکرار شوند و یا ترکیب شوند تا توالی‌های جنبشی متفاوت مانند EE، EC، CE و ECE را ارائه دهند.

یکی دیگر از مزیت‌های سنتز الکتروشیمیایی ترکیبات آلی این است که یک بررسی الکتروآنالیز اولیه از واکنش پذیری مولکول‌های مورد علاقه می‌تواند به سادگی و با سرعت با استفاده از ولتامتری چرخه‌ای (CV) و کولومتری انجام شود. با این مطالعات می‌توان به سادگی پیش‌بینی کرد که کدام گروه‌ها ممکن است اکسید شده یا کاهش یافته باشد. برای پیشنهاد تبدیل مکانیسم اکسایش-کاهش، لازم است مطالعات تکمیلی انجام شود که از تکنیک‌های تحلیلی استفاده می‌کنند که معمولاً در شیمی فیزیک آلی استفاده می‌شوند [۲].

نتیجه‌گیری



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

استفاده از روش‌های الکتروشیمیایی برای سنتز ترکیبات آلی، توجه زیادی از مراکز صنعتی و پژوهشی در سراسر جهان را به خود جلب کرده است. فرآیندهای الکتروشیمیایی می‌توانند آلودگی را کاهش دهند و واکنش‌های شیمیایی را به واکنش‌های سازگار با محیط زیست تبدیل کند. به عنوان مثال شکل ۳ تصفیه پساب را با دو روش شیمیایی معمول و الکتروشیمیایی نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است در شکل B تصفیه بدون تولید محصول جانبی به سادگی انجام می‌گیرد. اما در شکل A علاوه بر تولید محصول جانبی باید به دنبال راهکاری برای بهبود واکنش دهنده‌های باقی مانده بود. در این مقاله به مزیت‌های سنتز الکتروشیمیایی و ارتباط مستقیم این روش با شیمی سبز پرداخته شد. ارائه راهکارهای الکتروشیمیایی در واکنش‌های آلی می‌تواند گامی به سوی شیمی سبز باشد. استفاده از کاتالیزورهای اکسایش-کاهش و واکنش‌های الکتروسنتزی اجازه می‌دهد تا غلظت واکنش دهنده‌های مورد استفاده در شیمی آلی سنتی کاهش یابد و همچنان انتخاب واکنش را حفظ کند. به عنوان یک نتیجه، منصفانه است که الکتروود را به عنوان یک ابزار برای شیمی سبز مورد توجه قرار دهیم.

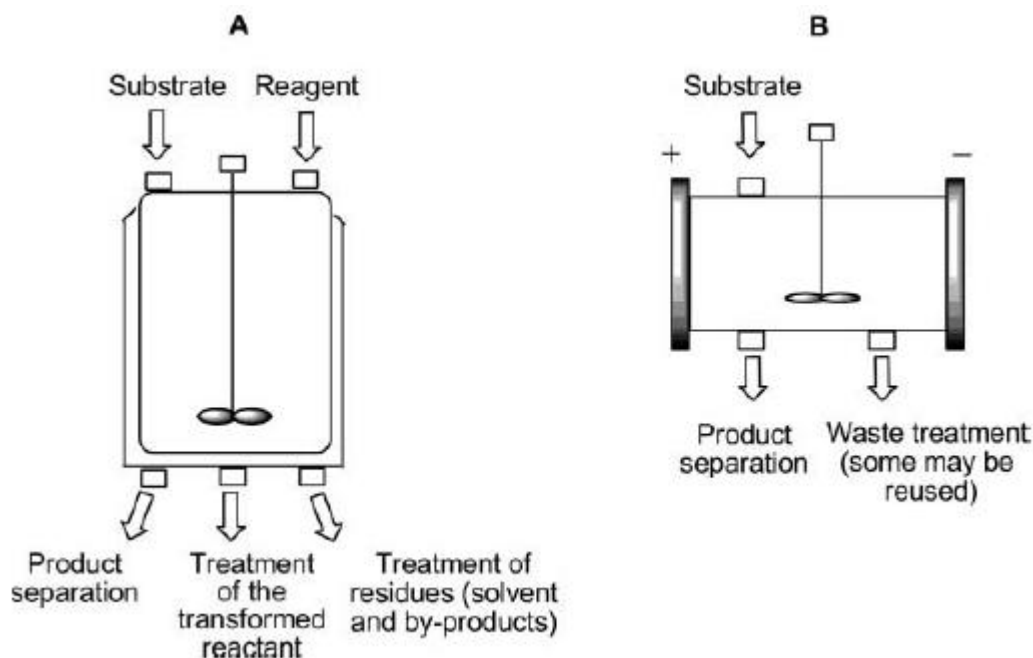
آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی



شکل ۳: مقایسه تصفیه پساب به دو روش شیمیایی و الکتروشیمیایی

آموزش الکتروشیمی ایران

مراجع:

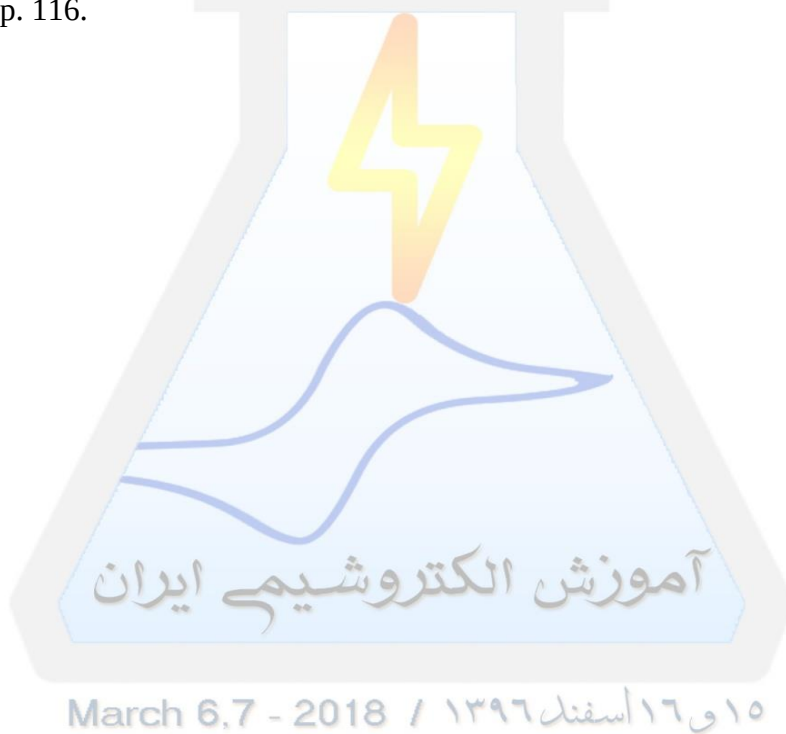
- [1] Francke Robert and R. Daniel Little, Redox catalysis in organic electrosynthesis: basic principles and recent developments, *Chem. Soc. Rev.*, **43** (2014) 2492-2521.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس دبیر شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

- [2] Bernardo A. Frontana-Urbe, R. Daniel Little, Jorge G. Ibanez, Agustín Palma and Ruben Vasquez-Medrano, Organic electrosynthesis: a promising green methodology in organic chemistry, *Green Chem.* (2010) 12, 2099-2119.
- [3] Hans J. Schafer, Contributions of organic electrosynthesis to green chemistry, *Comptes Rendus Chimie*, 14 (2011) 745-765.
- [4] M. Faraday "Experimental Researches in Electricity" Richard & John E. Taylor, London, UK, 1839, vol. 1, pp. 116.





سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

اقتصاد هیدروژنه و محیط زیست

مینا قنبری^۱، مریم قنبری^۲

^۱دانش آموخته ارشد نانوشیمی، ایران، دانشگاه علم و صنعت، twinomid@gmail.com

^۲دانشجوی ارشد آموزش شیمی، ایران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، twinimany@gmail.com

چکیده:

الکتروشیمی علمی است که دو علم شیمی و الکتریسته را بهم مرتبط می کند، الکترون موجب پیوند بین اتم های مختلف و باعث ایجاد مولکول و ترکیبات جدید می شود و همین الکترون سبب انتقال بار الکتریکی در مدارهای الکتریکی و مواد رسانا شده است پس میتوان نتیجه گرفت که انرژی الکتریکی منجر به واکنش شیمیایی می شود. در همین زندگی روزمره واکنش های الکتروشیمیایی بسیاری موجود هست، همچون: روشن شدن چراغ قوه، استارت زدن خودرو، خوردگی فلزات و غیر فلزات در حضور مواد مختلف، پوشش دهی بدنه خودرو به روش آبکاری، الکترولیز و الکتروشیمی موضوع مهمی در شیمی است، زیرا اساس تمامی واکنش ها به انتقال الکترون منجر می شود [۱]. تکنیک های الکتروشیمیایی شامل: پتانسیومتری، آمپرسنجی، کولومتری و ولتامتری است که در تحقیقات شیمیایی برای اندازه گیری پتانسیل های ردوکس و همچنین ویژگی برگشت پذیری واکنش شیمیایی و تجزیه و تحلیل و عملکرد کاتالیزورها استفاده می شود. تجزیه و تحلیل الکتروشیمیایی مهارت مهمی

در آموزش محققان به حساب می‌آید زیرا محققان را قادر می‌سازد تا سیستم‌های مختلفی را که از مولکول‌ها به مواد تشکیل شده را تجزیه و تحلیل کند [۲].

حفاظت از محیط زیست از نگرانی‌های اصلی جامعه امروز بشمار می‌رود، براین اساس باید استفاده از سوخت-های فسیلی را به حداقل رساند در نتیجه می‌توان از انرژی‌های تجدید پذیر همچون انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی جزر و مد و انرژی زمین گرمایی استفاده کرد. با توجه به محدودیت‌هایی که این دسته از انرژی‌ها دارند همچون: محدودیت مکانی، زمانی و یا حتی نیاز به تغییرات آب و هوا محققان را براین داشته تا به دنبال طرح-های جدید باشند. با توجه به اینکه جهان به سمت اقتصاد هیدروژن می‌رود و احتراق هیدروژن باعث تشکیل آب بی‌ضرر به جای گازهای سمی و گلخانه‌ای می‌شود نیاز فوری به توسعه سوخت هیدروژن داریم اما باید توجه داشت که در مرحله تولید هیدروژن با انتشار گازهای گلخانه‌ای مواجه هستند پس باید هیدروژن از طریق انرژی-های تجدید پذیر تولید شود. الکترولیز آب شاخه‌ای از چرخه سوخت ذخیره سازی انرژی مورد نیاز جهانی را تشکیل می‌دهد و هنگامی که با فرآیندهای انرژی خورشیدی همراه می‌شود انرژی‌های پاک را تولید می‌کند برای همین منظور در این مقاله بطور مختصر درباره روش‌های تولید سوخت هیدروژن توضیح داده شده که شامل: الکترولیز آب با استفاده از شبکه برق و بخار اصلاح متان (SRM) همراه با انتشار گازهای گلخانه‌ای اما روش سازگار با محیط زیست شامل الکترولیز آب با استفاده از الکتریسته ساکن (PV) و الکترولیز آب با استفاده از سلول‌های الکتروشیمیایی (PECs) می‌باشد. [۳]



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

مراجع

- [1]. Ventura Karen, Mark B. Smith, Jacob R. Prat, Lourdes E. Echegoyen and Dino Villagrán. "Introducing Students to Inner Sphere Electron Transfer Concepts through Electrochemistry Studies in Diferrocene Mixed-Valence Systems". *Chem.Educ.* 2017
- [2]. Samuel J. Hendel and Elizabeth R. Young. "Introduction to Electrochemistry and the Use of Electrochemistry to Synthesize and Evaluate Catalysts for Water Oxidation and Reduction". *Chem.Educ.* 2016
- [3]. Nowotny Janusz, Tadeusz Bak, Dewei Chu, Sebastian Fiechter, Graeme E. Murch, T. Nejat Veziroglu. "Sustainable practices: Solar hydrogen fuel and education program on sustainable energy systems". *Hydrogen Energy*. 2014
- [4]. <http://www.satba.gov.ir/fa/hydrogen/hydrogen/production>
- [5]. Bhattacharyya Rupsha, Apurva Misra, K.C. Sandeep. "Photovoltaic solar energy conversion for hydrogen production by alkaline water electrolysis: Conceptual design and analysis". *Energy Conversion Management*, 2016
- [6]. Sharma Sunita, Sib Krishna Ghoshal. "Hydrogen the future transportation fuel: From production to applications". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014

آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

نور و الکتروشیمی

ابراهیم زارعی

استادیار، گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران؛ e.zarei@cfu.ac.ir

چکیده مقاله:

نور و الکتروشیمی در برخی فرایندهای مهم نظیر فوتوالکتروفتنتون، فوتوالکتروکاتالیز و اسپکتروالکتروشیمی در تعامل و ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر قرار دارند. در این مقاله، به زبانی قابل فهم، اصول و برخی کاربردهای این فرایندها مورد بررسی قرار گرفته است. در فرایندهای فوتوالکتروفتنتون و فوتوالکتروکاتالیز که در واقع روش‌های الکتروشیمیایی کمک شده توسط نور نیز نامیده می‌شوند، به کمک نور بازدهی فرایندهای الکتروفتنتون و الکتروکاتالیز به ویژه در اکسایش مواد آلی افزایش یابد. هدف از تکنیک اسپکتروالکتروشیمی که یک روش تلفیقی از روش‌های الکتروشیمیایی و اسپکتروسکوپی به حساب می‌آید، به دست آوردن همزمان اطلاعات الکتروشیمیایی و نوری جهت تبیین مکانسیم واکنش‌ها و تعیین پارامترهای سینتیکی است.

کلمات کلیدی: نور، الکتروشیمی، فوتوالکتروفتنتون، فوتوالکتروکاتالیز، اسپکتروالکتروشیمی

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶

مقدمه

فرایند فوتوالکتروفتنتون، تلفیقی از روش‌های فتون و الکتروشیمیایی است. هدف اصلی در فرایندهای فتون، الکتروفتنتون و فوتوالکتروفتنتون تولید رادیکال هیدروکسیل ($^{\bullet}\text{OH}$) به عنوان یک عمل اکسند قوی، به منظور اکسایش و تخریب مواد مختلف به ویژه ترکیبات آلی به عنوان آلاینده‌های محیط زیست می‌باشد.

باشد (۱). استفاده از فرایندهای الکتروشیمیایی و نور با هدف افزایش بازدهی تولید رادیکال OH^* و در نتیجه افزایش تخریب آلاینده‌ها صورت می‌پذیرد.

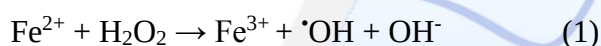
در سال ۱۹۷۲، فوجیشیما (Fujishima) و هوندا (Honda) تجزیه فوتوکاتالیزی آب را روی سطح الکترودهای TiO_2 کشف کردند (۲). این پدیده شروع عصر جدیدی را در فوتوکاتالیز ناهمگن رقم زد. از آن پس، تلاش‌های تحقیقاتی گسترده‌ای توسط شیمیدان‌ها، فیزیکدان‌ها و مهندسين شیمی برای فهم فرایندهای بنیادی و افزایش بازدهی فوتوکاتالیزی در سطح TiO_2 انجام گرفت. چنین مطالعاتی اغلب با تجدید انرژی و ذخیره آن در ارتباط بودند (۳). در سال‌های اخیر، تصفیه محیط زیست از آلاینده‌ها، یکی از مهمترین فعالیت‌ها در حوزه فوتوکاتالیز ناهمگن می‌باشد. این کار از کاربرد ذاتی فوتوکاتالیز بر اساس TiO_2 ، الهام گرفته شده است (۴). در فرایند فوتوکاتالیز، با اعمال پتانسیل به الکترودی که معمولاً فوتوکاتالیزور در سطح آن تثبیت شده است، فعالیت کاتالیزوری آن افزایش داده می‌شود.

تلفیق روش‌های اسپکتروسکوپی و الکتروشیمیایی، اسپکتروالکتروشیمی، در طول بیش از چند دهه برای بررسی انواع گسترده‌ای از سیستم‌های ردوکس معدنی، آلی و زیستی به کار رفته است (۵). این گونه تلفیق باعث تحول روش‌های الکتروشیمیایی شده و اطلاعات ساختمانی محدودی که از پاسخ‌های جریان به دست می‌آید را با تشخیص مولکولی به کمک بررسی‌های نوری از میان بر می‌دارد. این روش می‌تواند برای شناسایی مکانیسم واکنش‌ها و برای تعیین پارامترهای سینتیکی و ترمودینامیکی بی نهایت مفید واقع شود. روی این اصل انواعی از روش‌های نوری نظیر طیف بینی مری-فزرابنفش، مادون قرمز لومینسانس و پراکندگی با شیوه‌های الکتروشیمیایی تلفیق شده‌اند.

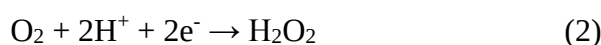
بحث و نتایج

فوتوالکتروفتون

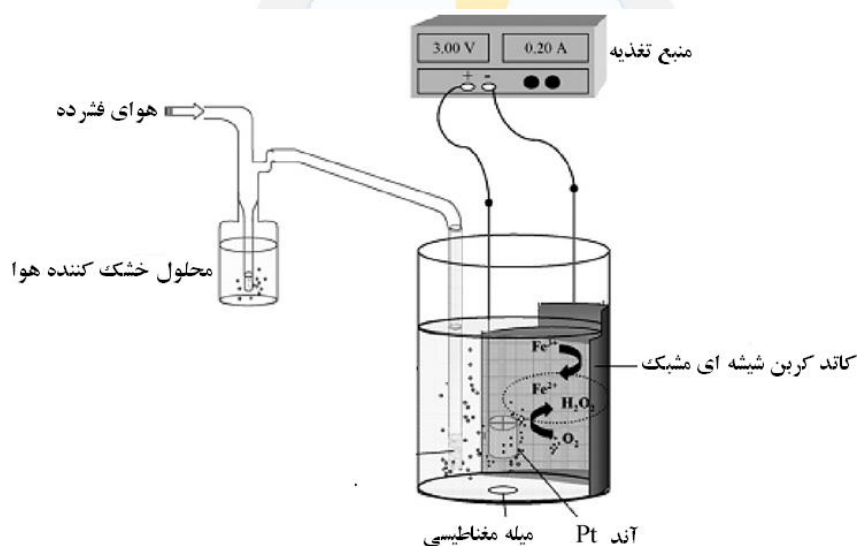
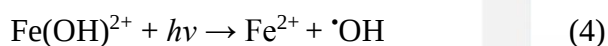
H_2O_2 اگر چه یک ماده سمی به شمار می رود، اما از یک نگاه، می تواند به عنوان یک ماده شیمیایی سبز به حساب آید. زیرا از تجزیه این ماده، محصولات نظیر گاز اکسیژن و آب به عنوان مواد حیات بخش به وجود می آیند. همچنین این ماده به عنوان ماده ضد عفونی کننده و رنگبر در برخی صنایع نظیر صنعت تولید کاغذ و پارچه کاربرد دارد (۱). اما استفاده از این ماده به خاطر قدرت اکسندگی پایین آن در تصفیه پساب ها و آب های آلوده محدود می شود. برای این منظور، H_2O_2 در محیط اسیدی توسط یون Fe^{2+} به عنوان کاتالیزور فعال می شود. در واقع، روش فوتوالکتروفتون بر واکنش معروف فنتون (معادله ۱) پایه گذاری شده است. همان طور که در این معادله مشاهده می شود، از واکنش H_2O_2 به عنوان اکسنده و یون های Fe^{2+} به عنوان کاهنده (معرف فنتون) رادیکال های آزاد هیدروکسیل، $OH\cdot$ ، تولید می شود که این رادیکال ها اکسنده بسیار قدرتمندی محسوب می شوند و می توانند در اکسایش و تخریب آلاینده های زیست محیطی نقش آفرین باشند.



در روش الکتروفتون (شکل ۱)، تولید H_2O_2 در سطح الکترودهای مختلف به عنوان الکترود کاتد با اعمال پتانسیل معین، در اثر کاهش الکتروشیمیایی گاز اکسیژن (معادله ۲) صورت می پذیرد. همچنین یون های Fe^{2+} مجدداً با کاهش الکتروشیمیایی یون های Fe^{3+} تولید می شوند (معادله ۳). این کار هم هزینه مربوط به روش فنتون و هم خطرات مربوط به انبار و حمل و نقل H_2O_2 را کاهش می دهد و از طرف دیگر بازدهی فرایند تخریب را با تولید مجدد یون های Fe^{2+} افزایش می دهد.



در تکنیک فوتوالکتروفتون، همزمان با اعمال پتانسیل به الکترود کاتد، نور فرابنفش (UV) نیز به محلول تابانده می‌شود. که با انجام واکنش (۴) یعنی فوتوکاهش یون‌های $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ ، یون‌های Fe^{2+} و رادیکال-های $\text{OH}^{\bullet}$ دوباره تولید می‌شوند. همچنین با تابش پرتو UV، رادیکال‌های $\text{OH}^{\bullet}$ نیز بر اساس معادله (۵) به وجود می‌آیند. در نتیجه در روش فوتوالکتروفتون بازدهی تخریب آلاینده‌ها نسبت به روش الکتروفتون افزایش قابل توجهی دارد.



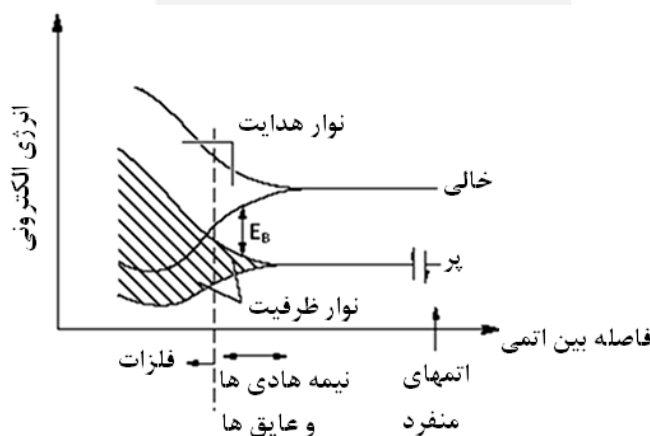
شکل ۱. تصویر شماتیک یک سیستم الکتروفتون.

فوتوالکتروکاتالیز

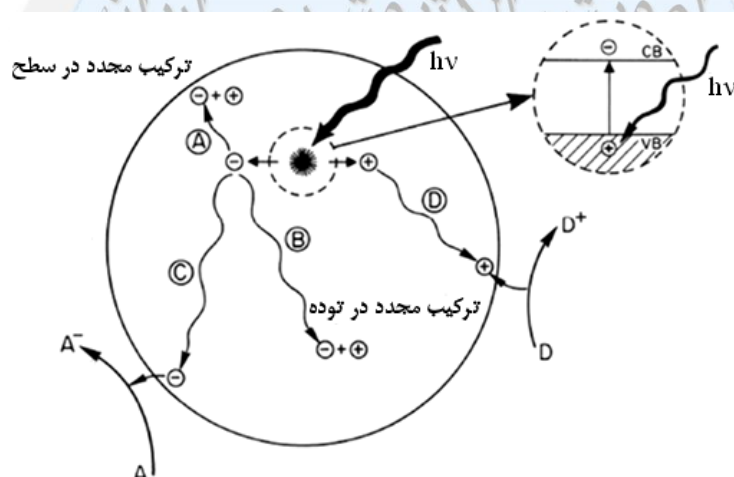
اساس این تکنیک بر تلفیق روش فوتوکاتالیز با اصول الکتروشیمی استوار است. بر اساس نظریه اربیتال مولکولی، در یک مولکول از ترکیب معادلات موجی اربیتال‌های اتمی هم انرژی اتم‌های تشکیل دهنده آن مولکول، اربیتال‌های مولکولی جدید شکل می‌گیرند و الکترون‌های مولکول در این اربیتال‌های جدید آرایش می‌یابند. نظریه نوار که اولین بار توسط باخمطرح گردید، از این هم پا را فراتر می‌گذارد و بیان می‌کند که اربیتال‌های مولکولی هم انرژی در یک مولکول تشکیل نوارهای انرژی را می‌دهند (۶). بر این اساس، بالاترین نوار انرژی که دارای الکترون می‌باشد، نوار ظرفیت (VB) و پایین‌ترین نوار انرژی که خالی از الکترون است، نوار هدایت (CB) نامیده می‌شود. به فاصله انرژی بین نوار ظرفیت و نوار هدایت در یک ماده، شکاف نوار انرژی اطلاق می‌گردد (شکل ۲). همانطور که در این شکل دیده می‌شود، در فلزات این دو نوار با هم همپوشانی دارند، بنابراین فلزات حتی در شرایط عادی نیز دارای هدایت الکتریکی می‌باشند. اما فاصله زیاد انرژی بین دو نوار ظرفیت و هدایت در مواد عایق، باعث نارسا شدن این مواد از نقطه نظر الکتریکی می‌گردد. در مورد مواد نیمه‌هادی شکاف نوار انرژی به اندازه‌ای است که این مواد در شرایط معمولی هادی نمی‌باشند، در صورتی که این مواد با اعمال مقداری انرژی به روش‌های مختلف مانند تابش نور، دادن حرارت و ایجاد شوک‌های الکتریکی رسانای جریان الکتریسیته می‌شوند (۶).

بر خلاف فلزات که نوارهای الکترونی پیوسته دارند، نیمه‌هادی‌ها دارای یک ناحیه انرژی خالی از الکترون می‌باشند که در آنجا هیچ تراز انرژی برای ترکیب مجدد یک الکترون و حفره تولید شده در اثر تحریک نوری، در دسترس نمی‌باشد. ناحیه تهی (خالی) که از بالای نوار ظرفیت پر تا پایین نوار هدایت خالی گسترش دارد، شکاف نوار نامیده می‌شود. هنگامی که تحریک در شکاف نوار رخ می‌دهد، این تحریک دارای طول عمر کافی (در حد نانو ثانیه) می‌باشد به طوری که فرصت انتقال بار به گونه‌های جذب شده (گونه‌های موجود در فاز محلول یا گازی) در سطح نیمه‌هادی وجود دارد. اگر نیمه‌هادی دست نخورده باقی بماند و انتقال بار به گونه‌های جذب شده پیوسته و گرماده باشد فرایند فوتوکاتالیز ناهمگن نامیده می‌شود. فرایند اولیه برای فوتوکاتالیز ترکیبات آلی و معدنی به وسیله نیمه‌هادی‌ها، تولید زوج‌های الکترون-حفره در

ذرات نیمه‌هادی می‌باشد. قسمت بزرگنمایی شده شکل ۳ تحریک یک الکترون از نوار ظرفیت به نوار هدایت به کمک جذب نور با انرژی برابر یا بزرگتر از شکاف نوار نیمه‌هادی را نشان می‌دهد. بعد از تحریک، سرنوشت حفره و الکترون جدا شده در چندین مسیر رقم می‌خورد. شکل ۳ بعضی از مسیرهای آسایش برای الکترون‌ها و حفره‌ها را نشان می‌دهد (۷).

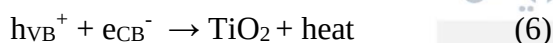


شکل ۲. طرح نموداری ایجاد نوارها در جامدات از اربیتال‌های اتمی اتم‌های منفرد.

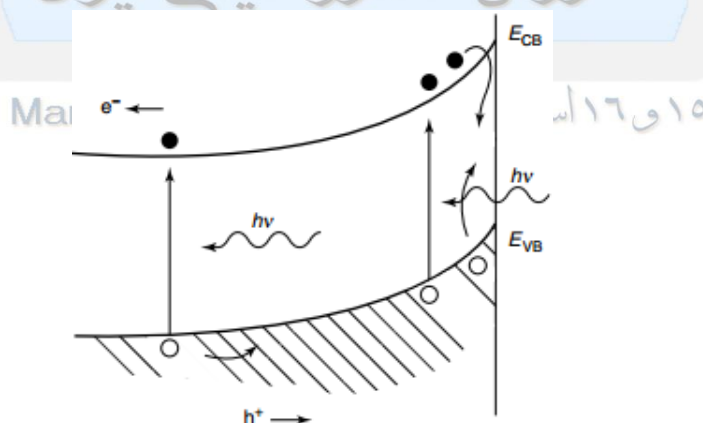


شکل ۳. طرح نموداری فوتواکسایش در یک جامد به همراه پدیده‌های ترکیب مجدد.

مشکل اساسی در فوتوکاتالیز که باعث کاهش بازدهی این فرایند می‌گردد، ترکیب مجدد الکترون‌ها با حفره‌های واکنش نداده یا با رادیکال‌های هیدروکسیل جذب شده است (معادلات ۶ و ۷) (۱):



از تلفیق فناوری الکتروشیمی و فرایند فوتوکاتالیز برای حل این مشکل کمک گرفته شده است. در واقع این تلفیق با ایجاد فرایند جدیدی به نام فوتوالکتروکاتالیز، می‌تواند بازدهی بالاتری را نسبت به فرایند فوتوکاتالیز، فراهم نماید. فرایند فوتوالکتروکاتالیز شامل اعمال یک پتانسیل آندی ثابت (E_{anod}) به یک الکترود آند دارای فیلم نازک TiO_2 می‌باشد که تحت تابش UV است. در این فرایند، الکترون‌های تولید شده در TiO_2 در اثر برانگیخته شدن با نور، به طور پیوسته از سطح آند توسط یک مدار بیرونی خارج می‌شوند. این عمل از ترکیب مجدد الکترون-حفره جلوگیری می‌نماید و باعث تولید بیشتر حفره و در ادامه رادیکال‌های هیدروکسیل می‌شود. در نتیجه اکسایش ترکیبات آلی در سطح الکترود آند به میزان بیشتری نسبت به فرایند فوتوکاتالیز رخ می‌دهد شکل (۴).



شکل ۴. طرح شماتیک جدایی الکترون و حفره در سطح یک فوتو آند.

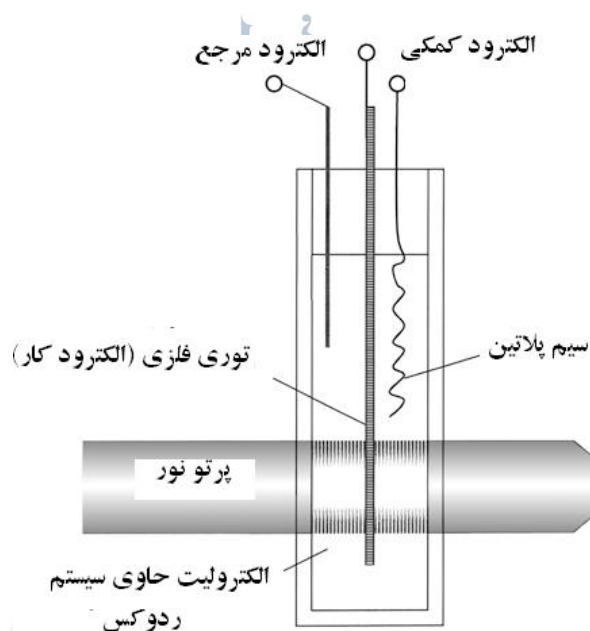
اسپکتروالکتروشیمی

این تکنیک به صورت تکنیک در محل (*in situ*) انجام می‌گیرد. در این شیوه، می‌وان از روش‌های اسپکتروالکتروشیمیایی مختلفی نظیر مری-فرابنفش، زیر قرمز، رامان و اشعه X نام برد. در بین این روش‌ها، روش‌های مری-فرابنفش به طور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. کلید اجرای آزمایش‌های اسپکتروالکتروشیمیایی عبوری، الکترودهای شفاف نوری (OTE) می‌باشند که اجازه می‌دهند نور از سرتاسر سطح آنها و محلول مجاور بگذرد. یک نوع از OTE، شامل یک توری ظریف فلزی (طلا، نقره و نیکل) با سوراخ‌های کوچک (۱۰ تا ۳۰ میکرومتر) است که عبور خوب نور (بیش از ۵۰ درصد) را با هدایت الکتریکی خوب با هم تلفیق می‌کند (شکل ۵). این چنین توری ظریف در اکثر موارد بین دو لام میکروسکوپ فشرده می‌شود که ظرف لایه نازکی را به وجود می‌آورد. اتاقک حاصل که دارای گونه‌های الکتروفعال در محلول است، به ظرف بزرگتری که الکترودهای مرجع و کمکی در آن قرار دارند، وصل می‌شود. در حالت دیگر، OTE ممکن است شامل لایه نازکی (۱۰۰ تا ۵۰۰ آنگستروم) از یک فلز (مانند طلا) یا یک نیمه هادی (مانند قلع اکسید) باشد که روی ماده شفاف نظیر کوارتز یا شیشه نشاندۀ شده است. ضخامت لایه نازک طوری انتخاب می‌شود که توافقی بین هدایت و عبور نور از آن وجود داشته باشد (۸).

روش‌های اسپکتروالکتروشیمیایی زیر قرمز، می‌توانند اطلاعات ساختاری به دست دهند، در حالی که شیوه‌های مری-فرابنفش قادر به انجام این کار نیستند. از این رو اسپکتروالکتروشیمیایی زیر قرمز به ویژه شیوه تبدیل فوری برای شناسایی واکنش‌های شیمیایی انجام یافته در سطح مفید است. این شیوه مستلزم ظروف بسیار نازک است تا دشواری‌های مربوط به جذب حلال را از میان بردارد (۸).

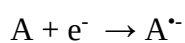
الکتروکمی لومینسانس، روش مفید دیگری برای مطالعه سرنوشت رادیکال‌های آزاد حاصل از الکترولیز است که با نشر نور همراهند (واکنش‌های ۸ تا ۱۱). این روش شامل تشکیل گونه‌های با حالت برانگیخته نشر کننده نور است که از واکنش‌های انتقال الکترون بسیار پرانرژی واکنشگرهای تشکیل شده به طور الکتروشیمیایی به وجود می‌آیند (۹). ترکیبات آلی و معدنی گوناگون (مانند لومینول و ترکیبات نیترو) می‌توانند با ایجاد این فرایند شوند. رادیکال‌های آزاد تولید شده به روش الکتروشیمیایی، همانند عوامل ردوکس

بسیار قوی عمل می کنند و واکنش آنها با یکدیگر و سایر مواد به قدر کافی برای ایجاد حالت های برانگیخته پرنرژی است. آزمایش های الکتروکمی لومینسانس در اغلب موارد با ثبت طیف نور نشر شده، با استفاده از یک محیط ناآبی عاری از اکسیژن (مانند استونیتریل یا دی متیل فورمامید خالص) انجام می گیرند (۹).

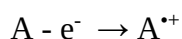


شکل ۵. طرح شماتیک ساده سلول اسپکتروالکتروشیمیایی.

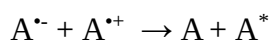
آموزش الکتروشیمی ایران



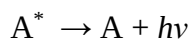
(8)



(9)



(10)



(11)

نتیجه گیری



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

در این مقاله، تلاش شده است به بررسی ارتباط نور و الکتروشیمی و اصول حاکم بر آن پرداخته شود. در این راستا، فرایندهای مهمی نظیر فوتوالکتروفنتون، فوتوالکتروکاتالیز و اسپکتروالکتروشیمی به زبانی ساده مورد بحث قرار گرفته است. هدف از این نوع بیان، آموزش مفاهیم مرتبط با این فرایندها و در نتیجه درک عمیق تر موضوعات الکتروشیمی بوده است.

سومین همایش

مراجع

- [1] C.A. Martinez-Huitle and E. Brillas "Decontamination of wastewaters containing synthetic organic dyes by electrochemical methods: a general review" Appl. Catal. B Environ. (2009), 87, 105-145.
- [2] A. Fujishima and K. Honda "Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode" Nature (1972), 238, 37-38.
- [3] A.J. Bard "Design of semiconductor photoelectrochemical systems for solar energy conversion" J. Phys. Chem. (1982), 86, 172-177.
- [4] M. Schiavello, Ed. *Photocatalysis and Environment*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988.
- [5] W.R. Heineman "Spectroelectrochemistry the combination of optical and electrochemical techniques" J. Chem. Educ. (1983), 60, 305-308.
- [6] A. Many, Y. Goldstein and N.B. Grover, *Semiconductor Surfaces*, North Holland, Amsterdam, 1965.
- [7] Y. Nosaka and M.A. Fox "Kinetics for electron transfer from laser-pulse irradiated colloidal semiconductors to adsorbed methylviologen: dependence of the quantum yield on incident pulse width" J. Phys. Chem. (1988), 92, 1893-1897.
- [8] J. Wang, *Analytical Electrochemistry*, Third edition, Wiley, 2006.
- [9] M.M. Richter "Electrochemiluminescence (ECL)" Chem. Rev. (2004), 104, 3003-3036.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

آموزش مفاهیم واکنش‌های انتقال الکترون کره داخلی و خارجی در الکتروشیمی

ابراهیم زارعی

استادیار، گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران؛ e.zarei@cfu.ac.ir

چکیده:

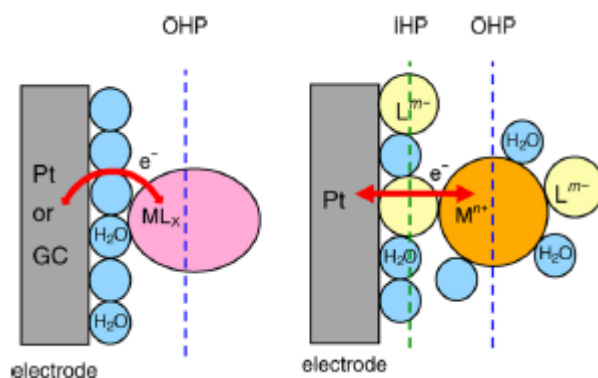
درک درست مفاهیم پایه‌ای در الکتروشیمی از اهمیت زیادی در آموزش این شاخه از علم شیمی برخوردار است. چرا که فهم عمیق موضوعات بعدی در الکتروشیمی، بر تصور درست از مفاهیم اساسی استوار می‌باشد. در این مقاله تلاش شده است به زبانی ساده، مفهوم واکنش‌های انتقال الکترون داخلی و خارجی (Inner- and Outer-Sphere Reactions) و نیز لایه‌های داخلی و خارجی هلمولتز در سطح الکتروود بیان گردد. برای این منظور، از مقایسه زوج‌های ردوکس $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ و $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}/\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ کمک گرفته شده است. نتایج واکنش ردوکس گونه‌های Fe^{3+} و $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ در سطح الکتروودهای صفحه‌ای پلاتین (Pt) و کربن شیشه‌ای (GC) با استفاده از تکنیک ولتامتری چرخه‌ای، نشان می‌دهد که واکنش انتقال الکترون $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ در سطح هر دو الکتروود از مکانیسم کره خارجی تبعیت می‌کند. در صورتی که در مورد یون Fe^{3+} ، واکنش ردوکس در سطح Pt از نوع کره داخلی و در سطح GC از نوع کره خارجی است.

کلمات کلیدی: آموزش الکتروشیمی، انتقال الکترون کره داخلی و خارجی، Fe^{3+} ، $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$

مقدمه

واکنش‌های انتقال الکترون یا ردوکس کمپلکس‌های فلزی در محلول یک موضوع اساسی در مطالعات شیمی معدنی و زیست معدنی به شمار می‌رود. جنبه‌های ترمودینامیکی این واکنش‌های ردوکس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تفاوت در پتانسیل‌های الکترودی استاندارد دو زوج ردوکس، نیروی محرکه این واکنش‌ها می‌باشد. از نقطه نظر مکانیسمی، واکنش‌های انتقال الکترون به طور کلی به دو مسیر کره داخلی و خارجی تقسیم می‌شوند. تعدادی مطالعه درباره مکانیسم واکنش‌های انتقال الکترون بر اساس تئوری مارکوس (Marcus) وجود دارد و داده‌های آزمایشگاهی در این مورد توسط محققین بسیاری فراهم شده است (۱). به عنوان مثال وکنش ردوکس خود تبدالی بین Fe(CN)_6^{3-} و Fe(CN)_6^{4-} به واکنش انتقال الکترون کره خارجی و واکنش خود تبدالی بین Fe^{3+} و Fe^{2+} در محلول هیدرو کلریک اسید به عنوان واکنش انتقال الکترون کره داخلی در نظر گرفته می‌شود.

به طور مشابه، واکنش‌های الکترودی به واکنش‌های انتقال الکترون داخلی و خارجی تقسیم بندی می‌شوند (۲، ۳). در یک واکنش الکترودی انتقال الکترون خارجی، انتقال الکترون بین الکتروود و گونه اکسند یا کاهنده در صفحه جدا شده توسط حداقل یک لایه از حلال که صفحه هلمولتز خارجی نامیده می‌شود، رخ می‌دهد (شکل ۱). بنابراین، برهم کنش‌های بین الکتروود-واکنش‌گر باید ضعیف باشد. رویکرد به کار رفته برای بررسی چنین واکنش‌های الکترودی می‌تواند شبیه به واکنش‌های خود تبدالی کره خارجی همگن باشد. از طرف دیگر، در یک واکنش الکترودی کره داخلی، یک لیگاند کوئوردینه شده با یون فلزی الکتروفعال، با سطح الکتروود پیوند داده و انتقال الکترون از طریق این لیگاند جذب شده روی سطح الکتروود در صفحه هلمولتز داخلی انجام می‌گیرد. در نتیجه، ثابت سرعت یک واکنش کره داخلی باید به مقدار بسیار زیاد به جنس الکتروود وابسته باشد. در صورتی که وابستگی یک واکنش الکترودی کره خارجی کمتر است.

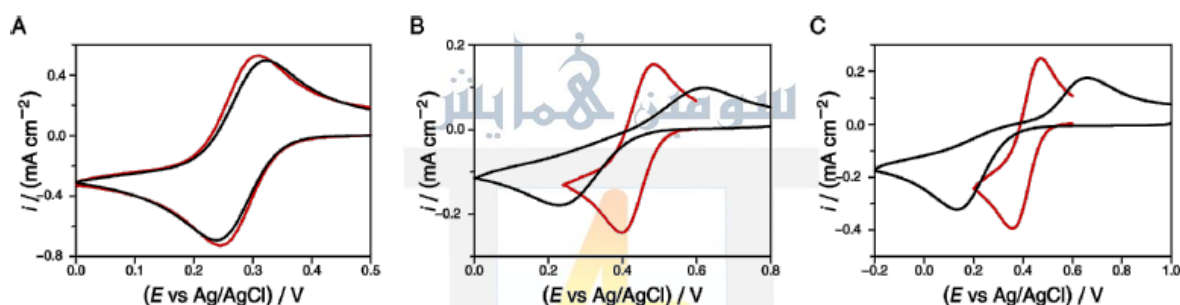


شکل ۱. تصویر شماتیک مکانسیم‌های انتقال الکترون: انتقال الکترون کره خارجی (سمت چپ) و انتقال الکترون کره داخلی (سمت راست). IHP صفحه هلمولتز داخلی و OHP صفحه هلمولتز خارجی است.

بحث و نتایج

ولتامتری چرخه‌ای یکی از مفیدترین تکنیک‌ها برای مطالعات الکترودی است (۴-۷). به عنوان یک مثال معروف و مهم برای بحث در مورد واکنش‌های انتقال الکترون داخلی و خارجی و مقایسه آنها می‌توان از زوج‌های ردوکس $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ و $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}/\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ نام برد که به ویژه زوج روکس اول به طور وسیع در آزمایشات اولیه تدریس تکنیک ولتامتری چرخه‌ای در کلاس‌های درس مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور انجام این مقایسه، رفتار الکتروشیمیایی زوج ردوکس $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}/\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ در محلول ۰/۱ مولار پتاسیم کلرید و زوج ردوکس $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ در محلول ۱/۰ مولار هیدروکلریک اسید و ۰/۵ مولار سولفوریک اسید در سطح الکترودهای Pt و GC ارائه شده است (شکل ۲). شکل ۲A ولتاموگرام‌های چرخه‌ای محلول ۲/۰ mM $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ را در حضور ۰/۱ مولار پتاسیم کلرید در سطح الکترودهای صفحه‌ای Pt و GC با سرعت روبش ۲۰۰ mV/s نشان می‌دهد. هر دو ولتاموگرام سیستم‌های شبه برگشت پذیر را نشان می‌دهند که در آن اختلاف پتانسیل‌های دماغه‌های آندی و کاتدی بزرگتر از ۵۹ mV است. شکل‌های ۲B و ۲C ولتاموگرام-

های چرخه‌ای زوج ردوکس $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ را به ترتیب در محلول‌های هیدروکلریک اسید و سولفوریک اسید به نمایش می‌گذارد.



شکل ۲. ولتاموگرام‌های چرخه‌ای در سطح الکترودهای Pt (قرمز) و GC (سیاه): (A) محلول ۲۱۰ mM $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ در حضور ۰/۱ مولار پتاسیم کلرید با سرعت روبش ۲۰۰ mV/s، (B) محلول ۲۱۰ mM FeCl_3 در حضور ۱/۰ مولار هیدروکلریک اسید با سرعت روبش ۵۰ mV/s و (C) محلول ۱/۷ mM $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ در حضور ۰/۵ مولار سولفوریک اسید با سرعت روبش ۵۰ mV/s.

برای زوج ردوکس $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}/\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ ، از مقایسه مقادیر ثابت سرعت انتقال الکترون (k^0) در سطح الکترودهای صفحه‌ای Pt (4.1×10^{-2} cm/s) و GC (1.2×10^{-2} cm/s) نتیجه می‌شود که این کمیت به جنس الکتروود وابسته نمی‌باشد و مکانیسم انتقال الکترون این زوج در سطح هر دو الکتروود از نوع کره خارجی است. در صورتی که در مورد زوج ردوکس $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ، ولتاموگرام چرخه‌ای این زوج در سطح الکتروود GC در محلول هر دو اسید، پیک‌های پهنی را با ΔE_p بزرگ در مقایسه با ولتاموگرام‌های چرخه‌ای در سطح الکتروود Pt نشان می‌دهد. مقادیر k^0 در سطح الکتروود Pt برای زوج ردوکس $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ در هیدروکلریک اسید و سولفوریک اسید (به ترتیب 5.0×10^{-3} و 1.0×10^{-4} cm/s) و ۵۰ و ۱۰۰ برابر بزرگتر از مقادیر مشابه این ثابت در سطح الکتروود GC (به ترتیب 2.7×10^{-3} و 3.3×10^{-5} cm/s) می‌باشد.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

است. وابستگی زیاد k^0 زوج ردوکس $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ به جنس الکتروود نشان می‌دهد که واکنش الکتروودی این زوج ردوکس در سطح Pt از نوع کره داخلی و در سطح GC از نوع کره خارجی است. برای زوج ردوکس $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}/\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ ، ML_x در تصویر سمت چپ شکل ۱ می‌تواند با $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ یا $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ جایگزین شود. به طور مشابه، M^{n+} و L^{m-} به ترتیب با $\text{Fe}^{3+/2+}$ و Cl^- یا SO_4^{2-} در تصویر سمت راست این شکل قابل جایگزینی است. کاهش $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ در صفحه جدا شده توسط حداقل یک مولکول آب در سطح الکتروودهای Pt و GC رخ می‌دهد. کاهش Fe^{3+} در سطح الکتروود GC شبیه به $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ ، از نوع مکانیسم کره خارجی می‌باشد. در صورتی که کاهش Fe^{3+} در سطح الکتروود Pt به ترتیب در محلول‌های HCl و H_2SO_4 از طریق پل یک آنیون کلرید یا سولفات که در سطح این الکتروود جذب شده است، انجام می‌گیرد.

نتیجه گیری

به منظور آموزش مفاهیم انتقال الکترون کره داخلی و خارجی، به عنوان یک مثال مناسب از داده‌های ولتاموگرام‌های چرخه‌ای واکنش ردوکس گونه‌های Fe^{3+} و $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ در سطح الکتروودهای صفحه‌ای Pt و GC استفاده شده است. نتایج اثبات می‌کند که واکنش انتقال الکترون $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ در سطح هر دو الکتروود از نوع مکانیسم کره خارجی می‌باشد. همچنین، بررسی‌ها اثبات می‌کند که در مورد یون Fe^{3+} ، واکنش انتقال الکترون در سطح Pt از مکانیسم کره داخلی و در سطح GC از مکانیسم کره خارجی پیروی می‌کند.

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶

مراجع

- [1] A.G. Lappin, *Redox Mechanisms in Inorganic Chemistry*, Ellis Horwood: New York, 1994.
- [2] L.M. Torres, A.F.Gil, L. Galicia and I. Gonzalez "Understanding the difference between inner-and outer-sphere mechanisms: an electrochemical experiment" J. Chem. Educ. (1996), 73, 808-810.

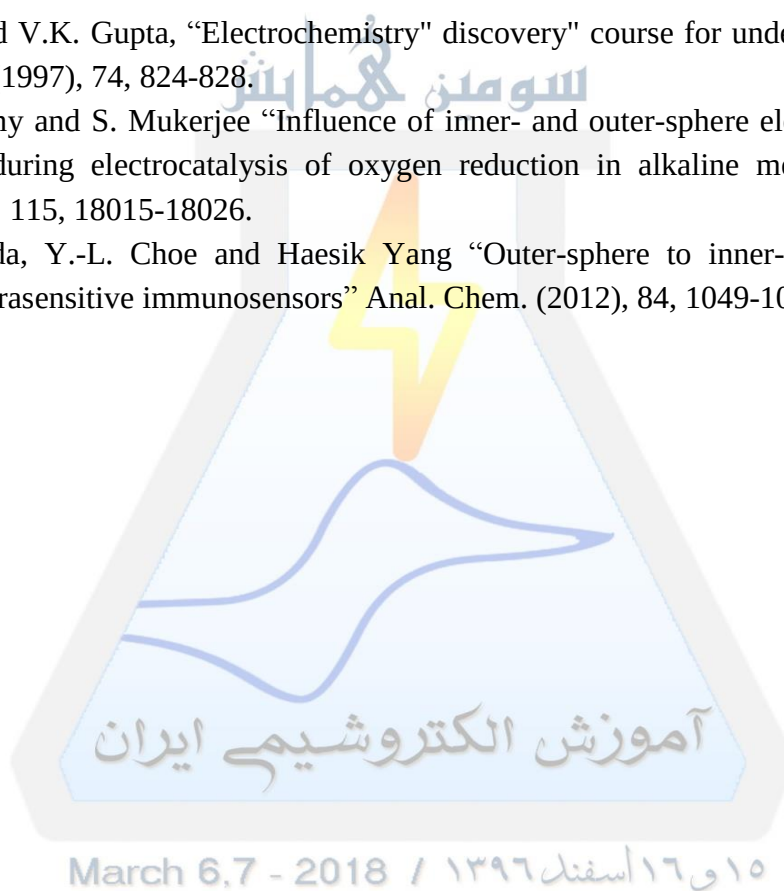


لشومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

- [3] A. J. Bard and L.R. Faulkner, *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*, 2nd ed., Wiley: New York, 2001, pp 115-124.
- [4] P.T. Kissinger and W.R. Heineman "Cyclic voltammetry" J. Chem. Educ. (1983), 60, 702-706.
- [5] M.A. May and V.K. Gupta, "Electrochemistry" discovery" course for undergraduates" J. Chem. Educ. (1997), 74, 824-828.
- [6] N. Ramaswamy and S. Mukerjee "Influence of inner- and outer-sphere electron transfer mechanisms during electrocatalysis of oxygen reduction in alkaline media" J. Phys. Chem. (2011), 115, 18015-18026.
- [7] Md.R. Akanda, Y.-L. Choe and Haesik Yang "Outer-sphere to inner-sphere" redox cycling for ultrasensitive immunosensors" Anal. Chem. (2012), 84, 1049-1055.





سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

طراحی محتوای «موازنه به روش نیم پیلی» مبتنی بر E 5

غلامرضا زمانی

دانشجوی ارشد آموزش شیمی

الکتروشیمی



موازنه واکنش‌های اکسایش و کاهش

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

قسمت اول

در مباحث قبلی آموختید که هرگاه یک قطعه فلز از جنس Zn را درون محلولی از مس (II) قرار دهیم، با گذشت زمان از رنگ آبی محلول کاسته شده و همچنین بر روی بخشی از قطعه فلز Zn که درون محلول قرار دارد رسوب قرمز رنگی تشکیل می‌شود. با بررسی این محلول نیز مشخص می‌شود که از غلظت مس (II) درون محلول کم شده درحالی که مقداری یون Zn^{2+} درون محلول قابل شناسایی است. به عبارت دیگر اتم‌های فلز Zn در این فرایند اکسایش یافته و نقش کاهنده دارند، یون‌های Cu^{2+} نیز کاهش یافته و نقش اکسنده دارند.



هر واکنشی که در پیرامون ما انجام می‌گیرد از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند بنابراین واکنش‌های اکسایش و کاهش نیز از این قانون پیروی می‌کنند. لذا معادله شیمیایی مربوط به این واکنش‌ها نیز باید موازنه شود. برای موازنه این نوع از واکنش‌ها دو روش وجود دارد که در ادامه معرفی می‌شوند:

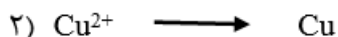
- موازنه با استفاده از روش نیم پیلی
- موازنه با استفاده از روش تغییر عدد اکسایش

باهم بیندیشیم

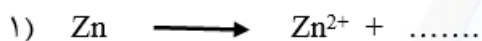
در معادله‌های زیر که مربوط به نیم‌واکنش اکسایش و کاهش حاصل از قرار گرفتن تیغه Zn درون محلول آبی رنگ از مس (II) است:

سومین همایش

(آ) موازنه بودن هر نیم‌واکنش را از نظر تعداد اتم‌ها بررسی نمایید.



(ب) هر نیم‌واکنش را از نظر بار الکتریکی، با وارد کردن یک یا چند الکترون در جاهای خالی موازنه نمایید.



(پ) این نیم‌واکنش‌ها هم‌زمان باهم انجام می‌شوند و از مجموع نیم‌واکنش‌ها، واکنش کلی فرایند انجام‌شده به دست می‌آید. واکنش کلی انجام‌شده را بنویسید.

توجه: الکترون فقط در معادله نیم‌واکنش‌ها دیده می‌شود و در یک معادله کلی، نماد الکترون ظاهر نمی‌شود.

(ت) با دقت در معادله واکنش کلی مشخص کنید آیا معادله نوشته‌شده توسط شما موازنه است یا نه؟

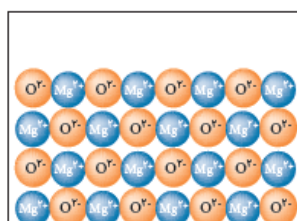
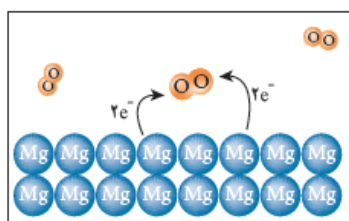
ث) به نظر شما هنگام نوشتن معادله مربوط به واکنش کلی، لازم است که تعداد الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش با تعداد الکترون‌های مصرف‌شده در نیم‌واکنش کاهش برابر باشند؟ در مورد پاسخ خود با دوستانتان مشورت نمایید.

سومین همایش

اکنون با توجه به آنچه از باهم بیان‌دیشیم بالا نتیجه گرفته‌اید، مراحل موازنه نیم‌واکنش‌ها را به صورت چند مرحله متوالی بنویسید و از آن در پاسخ دادن به سؤالات «فکر کنید» زیر کمک بگیرید.

فکر کنید

شکل (۱) واکنش سوختن فلز منیزیم را نشان می‌دهد. فراورده این واکنش شیمیایی، منیزیم اکسید است. می‌دانید که در این واکنش، انتقال دو الکترون از اتم‌های فلز منیزیم به اتم‌های اکسیژن، سبب پایدار شدن اتم‌های هر دو (و در این مورد رسیدن به قاعده هشت‌تایی) می‌شود.



شکل (۲) انتقال الکترون بین منیزیم و اکسیژن

شکل (۱) سوختن نوار منیزیم



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

(آ) با توجه به شکل (۲) جاهای خالی را کامل کنید.



ب) معادله کلی مربوط به فرایند سوختن منیزیم را از مجموع نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش آن به دست آورید.

همان‌طور که از پاسخ دادن به پرسش‌های مطرح‌شده نتیجه گرفتید، برای رسیدن به یک معادله موازنه‌شده از نیم‌واکنش‌ها، علاوه بر برابر بودن تعداد اتم‌ها در هر نیم‌واکنش، باید میزان بارها نیز موازنه باشد. به این ترتیب می‌توان از مجموع معادله نیم‌واکنش‌های موازنه‌شده، به معادله موازنه‌شده واکنش کلی رسید.

بنابراین برای موازنه یک واکنش اکسایش و کاهش لازم است در ابتدا نیم‌واکنش‌ها را نوشته و تعداد اتم‌ها را به روش واری موازنه نمایید و سپس با قرار دادن الکترون در سمت فراورده‌های نیم‌واکنش اکسایش و در سمت واکنش‌دهنده‌های نیم‌واکنش کاهش، هر نیم‌واکنش را از نظر بار الکتریکی موازنه نمایید. دو نیم‌واکنش در ظرف آزمایش هم‌زمان باهم انجام می‌شوند و تعداد الکترون‌های مبادله شده در دو نیم‌واکنش با یکدیگر برابر است. اگر پس از موازنه نیم‌واکنش‌ها تفاوتی در تعداد الکترون‌های دو نیم‌واکنش دیده شد باید برای برابر کردن الکترون‌ها و جلوگیری از ظاهر شدن الکترون در معادله کلی، با ضرب کردن نیم‌واکنش‌ها در اعدادی صحیح تلاش کنید.

تمرین

۱- به واکنش اکسایش و کاهش داده شده دقت کنید.



اگر یون کلر در این واکنش نقش یون تماشاگر را داشته باشد. حداکثر در دو سطر یون تماشاگر را تعریف کنید؟

۲- با حذف یون تماشاگر، این معادله را موازنه کنید.

۳- معادله زیر را پس از حذف یون تماشاگر موجود در آن به روش نیم پیلی موازنه کنید.



قسمت دوم

اما همواره موضوع به این سادگی نیست و موازنه به روش نیم پیلی می تواند اندکی پیچیده تر باشد و لازم است نکات بیشتری درباره موازنه به روش نیم پیلی بیاموزید. در ادامه با این نکات آشنا خواهید شد. برای موازنه نیم واکنش ها در صورتی که در آن ها اکسیژن یا هیدروژن وجود داشته باشد و تعداد آن ها در دو سمت نیم واکنش برابر نباشد، در محیط اسیدی و محیط بازی اندکی تفاوت در روش موازنه ایجاد می شود. در محیط اسیدی از آب و یون هیدروژن استفاده می کنیم اما اگر محیط قلیایی باشد علاوه بر آب و یون هیدروژن از یون هیدروکسید نیز



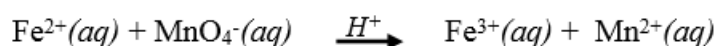
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

کمک می‌گیریم. با دقت در بخش‌های بعدی سعی کنید علاوه بر پاسخ دادن به پرسش‌ها، نکات مهم یا کلیدی را یادداشت کنید تا در ادامه درس از آن‌ها استفاده نمایید.

با هم بیندیشیم

(۱) به معادله زیر دقت کنید:



(آ) نیم‌واکنش اکسایش را در آن پیدا کرده و به‌صورت جداگانه بنویسید.

(ب) عدد اکسایش منگنز در سمت مواد اولیه را تعیین کرده و با عدد اکسایش منگنز در سمت فراورده‌ها مقایسه نمایید. آیا می‌توان نتیجه گرفت که منگنز در این واکنش کاهش یافته است؟

(پ) نیم‌واکنش کاهش را به‌صورت جداگانه بنویسید.

(ت) نیم‌واکنش اکسایش را موازنه نمایید.

(ث) برای موازنه نیم‌واکنش کاهش با توجه به اینکه واکنش در محیط اسیدی است و تعداد اتم‌های اکسیژن در

دو طرف معادله برابر نیست، چه پیشنهادی دارید؟

(توجه: در محلول اسیدی می‌توان از آب و یون هیدروژن برای موازنه نیم‌واکنش‌ها کمک گرفت.)

(ج) نیم‌واکنش کاهش را موازنه نمایید.



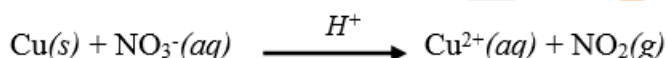
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

چ) معادله مربوط به واکنش کلی را با استفاده از مجموع نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش بنویسید.

ح) برای موازنه واکنش اکسایش و کاهش به روش نیم پیلی در محیط اسیدی چه مراحل باید طی شود؟ این مراحل را به کمک دوستان خود مرتب بنویسید.

۲) معادله اکسایش و کاهش زیر را موازنه نمایید.



۴- با توجه به اینکه در محیط قلیایی با استفاده از یون هیدروژن و آب به همراه یون هیدروکسید می‌توان نیم‌واکنش‌ها را موازنه کرد، با مشورت دوستان خود معادله زیر را موازنه کنید و قواعدی را تعیین کنید تا به کمک آن‌ها بتوان نیم‌واکنش‌هایی که در محیط قلیایی انجام می‌شوند را موازنه کرد.



نکته: برای موازنه در محیط قلیایی نیز همانند محیط اسیدی عمل کنید، فقط توجه کنید با توجه به این که محیط قلیایی است لازم است یون H^+ افزوده شده را با افزودن یون هیدروکسید به دو طرف معادله خنثی نمایید، حاصل این فرآیند آب است.

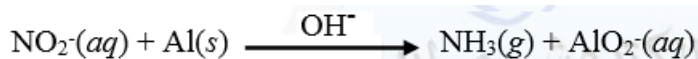
۵- قواعد مربوط به موازنه نیم‌واکنش‌ها در محیط بازی را در چند مرحله مجزا بنویسید.

۶- به کمک قواعد خود معادله مربوط به واکنش اکسایش و کاهش زیر را که در محیط قلیایی انجام می‌پذیرد موازنه نمایید.



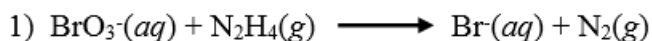
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018



تمرین

۱- واکنش ۱ در محیط اسیدی و واکنش ۲ در محیط قلیایی انجام می شوند. آنها را موازنه نمایید.



۲- با مراجعه به وبسایت گروه شیمی یزد به آدرس <http://www.shimi.blogfa.com/post-135.aspx> یا <http://chem.blogfa.com/post-2.aspx> چند معادله شیمیایی انتخاب کرده و سعی کنید با موازنه آنها به روشی که در این جلسه آموختید، دانش خود را بسنجید.

قسمت سوم

جمع بندی مبحث موازنه به روش نیم پیلی

همان طور که در طول این جلسه آموزشی آموختید برای موازنه به روش نیم پیلی همانند روش واری که قبلاً یاد گرفته بودید رعایت یکسری نکات برای رسیدن به یک معادله موازنه شده لازم و ضروری است. طی این جلسه شما قواعدی را به عنوان مراحل موازنه به روش نیم پیلی پیشنهاد دادید. اکنون قواعد خود را با قواعدی که در زیر مطرح شده است مقایسه کرده و به عملکرد خود در این جلسه آموزشی نمره دهید.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

مراحل پیشنهادی موازنه به روش نیم پیلی:

۱. تعیین عدد اکسایش تمام اتم‌ها و تعیین اتم‌هایی که اکسایش یا کاهش یافته‌اند.
۲. تعیین معادله نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش و نوشتن آن‌ها به صورت جدا از هم موازنه نیم‌واکنش‌ها از نظر قانون پایستگی جرم (برابری تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله)
توجه ۱: در محیط اسیدی برای موازنه اکسیژن به نیم‌واکنش آب اضافه نمایید و برای موازنه هیدروژن به نیم‌واکنش یون هیدروژن را بیفزایید.
- توجه ۲:** در محیط قلیایی پس از اینکه اکسیژن و هیدروژن را به روش بالا موازنه کردید لازم است که یون هیدروژن را خنثی کنیم برای این منظور به تعداد یون هیدروژن به دو طرف معادله یون هیدروکسید اضافه نمایید.
۳. موازنه نیم‌واکنش‌ها از نظر بار الکتریکی با قرار دادن الکترون در سمتی که نیاز است (برابر کردن بار الکتریکی در دو طرف معادله).
۴. برابر کردن تعداد الکترون‌ها در دو نیم‌واکنش به وسیله ضرب کردن یک یا هر دو نیم‌واکنش در کوچک‌ترین عدد صحیح
۵. جمع کردن دو نیم‌واکنش و ساده کردن (حذف کردن) الکترون‌ها با یکدیگر و در صورت وجود ذرات مشابه دیگر نیز به همین ترتیب ساده شوند تا از هر ذره فقط در یک طرف معادله باقی بماند.
۶. چک کردن معادله از نظر موازنه تعداد اتم‌ها و بار الکتریکی

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶

مراجع:

ارشدی، نعمت‌الله و جلیلی، سیف‌الله. (۱۳۹۵). شیمی فرایندهای شیمیایی، دفتر تألیف کتب درسی.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

طراحی آزمایش ساخت باتری غذایی مبتنی بر شیمی سبز

نجمه السادات هاشمی^۱، مجتبی طیبی^۲

^۱فارغ التحصیل کارشناسی ارشد آموزش شیمی، ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی؛

nhashemi1940@gmail.com

^۲ادبیر شیمی (کارشناسی ارشد شیمی معدنی)، ایران، تهران، آموزش و پرورش شهرستانهای تهران؛

tayebimojtaba53@gmail.com

چکیده:

در این مقاله، آزمایشی را گزارش می‌کنیم که دانش‌آموزان را با الکتروشیمی باتری از طریق ساخت باتری غذایی ساده و کارآمد آشنا می‌کند. این آزمایش با توجه به اهمیت باتری‌ها در زندگی امروزه و اثربخشی آزمایش‌های عملی و آزمایشگاهی بر روی یادگیری دانش‌آموزان طراحی شده است. این فعالیت آزمایشگاهی به فراگیران اجازه می‌دهد که شیمی را به زندگی روزمره خود ارتباط دهند و بینش بهتری نسبت به مفاهیم و اصول الکتروشیمی پیدا کنند، همچنین با صرف هزینه بسیار جزئی و به روش بسیار آسان و سبز، تجربه علمی ارزشمندی را با ساخت باتری خانگی به دست آورند. در این آزمایش دانش‌آموزان می‌توانند از ملاقه مسی یا برنجی و زودپز به عنوان الکترودهای آند و کاتد و از آب گوشت و یا قورمه سبزی به عنوان الکترولیت استفاده



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

کنند. این آزمایش‌ها در حالی که یادگیری محتوی موضوعات الکتروشیمی و به خصوص سل‌های گالوانی، الکترودها و تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی را تسهیل می‌نماید، دانش آموزان را برای شرکت در بحث کلاسی تشویق می‌کند. نتایج این تحقیق باعث بهبود نظام آموزشی، تربیت دانشجویانی مسئول، جایگزین کردن روش‌های سبز به جای روش‌های سنتی، اصلاح برنامه درسی آزمایشگاه شیمی تجزیه بر مبنای اصول شیمی سبز و همچنین دستیابی دانشجویان به اصول شیمی سبز از طریق کاوشگری می‌گردد.

کلمات کلیدی: باتری، آزمایش، آموزش، دانش‌آموزان، یادگیری





سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

۲- مقدمه

فناوری انرژی الکتروشیمیایی حداقل انتشار کربن دی اکسید به اتمسفر و بازدهی و پایداری انرژی بالایی را ارائه می‌کند [۱]. یکی از مباحث اصلی در الکتروشیمی، تولید انرژی و ذخیره آن است که باتری‌ها می‌توانند این کار را انجام دهند. باتری‌ها در طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاربردی از جمله دستگاه‌های تلفن همراه، وسایل نقلیه الکتریکی و برای ذخیره‌سازی الکتریکی استفاده می‌شوند [۲]. باتری‌ها می‌توانند در فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر نقش آفرین باشند، به همین علت درک نسل آینده از آنها در فناوری توسعه یافته حائز اهمیت است.

با توجه به نوع کارکرد و نقش مهم باتری‌ها در تأمین انرژی و کاربرد وسیع آنها در زندگی روزمره، آشنایی دانش‌آموزان و دانشجویان با نحوه عملکرد و ساخت آنها حائز اهمیت می‌باشد. معمولاً هر باتری از یک یا چند سلول کوچک داخلی تشکیل شده است. باتری نوعی پیل الکتریکی گالوانیک است که منبع انرژی پتانسیل الکتریکی می‌باشد که در آن با انجام واکنش‌های شیمیایی، انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود [۳]. این انرژی در قطب‌های باتری قابل دریافت است. باتری‌ها دو انتهای مثبت و منفی دارند. قطب مثبت باتری را کاتد و قطب منفی آن را آنود می‌نامند. در تمام باتری‌ها از فلزات برای الکترودها استفاده می‌شود. الکترودها با هم در تماس مستقیم نبوده و تنها تماس آنها از طریق الکترولیت صورت می‌گیرد. هدف از ارائه این آزمایش



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

آموزش و یادگیری تسهیل شده مبحث سل‌های گالوانیک و نحوه عملکرد سل خود به خودی و چگونگی تولید جریان الکتریسیته طی واکنش الکتروشیمیایی با کمک ساخت باتری خانگی توسط خود دانش پژوهان می‌باشد.

سومین همایش

۲- بخش تجربی

۲-۱- وسایل و مواد مورد نیاز



۱- مولتی‌متر

۲- ملاقه مسی

۳- ملاقه برنجی

۴- زودپز (آلیاژ فلزات)

۵- شیرجوش

(از جنس آلومینیم)

۶- آب گوشت، قرمه سبزی و ... / اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018

۲-۲- روش کار

ابتدا غذای مورد نظر (آب گوشت یا قورمه سبزی) خود را مطابق شکل (۱) در زودپز آماده می‌کنیم.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

باتری (الف) یک ملاقه مسی در آن قرار می‌دهیم. دو سر سیم مولتی متر را به زودپز و ملاقه اتصال می‌دهیم.

مولتی متر را روشن کرده عدد بدست آمده ($V = 0.50$) را ثبت می‌کنیم.

باتری (ب) با تعویض ملاقه مسی به برنجی بار دیگر ولتاژ جدید ($V = 0.30$) را ثبت می‌کنیم.



March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶

۳- نتایج و بحث



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

برنامه درسی باید ارتباط مناسبی با زندگی روزمره و نیازهای جامعه برقرار کند و اشتیاق فراگیران را به یادگیری افزایش دهد. آموزش ساخت باتری مبتنی بر شیمی سبز به علت حذف خطرات و یا به حداقل رساندن آنها بسیار جذاب بوده و باعث ترغیب فراگیران به یادگیری موضوع مورد نظر و انجام تحقیقات وسیع تری می شود. در دسترس بودن انواعی از غذاها برای ساخت باتری از مزایای قابل توجه در این پژوهش است.

۴- نتیجه گیری

تلفیق شیمی سبز با شیمی تجزیه نه تنها مشکلی برای یادگیری فراگیران ایجاد نمی کند، بلکه حس خلاقیت و ابتکار آنها را در ساخت باتری افزایش داده و باعث تفکر و درک بهتری از شیمی سبز می شود و نگرش مثبتی در آنها ایجاد می کند.

شیوه تدریس پیشنهاد شده و انجام فعالیت های خواسته شده در این محتوا اگر همراه با برگزاری کارگاه های عملی و آزمایشگاهی باشد، می تواند حس کنجکاوی فراگیران را برانگیزد و آنها را برای تحقیقات وسیع تر ترغیب کند تا با خلاقیت خود راه های بهتری را برای ساخت باتری مرغوب تر، پیشنهاد دهند.

مراجع

- March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶
- [1] Benitez, L. E., P.C.Benitez, G. C.Van Kooten, The economics of wind power with energy storage. Energy Economics, 2008. 30(4), 1973-1989.
 - [2] Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, A. E. Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals. In Theory, and Design, 2nd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, 2009.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

- [3] Fabian Steger, Alexander Nitsche, Hans-Georg Schweiger, Iouri Belski, Teaching battery basics in laboratories: comparing learning outcomes of hands-on experiments and computer-based – simulations, AAEE 2016 Conference, Coffs Harbour, Australia.





سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

بررسی نحوه آموزش واکنش های اکسایش کاهش به کمک روش پدیدار نگاری

معصومه قلخانی^۱، محمدرضا خدارحم^۲

^۱عضو هیئت علمی، ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی، ghalkhani@srttu.edu

^۲دانشجوی کارشناسی ارشد، ایران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی، Mrz.khodarahm@gmail.com

چکیده:

پدیدار نگاری روشی است که در زمره روش های پژوهش کیفی قرار می گیرد و در حیطه پارادایم تفسیری جای دارد. این روش در دهه ۱۹۷۰ در دانشگاه گوتنبرگ سوئد ایجاد شد و هدف آن دستیابی به درکی عمیق از مفاهیم متفاوت یک پدیده در نزد افراد مختلف است. اساس این روش بر این موضوع استوار است که افراد مختلف می توانند تجارب و یا مفاهیم متفاوتی از یک پدیده داشته باشند. پدیدارنگاران همچنین برای ارایه تصویری کلی و چند بعدی از یک پدیده، طبقات توصیفی مذکور را در قالب چهارچوبی بزرگتر که « فضای نتیجه » نامیده می شود، مرتبط و منظم میسازند. به این ترتیب نتایج مطالعات پدیدارنگاری برای درک عمیق مفهوم یک پدیده از منظر گروه خاصی از افراد بسیار سودمند است. اما استفاده از پدیده نگاری در علوم تجربی مانند شیمی می تواند به مثابه کشف جنبه های متفاوت این علم باشد، از این رو در تحقیق حاضر ما در تلاش هستیم تا با تلفیق آموزش الکتروشیمی و مبحث واکنش های اکسایش کاهش و



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

بهره گیری از تجربیات یاد گیرندگان به آموزش هرچه بهتر این علم کمک کنیم.

مقدمه:

ما دقیقاً شبیه آن مردان کوری هستیم که وارد مکانی شدند تا یک موجودیت (یک فیل) را از طریق لمس کردن بخشی از آن (مثلاً پای فیل) شناسایی کنند. مسلماً اگر بتوانیم اطلاعات همه آن مردان کور، که هر کدام بخش متفاوتی از فیل را لمس کرده اند جمع کنیم، میتوانیم حدسهای بهتری در مورد کلیت فیل بزنیم. افراد مختلف در شرایط و موقعیت های متفاوت برداشت های متفاوتی از یک پدیده واحد دارند، از این رو جمع آوری و بررسی اطلاعات افراد مختلف که از تجربه آن ها نیز ممکن است نشأت بگیرد می تواند منجر به ارائه توصیف عمیقی از آن پدیده شود.

در واقع جمع آوری تجارب و مفاهیم متفاوت افراد و قرار دادن آن ها در یک ساختار بزرگتر منجر به ایجاد یک تصویر کامل از پدیده می شود. به این مثال توجه کنید ، یک خانواده در اولین سفر خود به یک شهر قصد بازدید از جنبه های مختلف یک شهر را دارند، از این رو شروع به جمع آوری اطلاعات از افراد مختلفی می کنند که تجربه سفر به آن شهر را داشته اند و تجربه هر فرد را یادداشت می کنند.

پس از پایان جمع آوری اطلاعات از افراد مختلف حال آنها به یادداشت های خود نگاه می کنند، هر فرد مشورت شونده اطلاعاتی از شهر را به آن ها منتقل کرده است ، پس یک نگاه کلی به یادداشت ها تصویر



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

کاملی از شهر مقصد و شرایط مورد نیاز جهت سفر، اقامت، اماکن دیدنی و ... به آن‌ها می‌دهد.

در پدیدار نگاری ما به مانند خانواده ای هستیم که قصد یادگیری مطلبی ناشناخته را داریم، از این رو کسب تجربیات همه افراد می تواند نقشه درک ما از موضوع را کامل تر کند. یکی از مهم ترین جنبه های این مدل از آموزش را اما می توان در واکنش های اکسایش کاهش دنبال کرد، زیرا با توجه به پایه تحصیلی هدف برای آموزش این مبحث و پیش دانسته های اندک دانش آموزان از فضای این مبحث می تواند بسیار فضای مناسبی را برای ارائه این مبحث فراهم نماید.

به منظور نیل به این اهداف، در ادامه ابتدا به خاستگاه تاریخی و موضوعی این روش می پردازیم و سپس با بیان پیش فرض های استفاده از این روش در علم شیمی به بررسی نحوه استفاده از این روش در ارائه مطالب مربوط به واکنش های اکسایش کاهش با استفاده از مثال هایی از این موضوع خواهیم پرداخت.

پدیدار نگاری (Phenomenography):

اصطلاح پدیدارنگاری در دو واژه یونانی Fenomenon (نمایان شدن، نورانی شدن) و Grafi (توصیف یک چیز) ریشه دارد [۳]، پدیدار نگاری، توصیف پدیدار شدن هاست؛ بدین معنا که به توصیف شیوه های متفاوت پدیدار شدن یک پدیده برای افراد گوناگون می پردازد. پدیدار نگاری رویکردی پژوهشی است که برای پاسخ گویی به سوالات معینی در مورد تفکر و یادگیری طراحی شده است [۴].

این رویکرد توسط یک تیم پژوهشی (فرنس مارتون و همکارانش) در بخش علوم تربیتی و تحقیقات آموزشی، دانشگاه گوتنبرگ در سوئد ایجاد شد. واژه پدیدارنگاری در سال ۱۹۷۹ ایجاد شده و دو سال بعد برای اولین بار این اصطلاح به صورت چاپی در آمد [۳].

بدین ترتیب می توان فرنس مارتون را به عنوان پایه گذار و پدر این روش پژوهشی قلمداد کرد. از دیگر پیشگامان این روش می توان به سالجو، دالگرن و اسونسون اشاره کرد. با این وجود هر چند که پدیدار نگاری ریشه در تحقیقات آموزشی دارد، اما در دیگر حوزه ها مانند تجارت، سلامت، علم اطلاعات و تکنولوژی اطلاعات و هم چنین در سیستم های اطلاعاتی نیز به کار گرفته شده است [۴].

به لحاظ منشا نظری نیز باید گفت که این روش اساسا بیشتر بر پایه ای تجربی بنا نهاده شده است؛ تا پایه ای نظری یا فلسفی. اما در مورد پیش فرض های پدیدار نگری می توان به یکی از مهم ترین پیش فرض های پدیدار نگاری اشاره کرد:

« افراد متفاوت یک پدیده معین را به شیوه ای یکسان تجربه نخواهند کرد، بلکه در این باره طیفی از شیوه هایی وجود خواهد داشت که افراد متفاوت یک پدیده را درک کرده یا تجربه می نمایند».

پدیدارنگاران برای نیل به درکی عمیق از یک پدیده، به پیش فرض دیگری نیز پایبند هستند: « یک شخص واحد ممکن است نتواند تمام جنبه های یک مفهوم (تجربه) را بیان کند». به عبارت دیگر «پدیدارنگاری موید این موضوع است که یک فرد می تواند بیش از یک مفهوم (تجربه) از یک پدیده معین را در ذهن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

داشته باشد. »

به همین دلیل کسب اطلاعات و جمع آوری آن ها از افراد متفاوت نیز از ملزومات و پیش فرض های پدیدار نگاری است. در واقع در پدیدار نگاری تجربه هر فرد از پدیده (موضوع) مورد بررسی شمعی در نظر گرفته می شود که در کنار دیگر شمع ها منجر به روشن شدن نقطه ای می شود.

موضوع و هدف مطالعات پدیدار نگاری:

در پدیدار نگاری و با توجه ملزومات مطروحه کشف حقیقت یا واقعیت موضوع مد نظر نیست ، در واقع اینکه اصل موضوع چیست مد نظر نیست بلکه چگونگی پدیدار شدن یک پدیده برای افراد مختلف و تجربه آنان از آن پدیده مد نظر است. در واقع ما در پدیدار نگاری با این موضوع رو به رو هستیم که افراد پدیده ها یا واقعیت ها را چگونه می بینند نه اینکه واقعیت آن پدیده چیست. در این باره مارتون [۱] می نویسد که هدف پدیدار نگاری طبقه بندی افراد، مقایسه گروه ها، توضیح، پیش بینی یا قضاوت خوب و بد در مورد افراد نیست بلکه هدف آن یافتن و منظم ساختن اشکال افکار، به گونه ای است که افراد مختلف واقعیت را تفسیر می نمایند.

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶

این نوع پژوهش می تواند مکمل دیگر انواع پژوهش ها باشد و هدف آن توصیف، تحلیل و فهم تجربه است .



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

آموزش الکتروشیمی و پدیدار نگاری :

الکتروشیمی قسمتی از علم وسیع شیمی است که به بررسی واکنش های انتقال الکترون می پردازد. محققان آموزش شیمی معتقدند که یکی از عمده مشکلات آموزشی در ارائه این بحث به دانش آموزان پیش زمینه های دانش آموزان نسبت به این موضوع است.

برای مثال درک موضوع فرآیند های الکتروشیمیایی و واکنش های اکسایش کاهش نیازمند درک مفاهیمی است که معمولاً در فیزیک مطرح می شود و ممکن است دانش آموز با توجه به پیش دانسته های خود نسبت به آموختن این علم وارد بحث شود.

برای مثال مفاهیم جریان الکتریکی، مقاومت و پتانسیل مفاهیم پایه ای علم فیزیک هستند که اغلب در تدریس الکتروشیمی مورد غفلت قرار می گیرند.

و بر این اساس فقدان درک مفاهیم فوق موجب ضعف دانش آموزان در یادگیری مفهوم واکنش های اکسایش کاهش می شود.

حال پدیدار نگاری می تواند وسیله ای برای پوشش این فاصله باشد ، در واقع استفاده از پدیدار نگاری می تواند به معلم کمک کند بداند از کجا و چگونه مطلب را آغاز کند ، از کدام مطالب نزدیک به تجارب دانش آموزان به جهت ارائه مطالب کمک بگیرد و چگونه مطالب را در قالب محتوای مورد نظر ارائه دهد.

در واقع پدیدار نگاری به ما کمک می کند تا توصیف کیفی داشته باشیم از آگاهی معلم نسبت به آموزش



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

الکتروشیمی، پدیدار نگاری را می توان یکی از متنوع ترین توانایی های معلم در ارائه و اجرای اهداف آموزشی دانست که این توانایی می تواند در آموزش علوم تجربی نظیر شیمی نمود عینی تری بیابد. از این رو ارائه و تکمیل نحوه تدریس الکتروشیمی که با توجه به ترتیب و توالی آموزشی فعلی معمولاً مورد غفلت قرار می گیرد می تواند از عمده اهداف پژوهشگران پدیدار نگاری باشد. در ارائه مطالب شیمی مطالب در سه سطح میکرو، ماکرو و نمادین قرار می گیرند، الکتروشیمی نیز به علت قرار گرفتن عمده مطالب در سطح میکرو یکی از موضوعات سخت شیمی است.

به طور مثال در الکتروشیمی انتقال الکترون در طول یک فرآیند و توضیح این موضوع برای دانش آموز در سطح میکرو صورت می گیرد، از این رو استفاده از تجارب گذشته دانش آموز در درگیر کردن او در یادگیری بیش از پیش ضروری به نظر می رسد. در واقع ما در تلاش هستیم تا با ایجاد یک نحوه آموزش الکتروشیمی چالش های پیش رو آموزش قسمت های مختلف الکتروشیمی را برطرف نماییم و تلاش کنیم تا از تصورات غلط یادگیرندگان که زمینه ساز ایجاد کج فهمی ها است جلوگیری نماییم.

به عنوان یک مثال عینی و قابل ارائه در کلاس می توان به فرآیند آغازین تدریس الکتروشیمی در کلاس درس پرداخت، در کتاب درسی موجود، این فصل با توضیح انرژی الکتریکی و استفاده از توصیف باطری به عنوان یک کشف جهت برطرف کردن نیاز، تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی، آغاز می شود.

برای اجرای این بخش در کلاس به روش پدیدار نگاری استفاده از فرآیند زیر می تواند شما را به اهداف



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

پدیدار نگاری نزدیک نماید.

در ابتدا از دانش آموزان می‌خواهیم هر آنچه در رابطه با انرژی الکتریکی می‌دانند را بیان کنند، سپس از آن‌ها می‌خواهیم تجربیات خود در استفاده از انرژی الکتریکی را برای انجام کاری در زندگی روزمره بیان کنند (توجه داشته باشیم دانش آموزان با مفهوم کار در فیزیک آشنا هستند اما انجام کار در فرآیند تدریس فعلی مد نظر ما نیست) با توجه به روند بحث مسلماً دانش آموزان در تجربیات خود و نحوه عملکرد وسایل الکتریکی استفاده از باتری را بیان می‌کنند، در این حالت ما به هدف اولیه خود رسیده ایم، از این رو در ادامه بحث به نحوه عملکرد باتری نزدیک می‌شویم. اما نحوه عملکرد باتری در شروع فصل از اهداف اولیه ما نیست، پس بحث را به عنوان ناظر و هادی کلاس کنترل می‌کنیم.

ما با بیان مبحث نحوه تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی به روش پدیدار نگاری به دنبال ایجاد ضرورت تدریس مطالب فصل هستیم و لزوم درک مباحث فصل به جهت درک ساختار و نحوه عملکرد این وسیله بسیار اهمیت دارد.

آموزش واکنش‌های اکسایش کاهش به کمک روش پدیدار نگاری: March 6-7, 2018

به عنوان نمونه در این قسمت به بررسی نحوه آموزش واکنش‌های اکسایش کاهش به کمک پدیدار نگاری می‌پردازیم و جنبه‌های مختلف آموزش این قسمت از الکتروشیمی را مورد بررسی قرار می‌دهیم.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

در این قسمت اهداف و سر فصل های کتاب سال چهارم دبیرستان را مد نظر قرار می دهیم و صرفا به بررسی نحوه آموزش این سرفصل ها به کمک روش پدیدار نگاری می پردازیم. در مبحث واکنش های اکسایش کاهش مخاطبان ما به همراه خود پیش دانسته هایی از سال های گذشته تحصیل خود دارند. از جمله این پیش دانسته ها می توان به مفهوم عدد اکسایش، توانایی تشخیص فلز و نافلز، فرمول نویسی، موازنه، توانایی تشخیص تبادل الکترون بین دو اتم و تشخیص واکنش های فیزیکی و شیمیایی اشاره کرد. از این رو دانستن پیش دانسته های دانش آموزان و ملزومات و امکانات آغازین درس در این روش بسیار مد نظر است. همچنین در ارائه واکنش های اکسایش کاهش به فراگیران توجه به این نکته ضروری به نظر می رسد که مخاطب ما در سال های گذشته با مفاهیمی همچون مدار الکتریکی و نقل و انتقال بار الکتریکی آشنا شده است. پس با توجه به تعریف پدیدار نگاری دارای تجربیاتی از این مفاهیم است. همان طور که ذکر شد در پدیدار نگاری استفاده از تجربیات گذشته برای تصمیم گیری در مورد موضوع مطرح است. از این رو معلم سعی می کند با استفاده از استخراج تجربیات گذشته دانش آموزان خود و آزمودن پیش دانسته های آنان مبحث را به آن ها تدریس نماید. اما در مورد واکنش های اکسایش کاهش انتقال مفاهیم می تواند با کمک یکی از پدیده های روزمره پیرامون فراگیر مانند پدیده ی زنگ زدگی یا پدیده های انتقال الکتریکی و جریان های الکتریکی آغاز شود.

سپس این فراگیران هستند که تجربیات خود را در مورد موضوع اولیه طرح شده مطرح می کنند، این کار به



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

ما کمک می کند تا با تجربیات مختلف آشنا شویم و حتی در صورتی که تجربه ای از آن موضوع داریم برای ما یاد آوری شود.

بیان تجربیات مسلما به موضوعی ختم می شود که معلم برای ادامه تدریس به آن نیازمند است. در این قسمت ما از دانش آموزان توقع ارائه مثال ها یا تجربیاتی از قبیل واکنش سوختن منیزم را نداریم ، حتی در مورد ارائه نیم واکنش ها نیز تجربیات قطعا ختم با ارائه عینی نیم واکنش ها نخواهد شد. اما در مورد مفهوم اکسایش و کاهش و رسیدن به تعریف اکسند و کاهنده دور از ذهن به نظر نمی رسد. برای مثال وقتی معلم در کلاس درس از پیش دانسته های دانش آموزان در مورد موازنه و تجربیات حتی حل مسائل مربوط به آن آغاز می کند قطعا می تواند به کمک دانش آموزان به موازنه بار و جرم در طی یک واکنش اکسایش کاهش دست یابد.

در مورد عدد اکسایش و نحوه محاسبه آن نیز دانش آموزان دارای پیشینه هایی هستند و می توانند با نزدیک کردن مفهوم بار قراردادی و در نظر گرفتن یک عدد برای هر اتم در یک وضعیت خاص به مفهوم محاسبه عدد اکسایش و راه های استفاده از آن دسترسی یابند. اما در ارائه این روش بررسی این نکته ضروری است که هیچ الزامی برای وجود تمام پیش دانسته ها نزد دانش آموزان نیست. این نکته همان مقدار که می تواند برای یک تدریس مضر باشد می تواند در برخی اوقات مفید نیز باشد. اطلاع از پیش دانسته های دانش آموزان و سطح فعلی این اطلاعات می تواند بسیار به معلم کمک کند اما با توجه به وضعیت



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

موجودی که در دانش آموزان مشاهده می شود این پیش داسته ها چندان قابل اتکا نیستند و لزوم استفاده از تجربیات ملموس دانش آموزان برای بازیابی این دانسته ها بیش از پیش به چشم می خورد. از این رو روش پدیدار نگاری می تواند مکمل استفاده از روش های کاوشگری باشد.

سومین همایش

مراجع

- [۱] دانایی فر، حسن و کاظمی، سید حسین، ۸۹، «ارتقای پژوهشهای تفسیری در سازمان: مروری بر مبانی فلسفی و فرایند اجرای روش پدیدارنگاری»، فصلنامه مطالعات مدیریت بهبود و تحول، شماره ۶۱، صفحه ۱۲۱ تا ۱۴۷.
- [۲] شیربیگی، ناصر و قادری، مصطفی و فریادرس، هادی، ۹۵، «پدیدار نگاری درک و تجربه معلمان از ادامه تحصیل»، فصلنامه تربیت معلم فکور، شماره ۲، صفحه ۳ تا ۳۲.
- [3] Marton, F. (1988). Phenomenography: a research approach to investigating different understandings of reality. In Sherman & Webb (Eds.): Qualitative research in education: focus and methods. London: Falmer Press.
- [4] Bruce, C. (2003). Phenomenography in the Centre for Information Technology Innovation (CITI). Paper presented at the EARLI, SIG10 Conference, Canberra, December 2002.
- [5] Sorángel Rodríguez-Velázquez, (2013). Development of an Electrochemistry Teaching Sequence using a Phenomenographic Approach. Raleigh, North Carolina.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

طراحی آزمایش های نمایشی جذاب برای آموزش الکتروشیمی

شایان نصرالهی^{۱*} و ملاحی کیلاشکی^۲

^۱ دبیر شیمی دبیرستان های نوشهر، nasrollahi5@yahoo.com

^۲ دبیر علوم اجتماعی دبیرستان های نوشهر، kia8581@gmail.com

چکیده:

یکی از مباحث مطرح شده در کتاب شیمی مقطع پیش دانشگاهی برای رشته های علوم تجربی و ریاضی فیزیک، الکتروشیمی است. دبیران شیمی در تدریس مفاهیم مختلف الکتروشیمی با چالش های متفاوتی رو به رو هستند. شاید اولین و مهمترین چالش در آموزش مفاهیم الکتروشیمی، انگیزش فراگیران برای همراهی در فرایند یاددهی - یادگیری باشد. یکی از راه های افزایش انگیزه فراگیران در آموزش الکتروشیمی، طراحی و انجام آزمایش های نمایشی جذاب است. در این پژوهش، با طراحی و انجام آزمایشی ساده و در عین حال جذاب به نام «نوشتن الکتروشیمیایی» سعی شد تا انگیزه و علاقه دانش آموزان دوره پیش دانشگاهی رشته علوم تجربی نسبت به یادگیری مباحث مرتبط با الکتروشیمی افزایش یابد. نتایج به دست آمده از پرسش نامه و آزمون کتبی، موفقیت آزمایش طراحی و اجرا شده را به اثبات رساند.

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018

واژه های کلیدی: آموزش الکتروشیمی، آزمایش نمایشی، انگیزش، برقکافت محلول پتاسیم یدید



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس دبیر شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

مراجع

- [1] A. Chatmontree, *et. al*, "Student Fabrication and Use of Simple, Low-Cost, Paper-Based Galvanic Cells to Investigate Electrochemistry", J. Chem. Educ., 92 (2015) 1044-1048.
- [2] V. I. Birss and D. R. Truax, "An effective approach to teaching electrochemistry", J. Chem. Educ., 67 (5) (1990) 403.
- [3] A. Basheer, *etal*, "The Effectiveness of Teachers' Use of Demonstrations for Enhancing Students' Understanding of and Attitudes to Learning the Oxidation-Reduction Concept", EURASIA J. Math., Sci. Tech., 13(3) (2017) 555-570.
- [4] A. Tarkin and E. Uzuntiryaki-Kondakci, "Implementation of case-based instruction on electrochemistry at the 11th grade level", Chem. Educ. Res. Pract., 18 (2017) 659-681.
- [5] N. Poppe, S. Markic and I. Eilks, "Low cost experimental techniques for science education- A guide for science teachers -", Developed as part of the project SALiS – Student Active Learning in Science, (2010).

آموزش الکتروشیمی ایران

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018



آشنایی کودکان با مفهوم الکتروشیمی با کمک مدل ساده ای از باتری

نسرين فرشادی^{۱*}، محمدمهردادویسی^۲

^۱ - کارشناسی ارشد شیمی فیزیک، تهران، قرقچک، دبیرستان فرهنگ، nasrin.farshadi@gmail.com

^۲ - کارشناسی ارشد برق، کردستان، مریوان، هنرستان

چکیده:

آموزش مفهوم الکتروشیمی برای کودکان در کتاب های دوران ابتدایی مورد توجه قرار نگرفته است، این در حالی است که در پدیده های روزمره به طور دایم با آن روبرو می شوند و نیاز است تا آنها را بیشتر با چگونگی این روند الکتروشیمیایی آشنا کرد. برای این کار از مدرسه در مقطع ابتدایی در شهرستان قرقچک استفاده شد. دانش آموزان پایه ششم چون بیشتر با مفاهیم تغییرات شیمیایی آشنا هستند مورد مطالعه قرار گرفتند. هدف از این کار آشنایی دانش آموزان با مفاهیم ابتدایی و ساده الکتروشیمی و آشنایی با نحوه کار باتری های است. با استفاده از سکه های مسی، واشرهای از جنس روی، مقوا و سرکه باتری هایی با کمک خود دانش آموزان ساخته شد تا با مفهوم کاتد، آند و الکترولیت آشنا شوند.

نتیجه آن به صورت معنی داری نشان دهنده آن است که با کمک یک مدل ساده از سل الکتروشیمیایی دانش آموزان یادگیری طولانی مدتی از باتری و فرایندهای الکتروشیمی پیدا خواهند کرد.

[1] Boulabiar, A., Bouraoui, K., Chastrette, M., & Abderrabba, M. (2004). A historical analysis of the Daniell Cell and electrochemistry teaching in French and Tunisian textbooks. J. Chemical Education, 81, 754-757.

[2] Batteries- Product Stewardship .EPA, Retrieved 11 September 2007



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

طراحی و ارزیابی یک بازی آموزشی ساده برای آموزش مفاهیم اکسایش و کاهش در الکتروشیمی

حمیده حقیقت^{۱*}، اسماعیل اولی^۲

^۱ استادیار، ایران، تهران، دانشگاه فرهنگیان، h.haghighat@cfu.ac.ir

^۲ مربی، ایران، تهران، دانشگاه فرهنگیان، sm_oula@yahoo.com

چکیده:

بازی‌ها می‌تواند به صورت ابزار آموزشی موثری برای افزایش یادگیری و درک مطلب موضوعات پیچیده، مورد استفاده قرار گیرند [۱]. دانش آموزان با دنیای بازی اطلاعات خود را بهتر پردازش می‌کنند و به معنا و مفهوم درس پی می‌برند. "بازی‌های آموزشی" بازی‌هایی هستند که با اهداف برنامه‌های درسی خاص، طراحی شده‌اند. معمولاً بازی‌هایی که در آموزش مورد استفاده قرار می‌گیرند، تمرینی برای یادگیری بهتر اطلاعات درسی می‌باشند [۲].

در این پژوهش تلاش شده است با طراحی و اجرای یک بازی کاردی، ضمن ایجاد انگیزه و نشاط در فراگیران، مفاهیم اکسایش و کاهش در الکتروشیمی به شکلی ساده بیان و آموزش داده شود. پژوهش حاضر یک پژوهش کاربردی از نوع شبه آزمایشی است و هدف آن بررسی میزان یادگیری فراگیران در مورد مفاهیم الکتروشیمی با کمک یک بازی کاردی ساده بوده است. برای این منظور ۲۵ نفر از دانشجوی معلمان ورودی جدید سال ۹۶ که قبلاً با این مفاهیم آشنایی داشته و در دوره متوسطه آموزش دیده بودند انتخاب شدند. به منظور شناسایی تاثیر بازی در یادگیری مفاهیم از پرسش نامه‌ای حاوی ده پرسش چهارگزینه‌ای و یک پرسش باز پاسخ استفاده گردید. پرسش‌ها در برگرفته مفاهیم نیم واکنش اکسایش - کاهش و موازنه واکنش‌های اکسایش - کاهش بود. یک پیش آزمون قبل از آموزش فراگیران توسط بازی و یک پس آزمون پس از انجام بازی از آن‌ها گرفته شد.



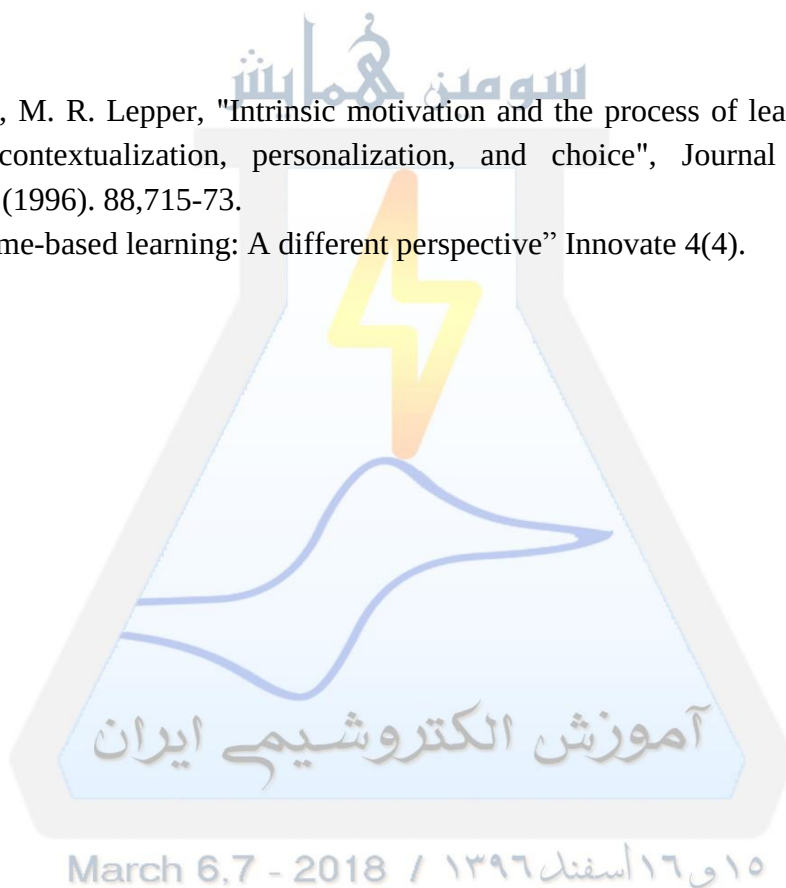
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

آنچه از نتایج این پژوهش نتیجه گیری می شود این است که این بازی نقش ارزنده ای در یادگیری مفاهیم الکتروشیمی برنامه درسی داشته است.

مراجع:

- [1] D. I. Cordova, M. R. Lepper, "Intrinsic motivation and the process of learning: Beneficial effects of contextualization, personalization, and choice", Journal of Educational Psychology, (1996). 88,715-73.
- [2] K. Royle "Game-based learning: A different perspective" Innovate 4(4).



March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

کاربست هنر در آموزش الکتروشیمی مبتنی بر کاوشگری به منظور کارآفرینی

رسول عبدالله میرزائی

تهران - لویزان - دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی - دانشکده علوم پایه

الکتروشیمی، بخشی از شیمی را در برمی گیرد که به مطالعه لایه مرزی باردار می پردازد. در زندگی روزمره فرایندهای گوناگونی از الکتروشیمی قابل مشاهده است که مستقیماً بر زندگی ما تأثیر می گذارد. در این میان می توان به پدیده فتوسنتز در گیاهان اشاره نمود. باتری و ذخیره انرژی، خوردگی و آبکاری رایج ترین نمودهای ظهور فناوری الکتروشیمی در زندگی ما هستند که با مهندسی الکتروشیمی گره خورده است. به نظر می رسد آموزش الکتروشیمی مبتنی بر کاوشگری می تواند به یادگیری معنی دار مفاهیم آن منجر شود. برای این منظور می توان از این مدل استفاده نمود که فرایند کاوشگری در یک زمینه مناسب با ساختار چهارجانبه در هم تنیده شامل مفاهیم الکتروشیمی، مهندسی الکتروشیمی، فناوری های مرتبط با دانش الکتروشیمی و ریاضیات در الکتروشیمی رخ دهد که می تواند موقعیت مناسبی را برای یادگیری معنی دار مفاهیم الکتروشیمی ایجاد نماید. البته در کنار اهداف آموزشی شناختی در فرایند یادگیری، اهداف آموزشی در حیطه روانی - حرکتی و عاطفی نیز در این مدل مورد توجه قرار می گیرد. یکی از مفاهیم الکتروشیمی، موضوع الکترونشانش عناصر می باشد که در فناوری آبکاری نمود پیدا می کند. صنایع دستی مبتنی بر آبکاری نقره، مورد توجه مردم بوده و در صنعت کشور نیز رایج شده است و فراگیران عمدتاً با مثال های عینی آن در زندگی روزمره روبه رو شده اند. کاربرست هنر نقره



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

کاری در فرایند آبکاری موقعیت خوبی را برای ایجاد انگیزه و علاقه در فراگیران در مراحل آموزش مبتنی بر کاوشگری فراهم می کند که می تواند در آینده کاری فراگیران نیز تاثیرگذار باشد. به عبارت بهتر، کاربردی هنر در یادگیری مفاهیم الکتروشیمی عناصر در زمینه هنر نقره کاری، می تواند منجر به بروز نوآوری و پرورش خلاقیت در فراگیران شده و زمینه را برای کارآفرینی نیز مهیا نماید. در مقاله حاضر این موضوع بیشتر مورد بررسی قرار می گیرد.





سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

باسمه تعالی		
عنوان درس	پیشنیاز یادگیری الکتروشیمی	
حوزه یادگیری	بیوالکتروشیمیایی شیمی سبز	
پایه	پایه دوم متوسطه	
استاد راهنما	خانم دکتر مریم صباغان	
طراحان	بهرام عظیمی کردکندی - احمد هادی پور (دانشجویان ارشد آموزش شیمی) و مهدی اکبرپور دانشگاه: تربیت مدرس شهید رجایی تهران آدرس: آذربایجان شرقی، شهرستان میانه، ایمیل bahram.azimi71@gmail.com ahmadhadipour73@gmail.com	
پرسش اصلی	چگونه می توان زمینه های فاضلاب های شهری، کشاورزی، رفع آلودگی هوا، تولید سوخت های زیستی و پزشکی، از سلول سوختی میکروبی به عنوان بیوالکتروشیمی سبز در جهت تولید انرژی الکتریکی و کنترل بیماری ها سود جست؟	
دانشی (شناختی)	فراگیر قادر خواهد بود تا به سوالات پاسخ دهد: • بیوالکتروشیمی چیست؟ • سیستم بیوالکتروشیمیایی چیست؟ • سلول سوختی میکروبی چگونه عمل می کند؟ • اصول شیمی سبز را بیان کنید. • تاثیر نیتروژن فاضلاب های شهری بر محیط زیست و راهکار بالقوه برای رفع	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

ان را بیان کنید. • سلول سوختی میکروبی چگونه می تواند در تسویه فاضلاب های شهری ، کشاورزی، پزشکی، الکترونیک، تولید سوخت زیستی و رفع آلودگی هوا موثر واقع شود؟		
• فراگیران بتوانند یک سلول سوختی میکروبی توسط لجن فاضلابی تهیه کنند یا حداقل یک طرح ساده از آن را رسم نمایند. • در هر یک از زمینه های تسویه فاضلاب های شهری، کشاورزی، پزشکی ، الکترونیک، تولید سوخت زیستی و رفع آلودگی هوا، اصول شیمی سبز را کشف و یادداشت کنند.	مهارتی (روان- حرکتی)	
• شیمی سبز به عنوان یک رویکرد جدید در شیمی باعث توسعه اقتصادی و اجتماعی جامعه می شود. • الکتروشیمی در زیست شناسی و بیوتکنولوژی می تواند به عنوان بیوالکتروشیمی کاربرد داشته باشد. • از میکرواورگانیزم هایی مانند مخمر می توان برای تولید برق در یک سلول گالوانی استفاده کرد. • از طریق سلول های بیوشیمیایی می توان در راستای تسویه فاضلاب ها ، کاهش گاز های گلخانه ای ، کنترل بیماری ها ، تولید وسایل الکترونیک ، تسویه هوای شهری و بهبود تولید سوخت های زیستی بهره برد.	نگرشی (عاطفی)	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

علاوه بر کاربرد بیوسلول ها در زمینه تولید انرژی های سبز و الکتریسته، می توان در کاهش مصرف سوخت های فسیلی از این سلول ها استفاده کرد.		
فراگیران با راهنمایی دبیر در طی ارائه تدریس به اصول شیمی سبز دست یافته و سعی در انطباق این اصول در مباحث بیوالکتروشیمی ارائه شده داشته و با مطالعه منابع و مقالات مختلف سعی در ارتباط دادن بیشتر اصول شیمی سبز در زندگی روزمره داشته و به اهمیت شیمی سبز در زمینه های مختلف بیوالکتروشیمی پی خواهند برد.	مهارت های قرن بیست و یکمی http://www.p21.org	
- ضعف فراگیران در ارتباط بین سلول الکتروشیمیایی و سلول بیوالکتروشیمیایی - فراگیران در نقش مواد آلی و باکتری در سلول بیوالکتروشیمیایی دچار مشکل هستند. - فراگیران در زمینه مورد بحث در تعیین ماده آلی دچار سردرگمی اند. - فراگیران در ارتباط دادن زمینه های مختلف ارائه شده در تدریس با اصول شیمی سبز دچار مشکل هستند.	کج فهمی ها / برداشت های ناقص	
ماژیک، پاک کن، کتاب درسی، محتوای درسی تولید شده از طریق مقالات تراز اول که در اختیار دانش پذیران قرار می گیرد، تخته وایت بورد یا صفحه هوشمند، پروژکتور، کامپیوتر، تصاویری از سلول های گالوانی مختلف، تصاویری از سلول های بیوالکتروشیمی در تصویه فاضلاب، فیلم آموزشی و ...	مواد و تجهیزات مورد نیاز	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

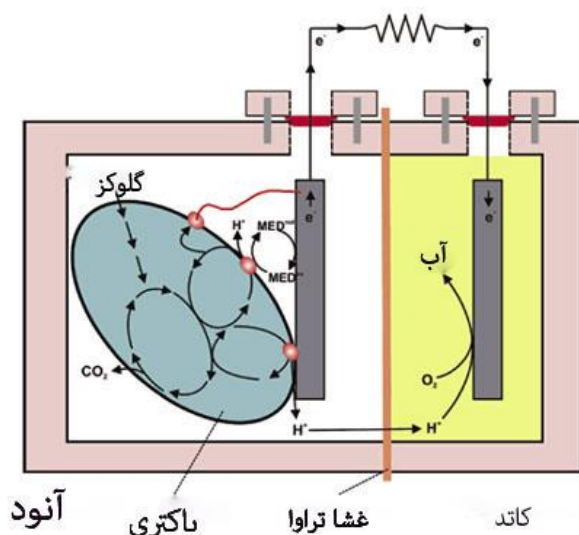
Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

زمان	به یک جلسه ۹۰ دقیقه ای نیاز داریم.
منابع	کتاب درسی ، محتوای پژوهش تولید شده ، اینترنت
تدریس برای تامین نیاز های فردی دانش آموزان	• بیوالکتروشیمی ، الکتروشیمی است که در آن موجودات زنده مانند باکترها و آنزیم ها واکنش های اکسایش-کاهش را به انجام می رسانند. • وابستگی فزاینده به سوخته های فسیلی محققان را به جستجوی منابع جایگزین انرژی هدایت کرده است. منابع انرژی قابل تجدید مانند نور خورشید، باد یا آب شایع ترین آنها هستند. استفاده از میکروارگانیسم ها مانند باکتری ها برای تولید انرژی در حال حاضر پیشرفت زیادی داشته است. اینها مزایای متعددی را حتی در مقایسه با سایر منابع انرژی تجدیدپذیر ارائه می دهند. • سیستم های بیوالکتروشیمیایی (BioElectrochemical System:BES) سلول های الکتروشیمیایی هستند که در آنها از میکروارگانیسم های متعدد مانند آنزیم ها و باکتری ها برای انجام واکنش های اکسایش و کاهش در الکترودها استفاده می شود. • سیستم های بیوالکتروشیمیایی بر اساس نوع میکروارگانیسم انواع متعددی دارند. امام در این آموزش سلول سوختی میکروبی (Microbial Fuel Cell :MFC) مورد بررسی قرار می گیرد. March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ • در سلول سوختی میکروبی ، موآلی توسط میکروارگانیسم های مستقر در الکترودها ، در یک محیط بی هوازی اکسایش می یابند. محصولات اند کربن دی اکسید و الکترون و پروتن می

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

باشد. الکترون از طریق مدار خارجی به سمت کاتد حرکت می کند.
کاتیون تولید شده نیز با عبور از غشا نفوذ پذیر به کاتیون ، به سمت
کاتد حرکت کرده و کاهش می یابد (شکل



تصویر شماره ۱: سلول سوختی میکروبی (MFC)

- بیان روش تدریس: ابتدا با اصول شیمی سبز آشنایی پیدا می کنیم.
سپس با مطرح کردن هر یک از زمینه های آموزشی شامل فاضلاب های
شهری ، کشاورزی ، پزشکی ، الکترونیک ، تولید سوخت زیستی و رفع
آلودگی هوا، از فراگیران انتظار می رود در هر زمینه ارتباط اصول شیمی
سبز با مطالب را بیان کنند.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

واژه های علمی راهبرد های توسعه	شیمی سبز-سیستم بیوالکتروشیمیایی- میکروارگانیسم ها- بیوسنسورها -سلول فوتوالکتروشیمیایی-سلول های گالوانی-سیستم بیوالکتروشیمیایی-سلول سوختی میکروبی-منبع تجدیدپذیر-
به کار گماردن آغاز تدریس / معرفی بحث	I. آشنایی فراگیران با اهمیت و جایگاه شیمی سبز (مراحل انگیزشی): اهمیت صول شیمی سبز: • پایه اقتصادی کشورهای صنعتی توسعه یافته ،انواع محصولات طراحی شده توسط شیمی است. تلاش برای محافظت از سلامت انسان و محیط زیست و نیز ترویج استفاده از منابع تجدیدپذیر ، می طلبد که از مزایای الکتروشیمی سبز بهره جوییم. • کنترل بهتر ، انتخاب پذیری بالا ، کارکرد ایمن ، تعدیل اب و هوایی



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

و استفاده از الکترون به عنوان یک واکنش ارزان از مزایای
بیوالکتروشیمی می باشد.

II. بیان اصول شیمی سبز

۱۳. پیشگیری از تولید فرآورده های بیهوده

۱۴. افزایش بهره وری اتمی

۱۵. ساخت ترکیبات شیمیایی کم خطر

۱۶. طراحی مواد و فرآورده های شیمیایی سالم تر

۱۷. به حداقل رساندن استفاده از حلال ها و مواد کمکی

۱۸. تشخیص هزینه های انرژی و به حداقل رساندن آن ها

۱۹. استفاده از مواد خام برگشت پذیر

۲۰. حذف مواد غیر ضروری

۲۱. استفاده از کاتالیزگر

۲۲. طراحی فرآورده های زیست تخریب پذیر

۲۳. تعیین زمان واقعی واکنش

۲۴. به حداقل رساندن رویداد های ناگوار

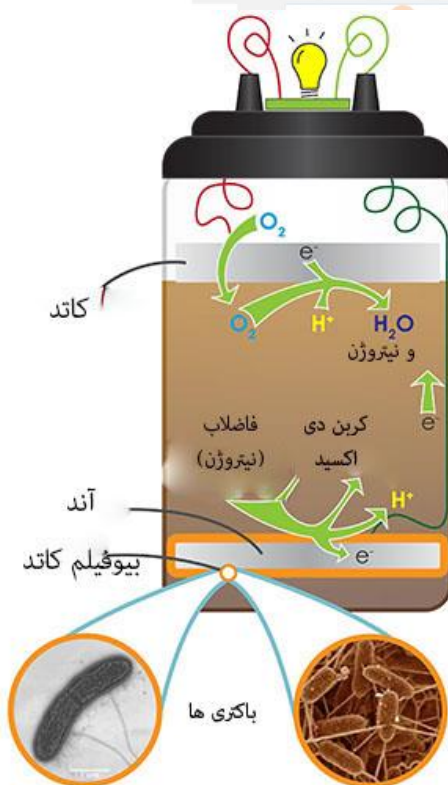
III. کاربرد MFC در تسویه فاضلاب ها

- افزایش جمعیت و در نتیجه آن ورود فاضلاب های شهری به عنوان یک معضل جدی در جوامع کنونی به دریا ها و دریاچه ها ، زندگی جانداران آبی و انسان ها را با خطرات جدی رو به رو کرده است.
- در مناطقی که سیستم تسویه فاضلابی آنها به طریقه سیستم های سپتیک برقرار است ، مسئله رواناب نیتروژن ، در مسائل مربوط به کیفیت آبهای

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

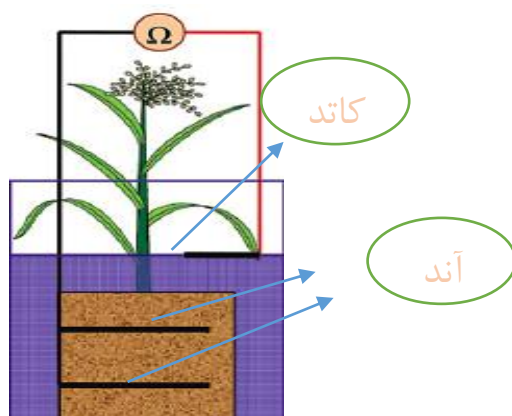
Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

محلی، مانند حوضچه ها، دریاچه ها و حوضه ها دارای اهمیت خاص است. غلظت بالای نیتروژن مرگ گیاهان را به همراه دارد. نیتروژن اجازه می دهد که باکتری ها و جلبک ها رشد کنند و آبهای سبز رنگی را به ارمغان بیاورد. می توان از MFC برای تبدیل کربن دی اکسید و آمونیوم به نیتروژن مولکولی و آب استفاده کرد (شکل ۲).



شکل ۲. سلول
سوختی میکروبی
جهت تسویه
نیتروژن فاضلاب
شهری

- استفاده از این بیو سلول ، علاوه بر این که باعث حذف آمونیوم خطرناک برای محط زیست و جانداران دریایی می شود، می توان از انرژی الکتروسیته تولید شده در این فرآیند نیز برای مقاصد مختلف استفاده نمود.
 - استفاده از MFC در مزارع برنج برای تجزیه متان تولیدی
 - برنج با تبدیل کربن جذب شده از خاک به متان ، ۷الی ۲۰ درصد متان کل دنیا را تولید می کند و مقدار زیادی از انرژی گیاه تلف می شود.
 - انرژی تلف شده گیاه برنج از طریق کارگزاری سلول رسوبی باکتریایی (Sediment microbial fuel cell: SMFC) در ریزوسفر منطقه (ریشه گیاه) برگردانده می شود.
- SMFC شامل آند گرافیتی در زیر خاک و کاتد گرافیتی شناور روی آب می باشد. میکروب های موجود در خاک متان تولید شده توسط ریشه را در آند اکسید می کنند. بقیه فرآیند سلول SMFC همانند MFC می.ولتاژ ایجاد شده در این فرآیند حداکثر به ۰/۸ ولت می رسد.

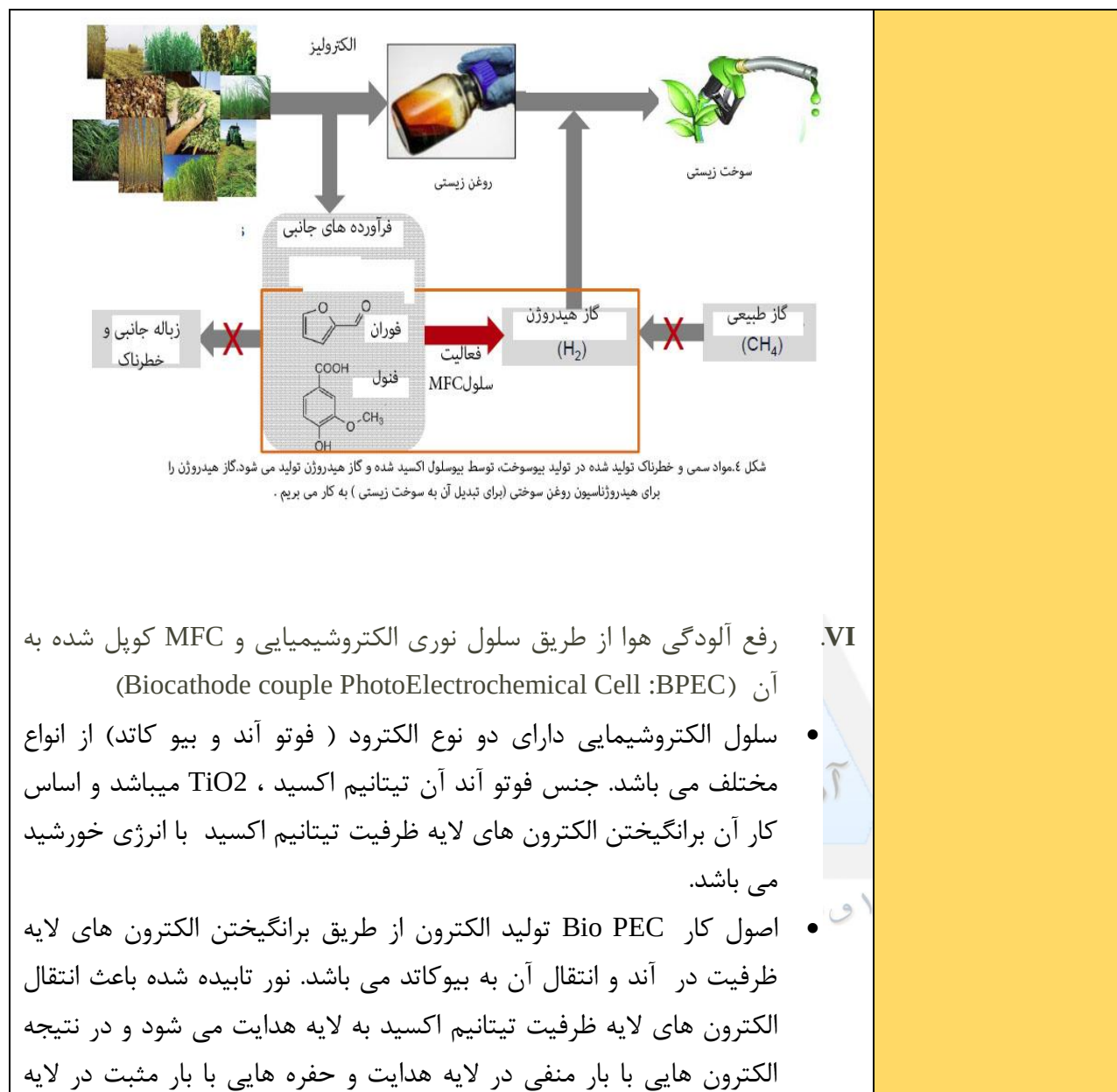


بیوسلول سوختی رسوبی (SMFC)

V. بهیمة سازی تولید سوخت زیستی از بیومس به کمک MFC

- برای تولید سوخت های زیستی از زیست توده لیگنوسلولوزی استفاده می شود. فرآورده های جانبی فنولی و فورانی تولید شده در این واکنش در دسترس سازند. این ترکیبات باعث خوردگی، بی ثباتی و سمیت جریان های حاصل از زیست توده های می شود.
- سلول سوختی میکروبی (MFC)، فن آوری امیدوار کننده برای تبدیل ترکیبات فوران و فنول به H_2 تجدید پذیر است. این فرایند علاوه بر تجزیه مواد خطرناک، H_2 مورد نیاز برای هیدروژنه شدن روغن سوختی حاصل از زیست توده را فراهم می کند و دیگر نیازی نیست از گاز طبیعی به عنوان یک منبع تجدید ناپذیر، برای تولید گاز هیدروژن استفاده شود (شکل ۳ و ۴).





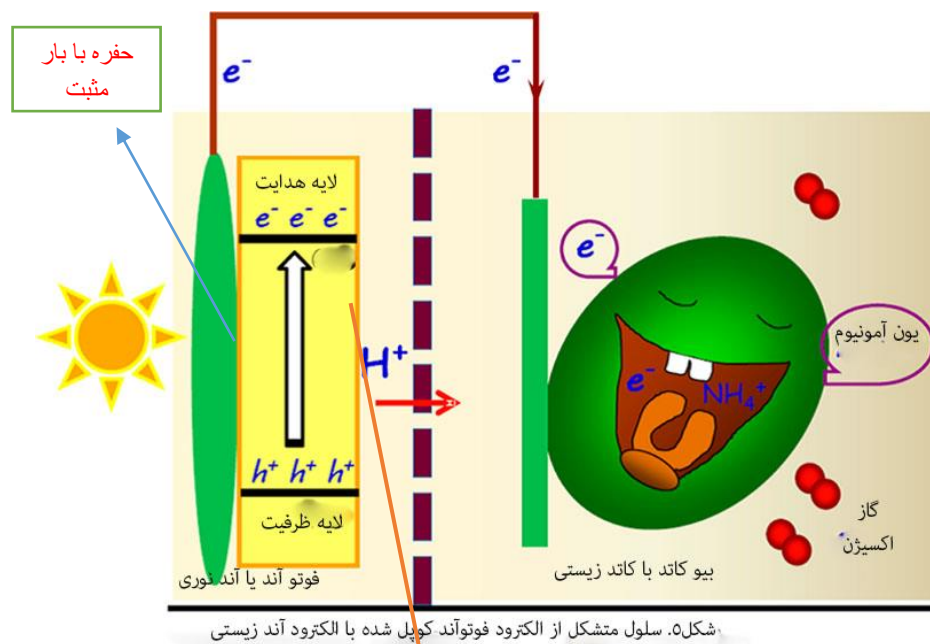


سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | 6-7 March 2018

ظرفیت تولید می شوند، این حفره ها به نوبه خود در مجاورت آند، آلودگی های مجاور را اکسید کرده و کربن دی اکسید تولید می کنند. بقیه فرآیند مانند MFC می باشد (شکل ۵).

- این سلول با استفاده همزمان از انرژی خورشیدی و زیستی، توانایی تولید برق و حذف آلاینده ها را دارند.
- دلیل استفاده از بیوکاتد محتوی باکتری، تسریع عمل کاهش و داشتن عمر بالا و مقاومت در برابر نور خورشید نسبت به نانو لوله ها می باشد.



محیط اطراف الکترود آند نوری، توسط هوای آلوده اشغال شده و این مواد آلاینده توسط حفره ی ایجاد شده بین لایه هدایت و ظرفیت اکسایش می یابد.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

VII. استفاده از بیوسلول های آنزیمی در سنسور های پزشکی

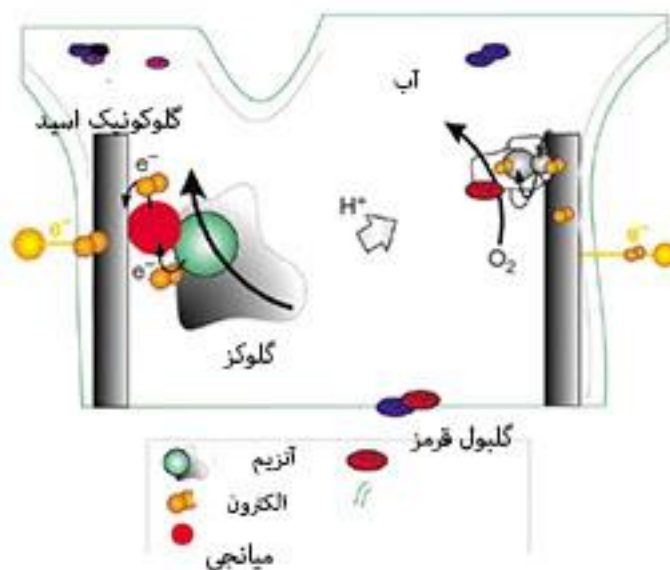
در دهه های اخیر علاقه به استفاده از بیوسلول ها و بیوسنسور های مبتنی بر آنزیم افزایش یافته است ، برای مثال در دستگاه های پزشکی قابل تنظیم در بیمارستان استفاده شده است. همچنین حسگرهای بیوسنسور برای نظارت بر تغییرات مواد فیزیولوژیکی مانند اندازه گیری گلوکز برای بیماران دیابتی و استفاده از بیوسلول ها برای تامین انرژی این بیوسنسورها پیشنهاد شده است. شکل ۶ زیر بیوسنسوری در داخل رگ را نمایش می دهد که از گلوکز و اکسیژن محلول در آند در واکنش اکسایش سود می برد. دلایل استفاده از این بیوسلئل انعطاف پذیری ، سادگی و ارزانی آن است. آنزیم ها نیز در سنسورهای محیطی برای نظارت بر برخی از آلودگی های خاص ، ساخت لپتاب، MP3 پلیر ها استفاده می شوند .

آموزش الکتروشیمی ایران

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018

سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | 6-7 March 2018



شکل ۶. بیوسلول های آنزیمی در سنسور های بیماران قند خون

۱. دانش آموزان در گروه های خود ، با استفاده از مخمر و قند و تعدادی بشر، آزمایشی برای تولید یک سیستم بیوالکتروشیمیایی طراحی کنند.
۲. فراگیران در گروه هایشان در مورد شیمی سبز و اصول آن گفت و گو کنند.
۳. فراگیران در هر زمینه از بحث های آموزشی در مورد اصول شیمی سبز بحث و گفت و گو کنند.

به کاوش واداشتن

- سیستم بیو الکتروشیمیایی (BES) چیست؟
- سلول سوختی میکروبی (MFC) چیست؟
- سیستم های سپتیک فاضلابی چیست؟

به توصیف پرداختن

• سلول رسوبی باکتریایی (SMFC) چیست؟ • سلول نوری الکتروشیمیایی و MFC کوپل شده به آن (BPEC) چیست؟	
استفاده از چک لیست در حین تدریس نمره دهی به دانش آموزان از طریق پرسش در حین تدریس	به ارزیابی اقدام کردن ارزشیابی تشخیصی
از دانش آموزان می خواهیم تا در محیط زندگی خود با استفاده از مخمر مقداری فاضلاب خانگی را برای تولید برق و روشن کردن یک لامپ کوچک مورد استفاده قرار دهند.	به وسعت افزودن
• دانش فراگیران ، پایه تمامی سلول های مورد بررسی را گالوانی بدانند. • دستیابی به اصول شیمی سبز در هر زمینه آموزشی بر عهده خود فراگیر است. • در حین آموزش جلسات ، با توجه به اهمیت شیمی سبز هم برای زندگی و هم جنبه اقتصادی ، با یادآوری شیمی سبز بر اهمیت آن تاکید کنم.	یادداشت هایی برای معلم
شیمی سبز-سیستم بیوالکتروشیمیایی- میکروارگانیسم ها- مولکول بیولوژیکی- مخمر- زیست توده ها - بیوسنسورها- سلول های گالوانی-سیستم بیوالکتروشیمیایی- سلول سوختی هیدروژن-اکسیژن -سلول سوختی میکروبی- تنفس سلولی-تسویه فاضلاب با سیستم سپتیک- سلول رسوبی باکتریایی-BPEC	واژگان کلیدی قابل جست و جو در اینترنت



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

منابع

- [1] Green chemistry. Education: electrochemistry sustainability and green electrochemistry. Maroulis apostolos, hatziantoniou marouli Konstantina, pouliopoulos poulios, hatzimpalasi theodora. Aristotle University of the ssaloniki, department of chemistry
- [2] Yevgeniy kuzminskiy, Kateryna Shchurska, Iryna Samarukha, Grzegorz łagód. 2013. Bioelectrochemical hydrogenand electricity production. N co-financed by the European Union under the European social fund.
- [3] Herr schmidt. 1 bioelectrochemical fuel cells. Dieter sell frankfurt/main, Germany
- [4] Xiaojin li, ibrahim m. Abu-reesh and zhen he. (2015). Development of bioelectrochemical systems to promote sustainable agriculture. Issn 2077-0472. open access
- [5] Dr.jordi mas gordi. (2012).microbial fuel cell performance. departmen de genetica i microbiology faculty of university atonoma marcelona.
- [6] Science for environment policy, (2013).university of the west of england (uwe), bristol. Bioelectrochemical systems: wastewater treatment, bioenergy and valuable chemicals delivered by bacteria
- [7] Ashley e. Franks * and kelly p. Nevin(2010), microbial fuel cells, a current review, issn 1996-1073, open access
- [8] I sullivan (me), advisors: professors darren rosbach (env) and sharon wulf (sob) (2014)- worcester polytechnic institute
- [9] Behzad kanani. (2017). Microbial fuel cell, new technologies in the field of green energy and wastewater treatment. Department of food science and technology, faculty of agriculture, Urmia University, urmia, iran. Anatomy physiology & biochemistry international journal
- [10] Scott, keith and yu, eileen hao and ghangrekar, makarand madhao and erable, benjamin and duțeanu, narcis mihai. biological and microbial fuel cells. (2012) in: comprehensive renewable energy. Elsevier, United States, pp. 277-300. Isbn 978-0-08-087872-0
- [11] Xiaofei zeng, abhijeet p borole, and spyros g. pavlostathis. Biotransformation of furanic and phenolic compounds with hydrogen gas production in a microbial electrolysis cell. 2015. acs publication
- [12] Xiaofei zeng, abhijeet p. Borole, and spyros g. Pavlostathis. Processes and electron flow in a microbial electrolysis cell bioanode fed with furanic and phenolic compounds. School of civil and environmental engineering, georgia institute of technology, atlanta, georgia 30332-0512, usa



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

- [13] Filipe folgosa , pedro tavares , alice s. Pereira. Iron management and production of electricity by microorganisms.2015. Springer-verlag berlin heidelberg
- [14] Leen van den bossche, hai son dang,monica hofte,nico boon,korneel rabaey , willy verstraete. Microbial fuel cells generating electricity from rhizodeposits of Rice plants.2008. Laboratory of microbial ecology and technology (labmet) And laboratory of phytopathology, ghent university, coupure Links 653, b-9000 ghent, belgium, and the advanced water Management centre, university of queensland,st lucia qld 4072, australia





سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018

عنوان درس		خوردگی فلزها (Corrosion of Metals)
حوزه‌ی یادگیری		شیمی
پایه		پایه دوازدهم متوسطه دوم
طراح		سعید مرادپور دبیر شیمی و دانشجوی ارشد آموزش شیمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران پست الکترونیکی: saeed_moradpoor@yahoo.com (اساتید راهنما: رسول عبدالله میرزایی - معصومه قلخانی)
پرسش اصلی		خوردگی فلزها یعنی چه و راه‌های جلوگیری از آن چیست؟
اهداف	دانشی (شناختی)	در پایان تدریس دانش آموزان بتوانند: ۱. سه نوع واکنش فلزها در برابر اکسیژن را نام برده و هر یک را توضیح دهند. ۲. خوردگی را تعریف کنند. ۳. انواع روش‌های خوردگی را نام برده و تعریف کنند. ۴. معادله واکنش‌های مربوط به خوردگی آهن را بنویسند. ۵. عوامل مؤثر بر خوردگی فلزها را نام ببرند. ۶. عوامل سرعت‌بخش در خوردگی فلزها را نام برده و چگونگی تسریع خوردگی توسط این عوامل را شرح دهند. ۷. آثار زیان‌آور اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی خوردگی فلزها را بیان کنند. ۸. روش‌های جلوگیری از خوردگی فلزها و کاربرد هر روش را نام ببرند. ۹. مفهوم حفاظت کاتدی را بیان کنند. ۱۰. چگونگی انجام حفاظت کاتدی را توضیح دهند. ۱۱. واکنش‌های حفاظت کاتدی در گالوانیزه و حلی را بنویسند.

۱۲. آزمایش مربوط به خوردگی یک میخ آهنی را انجام دهند. ۱۳. گزارش کار آزمایش خوردگی میخ آهنی را نوشته و به کلاس گزارش کنند. ۱۴. نکات ایمنی حین انجام آزمایش را رعایت کنند. ۱۵. آزمایش‌های برای تأثیر نقش نمک‌ها و اسیدها بر خوردگی فلزها را طراحی و اجرا کنند. ۱۶. یه ویدیو در حد ۵ دقیقه از مراحل انجام آزمایش‌های خود تهیه و در کلاس به نمایش بگذارند.	مهارتی (روان - حرکتی)	
۱۷. به مبحث حفاظت از فلزها علاقه‌مند شوند. ۱۸. به نقش علوم پایه به‌ویژه نقش شیمی و الکتروشیمی در توسعه پایدار برای حفاظت از فلزها پی ببرند. ۱۹. برای حفظ وسایل فلزی به روش‌های مختلف به‌ویژه روش حفاظت کاتدی، ارزش قایل شوند. ۲۰. به اکتشافات و اختراعات دانشمندان، احترام بگذارند. ۲۱. نسبت به منابع تجدیدناپذیر مثل فلزها؛ به عنوان یکی از هدایای خداوندی احساس مسئولیت کنند. ۲۲. برای انجام فعالیت‌های گروهی و همکاری با دیگران، احساس مسئولیت بالایی داشته باشند.	نگرشی (عاطفی)	
دانش‌آموزان در فرایند حل یک مسئله مهم در زندگی درگیر شده تا به پرسش‌گری ترغیب شده، به تحقیق، طراحی و انجام آزمایش بپردازند و آمادگی کافی برای شرکت در بحث علمی و مشارکت و مسئولیت‌پذیری در فعالیت‌های گروهی در کلاس برسند و بتوانند به پرسش‌های موجود پاسخ دهند. از طرفی حین این فعالیت‌ها با شغل‌های در رابطه با کار با فلزها نیز آشنا می‌شوند. آن‌ها با تهیه یک ویدیو از مراحل کار خود تجربیات یادگیری خود را با سایرین به اشتراک می‌گذارند.	مهارت‌های قرن بیست و یکمی (www.p21.org)	
منابع فلزی در کره زمین فراوان هستند. به کمک بازیافت می‌توان مشکل کمبود منابع فلزی را	کج‌فهمی‌ها و	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

برداشت‌های ناقص	حل کرد. فلزها بسیار محکم هستند و از بین نمی‌روند.
مواد و تجهیزات مورد نیاز	میخ‌های آهنی، لیوان‌های شیشه‌ای، چند نمونه نمک، چند نمونه اسید، دفترچه یادداشت، گریس یا روغن، تصاویری از خوردگی فلزها، کتاب درسی و ...
زمان	برای تدریس به این روش دو جلسه ۹۰ دقیقه‌ای با فاصله چند روزه، زمان لازم است.
منابع مورد نیاز برای تدریس	کتاب درسی، معرفی کتاب کمک‌آموزشی، معرفی کتاب کار، متن تهیه شده توسط معلم در وبگاه‌های زیر مطالب مفیدی در مورد خوردگی، انواع آن و روش‌های جلوگیری از خوردگی وجود دارد: http://www.ica.ir/corrosion.aspx http://talayehind.com/article http://www.salamati-metal.blogfa.com/post/6 هم چنین در وبگاه زیر فیلم‌هایی در مورد خوردگی فلزها و روش‌های جلوگیری از خوردگی وجود دارند: https://www.aparat.com
تأمین نیازهای فردی دانش‌آموزان	راهنمایی دانش‌آموزانی که سطح علمی پایین‌تری دارند توسط معلم. توضیح برخی اصطلاحات و مفاهیم علمی برای دانش‌آموزان نیازمند توضیح و تلفظ برخی واژه‌ها برای کل کلاس معرفی برخی منابع مطالعاتی و اینترنتی به دانش‌آموزان راهنمایی‌هایی برای انجام آزمایش با اسید به منظور رعایت نکات ایمنی و جلوگیری از حوادث غیر مترقبه گروه‌بندی دانش‌آموزان و تعیین نقش و وظایف هر کدام در گروه، مدیر گروه، منشی گروه و...
واژه‌های علمی (راهنبردهای توسعه)	نوشتن واژه‌های زیر روی تخته کلاس و تعریف هر یک از آن‌ها به کمک دانش‌آموزان و تأکید بر یادداشت آن‌ها در دفتر بانک واژگان علمی شخصی آن‌ها: خوردگی، حفاظت کاتدی، پایگاه کاتدی، پایگاه آندی، پتانسیل الکترودی (E°)، ورق

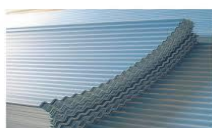
گالوانیزه، ورق حلبی

جلسه اول تدریس:

نمایش تصاویر زیر برای دانش آموزان و بحث در مورد آنها:



سپس از دانش آموزان پرسیده شود: چرا اشیای زیر از بین نرفته اند؟



به کار گماردن

(آغاز تدریس، معرفی)

مبحث)

فعالیت خارج از کلاس برای آمادگی در جلسه دوم تدریس:

دانش آموزان راهنمایی شوند؛ در یک فرایند روش علمی درگیر موضوع خوردگی فلزها شوند تا بتوانند موارد زیر را انجام دهند و نتایج فعالیت‌های خود را در جلسه بعدی به کلاس ارائه نمایند:

۱. یافتن پاسخ این سوال: آیا همه فلزها دچار خوردگی می‌شوند؟ چرا؟
۲. انجام آزمایش: هر گروه با قرار دادن سه میخ آهنی نو در سه ظرف، یکی زیر آب، یکی درون هوای خشک و دیگری در ظرفی که محتوی مخلوط آب و هوا است به مدت سه روز، نتایج آن را در جلسه بعدی به کلاس ارائه نمایند.
۳. طراحی یک فعالیت عملی توسط معلم با هدف تأثیر محیط اسیدی و حضور یون‌ها در خوردگی تا گروه‌های دانش آموزان پس از جمع‌آوری اطلاعات، اقدام به فرضیه‌سازی کرده و سپس فرضیه‌ها یا حدس‌های هوشمندانه‌ی خویش را مورد آزمون قرار دهند و گزارش آن‌ها را به کلاس ارائه دهند.

به کاوش و داشتن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

۴. ترغیب دانش آموزان به تحقیق اینترنتی و آرایه شواهد مستند در مورد انواع روش های خوردگی و انواع روش های جلوگیری از خوردگی فلزها ۵. تهیه یک ویدیو (حداکثر دقیقه) از مراحل فعالیت هر گروه توسط خود گروه و نمایش آن در کلاس درس جلسه دوم	
جلسه دوم تدریس: بحث: دانش آموزان به گفت و گو پیرامون مسیر کاوش علمی خود در مورد خوردگی فلزها می پردازند و مفاهیم آموزشی مورد نظر را ساخته و با بقیه گروه ها به اشتراک می گذارند. برای رسیدن به این هدف در کلاس دانش آموزان باید: ۱. نتایج و گزارش کار مربوط به انجام آزمایش میخ های آهنی توسط گروه ها را در کلاس آرایه دهند. ۲. آزمایش های طراحی و اجرا شده برای تأثیر نقش نمک ها و اسیدها بر خوردگی فلزها را توصیف کنند. ۳. ویدیوی تهیه شده را در کلاس به اشتراک گذاشته به پرسش های احتمالی همکلاسی ها و معلم در رابطه با آن ویدیو پاسخ می دهند. هم چنین به پرسش های زیر در کلاس مطرح و توسط دانش آموزان پاسخ داده شود: ۱. واکنش فلزها در برابر اکسیژن چگونه است؟ ۲. خوردگی چیست؟ ۳. انواع روش های خوردگی را نام برده و تعریف کنند. ۴. معادله واکنش های مربوط به خوردگی آهن را بنویسند. ۵. عوامل مؤثر بر خوردگی فلزها را نام ببرند. ۶. عوامل سرعت بخش در خوردگی فلزها را نام برده و چگونگی تسریع خوردگی توسط این عوامل را شرح دهند.	به توصیف پرداختن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

۷. آثار زیان آور اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی خوردگی فلزها را بیان کنند. ۸. روش های جلوگیری از خوردگی فلزها و کاربرد هر روش را نام ببرند. ۹. مفهوم حفاظت کاتدی را بیان کنند.	
توسط معلم: ۱- تکمیل چک لیست های فردی دانش آموزان ۲- اختصاص نمراتی برای پاسخ ها و فعالیت های دانش آموزان	به ارزیابی اقدام کردن (ارزشیابی تشخیصی)
چالش جدید: معلم دانش آموزان را در موقعیت تازه ی و چالش برانگیز زیر قرار دهد که آن ها بتوانند ضمن استقبال از رویارویی با آن موقعیت از طریق به کار بردن آموخته های خود راه حلی عملی برای آن چالش بیابند و به پرسش های زیر پاسخ دهند: ۱. برای جلوگیری از خوردگی لوله ها و شیرآلات زیر چه راهکارهایی پیشنهاد می کنند؟ ۲. چرا ورق های گالوانیزه و حلبی به آسانی دچار خوردگی نمی شوند؟ چگونه نجات این فلزها از خوردگی را توضیح دهند. ۳. واکنش های حفاظت کاتدی در گالوانیزه و حلبی را بنویسند.	به وسعت افزودن
هدف های یادگیری آشنایی دانش آموزان با: * مفهوم خوردگی فلزها و انواع آن * خسارت های زیست محیطی و اقتصادی ناشی از خوردگی * روش های جلوگیری از خوردگی فلزها	یادداشت هایی برای معلم



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

خوردگی (Corrosion): اثر تخریبی محیط بر فلزات و آلیاژها می باشد. خوردگی، پدیده ای خودبه خودی است و همه مردم در زندگی روزمره خود، از بدو پیدایش فلزات با آن روبرو هستند. در اثر پدیده خودبه خودی، فلز از درجه اکسیداسیون صفر تبدیل به گونه ای با درجه اکسیداسیون بالا می شود.

می توان خوردگی را بر اساس ظاهر و شکل فلز خورده شده طبقه بندی کرد. در این روش با مشاهده فلز با چشم غیر مسلح می توان نوع خوردگی را مشخص نمود.

انواع خوردگی:

خوردگی شیمیایی: که بین یک فلز و یک مایع یا گاز رخ می دهد.

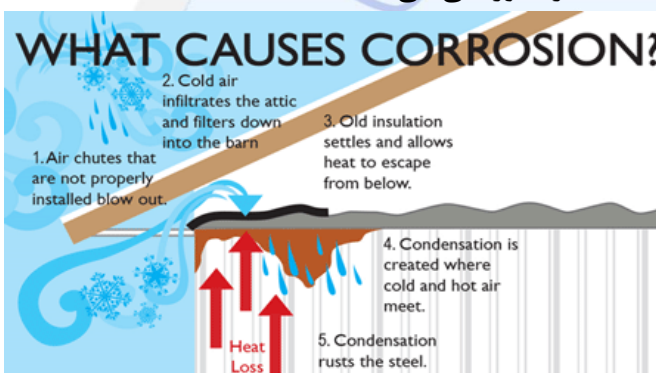
خوردگی الکتروشیمیایی: این نوع خوردگی هنگامی ایجاد می شود که در فلز یا در جسم، ناهمگنی وجود داشته باشد.

خوردگی بیوشیمیایی: توسط عوامل زیستی مانند باکتری ها این نوع خوردگی ایجاد می شود.

خوردگی فرسایشی: که با سایش بین یک ماده جامد یا مایع یا حتی گاز با فلز موجب خوردگی فرسایشی می شود. به طور کلی از بین رفتن فلزها به علت واکنش (واکنش های شیمیایی، هسته ای، واکنش زنجیره ای، گرماده، گرماگیر، سرعت واکنش، تعادلی، آبپوشی یون ها و تراساختی در محلول های آبی) با محیط را خوردگی می نامند.

دانش محتوایی معلم
(ص ۱)

دانش محتوایی معلم
(ص ۲)





خوردگی های منحصر به فرد عبارتند از:

خوردگی یکنواخت: یک نوع خوردگی اجتناب ناپذیر است که تمام مواد و فلزاتی که در معرض یک محلول الکترولیت قرار دارند به آن دچار می شوند.

خوردگی حفره ای: به صورت موضعی خوردگی متقارن در حفرات سطح فلز اتفاق می افتد که معمولاً در فلزاتی که به وسیله یک لایه نازک اکسید محافظت شده اند اتفاق می افتد. با حضور کلراید در محیط فیلم به صورت موضعی شکسته و سرعت از بین رفتن فلز با تشکیل حفرات افزایش می یابد.

خوردگی شکافی موضعی: خوردگی شکافی موضعی نتیجه هندسی دستگاه است. خوردگی شکافی بین دو سطح نزدیک به هم یا به هم فشرده شده که تبادل اکسیژن ندارند اتفاق می افتد و کاهش PH و افزایش غلظت یون های کلراید دلیل مهم برای شروع و انتشار پدیده خوردگی شکافی می باشند.

خوردگی گالوانیکی: خوردگی گالوانیکی فروپاشی فلز است که به وسیله تفاوت های میکروسکوپی و پتانسیل های الکتروشیمیایی کنترل می شوند است که معمولاً در نتیجه نزدیکی دو فلز متفاوت اتفاق می افتد.

خوردگی تنشی: خوردگی تنشی به علت خستگی فلزات که به همراه با محیط خورنده باشد اتفاق می افتد. سطح اختلاف بازسازی فلز ممکن است دارای حفرات یا شکاف های کوچکی باشد که در نتیجه تنش و حفره خوردگی اتفاق می افتد.

خوردگی سایشی: بیشتر دلیل آزاد شدن فلزات در بافت های خوردگی سایشی است. فعالیت همزمان شیمیایی و مکانیکی باعث خوردگی سایشی می شود.

خوردگی گالوانیکی یا دو فلزی هنگامی رخ می دهد که دو فلز غیرهمجنس که در تماس الکتریکی با یکدیگر هستند در معرض یک محلول هادی یا خورنده قرار بگیرند.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

عوامل موثر بر خوردگی:

۱. درجه خلوص، هرچه فلز خالص تر باشد و ناهمگنی کمتری داشته باشد دیرتر خورده می شود.
۲. تغییرات فیزیکی و مکانیکی فلز
۳. غلظت ماده مؤثره و جنس آن
۴. مقدار اکسیژن و رطوبت محیط
۵. اسیدی یا بازی بودن محیط
۶. درجه حرارت و دمای محیط

جنبه های اقتصادی فرایند خوردگی

برآوردی که در مورد ضررهای خوردگی انجام گرفته، نشان می دهد سالانه هزینه تحمیل شده از سوی خوردگی، بالغ بر ۵ میلیارد دلار است. بیشترین ضررهای خوردگی، هزینه هایی است که برای جلوگیری از خوردگی تحمیل می شود.

روش های جلوگیری از خوردگی فلزها

۱. پوشش های رنگ ها و جلاها

ساده ترین راه مبارزه با خوردگی، اعمال یک لایه رنگ است. با استفاده از رنگ ها بصورت آستر و رویه، می توان ارتباط فلزات را با محیط تا اندازه ای قطع کرد و در نتیجه موجب محافظت تاسیسات فلزی شد.

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶

۲. پوشش های اکسید فلزات

اکسید برخی فلزات بر روی خود فلزات، از خوردگی جلوگیری می کند. به عنوان مثال، می توان تحت عوامل کنترل شده، لایه ای از اکسید آلومینیوم بر روی آلومینیوم نشانده. اکسید آلومینیوم رنگ

دانش محتوایی معلم
(ص ۳)



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

خوبی دارد و اکسید آن به سطح فلز می‌چسبد و باعث می‌شود که اتمسفر به آن اثر نکرده و مقاومت خوبی در مقابل خوردگی داشته باشد. همچنین اکسید آلومینیوم رنگ‌پذیر است و می‌توان با الکترولیز و غوطه‌وری، آن را رنگ کرد. اکسید آلومینیوم دارای تخلخل و حفره‌های شش وجهی است که با **الکترولیز**، رنگ در این حفره‌ها قرار می‌گیرد.

همچنین با پدیده الکترولیز، آهن را به اکسید آهن سیاه رنگ (البته بصورت کنترل شده) تبدیل می‌کنند که مقاوم در برابر خوردگی است که به آن "سیاه‌کاری آهن یا فولاد" می‌گویند که در قطعات یدکی ماشین دیده می‌شود.

۳. پوشش‌های گالوانیزه

گالوانیزه کردن (Galvanizing)، پوشش دادن آهن و فولاد با روی است. گالوانیزه، به روش‌های مختلف انجام می‌گیرد که یکی از این روش‌ها آبکاری با برق است. در آبکاری با برق، قطعه‌ای که می‌خواهیم گالوانیزه کنیم، **کاتد** الکترولیز را تشکیل می‌دهد و فلز روی در **آند** قرار می‌گیرد. یکی دیگر از روش‌های گالوانیزه، استفاده از فلز مذاب یا روی مذاب است.

روی دارای نقطه ذوب پایینی است. در گالوانیزه با روی مذاب آن را به‌صورت مذاب در حمام مورد استفاده قرار می‌دهند و با استفاده از غوطه‌ور سازی فلز در روی مذاب، لایه‌ای از روی در سطح فلز تشکیل می‌شود که به این پدیده، غوطه‌وری داغ (Hot dip galvanizing) می‌گویند. لوله‌های گالوانیزه در ساخت قطعات مختلف، در لوله کشی منازل و آب‌رسانی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018

۴. پوشش‌های قلع

قلع از فلزاتی است که ذاتاً به‌راحتی اکسید می‌شود و از طریق ایجاد اکسید در مقابل اتمسفر مقاوم می‌شود و در محیط‌های بسیار خورنده مثل اسیدها و نمکها و ... به‌خوبی پایداری می‌کند. به‌همین



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

دلیل در موارد حساس که خوردگی قابل کنترل نیست، از قطعات قلع یا پوشش‌های قلع استفاده می‌شود. مصرف زیاد این نوع پوشش‌ها، در صنعت کنسروسازی می‌باشد که بر روی ظروف آهنی این پوشش‌ها را قرار می‌دهند.

۵. پوشش‌های کادمیم

این پوشش‌ها بر روی فولاد از طریق آب‌گیری انجام می‌گیرد. معمولاً پیچ و مهره‌های فولادی با این فلز، روکش داده می‌شوند.

۶. فولاد زنگ‌زن

این نوع فولاد، جزو فلزات بسیار مقاوم در برابر خوردگی است و در صنایع شیرآلات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع فولاد، آلیاژ فولاد با کروم می‌باشد و گاهی نیکل نیز به این آلیاژ اضافه می‌شود.

۷. آهن گالوانیزه

آهن گالوانیزه، آهنی است که با روی پوشانده شده باشد. این آهن، حتی اگر پوشش آن هم شکستگی پیدا کند، از زنگ زدن محفوظ می‌ماند. از آهن گالوانیزه در ساختن لوازمی مثل لوله بخاری، کانال کولر، کابینت آشپزخانه، شیروانی منازل، لوله‌های آب و هر جا که احتمال خوردگی آهن و خسارت وجود دارد، استفاده می‌شود.



در آهن گالوانیزه، بین آهن و روی، پیلی الکتروشیمیایی تشکیل می‌شود که در آن روی به جای آهن به عنوان آند بکار می‌رود و آهن به عنوان کاتد روی در آند اکسید می‌شود چون فلزی فعال‌تر

دانش محتوایی معلم
(ص ۴)



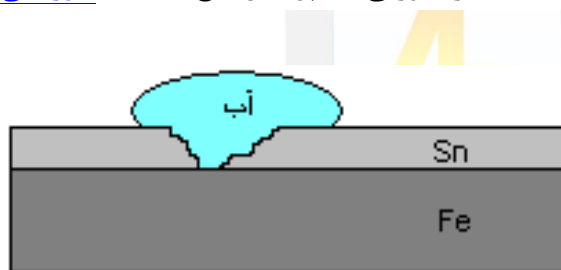
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

از آهن است و دارای پتانسیل کاهشی کمتری از آهن است.

۸. حلبی

در حلبی‌هایی که از آن، قوطی می‌سازند، عمل عکس گالوانیزه انجام می‌شود. در حلبی، بر روی آهن پوشش **قلع** به کار رفته است و عمل معکوس آهن گالوانیزه انجام می‌شود. چون آهن فلزی فعالتر از قلع است و پتانسیل کاهشی قلع بیش‌تر از آهن است و به‌عنوان کاتد در حلبی به کار می‌رود و آهن آند می‌شود. البته در صورتی که پوشش قلع بشکند، **خوردگی آهن** در زیر این پوشش پیش می‌رود.

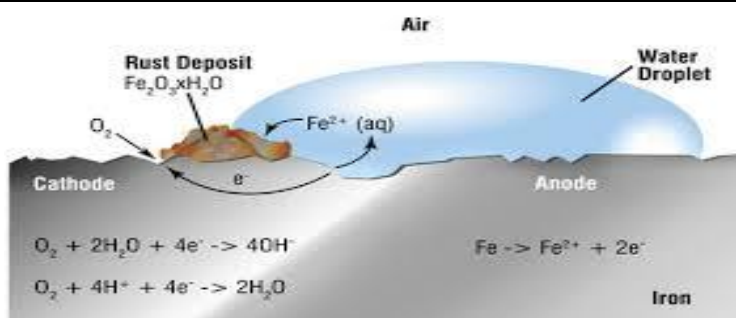


فرایند خوردگی آهن

فرایند زنگ زدن آهن ماهیت **الکتروشیمیایی** دارد. خوردگی یا زنگ‌زدن آهن فقط در حضور **اکسیژن** و آب صورت می‌گیرد. در جایی بر سطح جسم آهنی، اکسایش آهن انجام می‌شود و آند را تشکیل می‌دهد و در جایی دیگر سطح آن جسم که H_2O و $O_2(g)$ وجود دارد، کاهش انجام می‌شود و کاتد را تشکیل می‌دهد و در نتیجه این عمل، ایجاد یک سلول ولتایی یا **پیل ولتایی** یا الکتروشیمیایی بسیار کوچک است. الکترون‌های تولید شده در ناحیه آندی در میان آهن به‌سوی ناحیه کاتدی حرکت می‌کند.

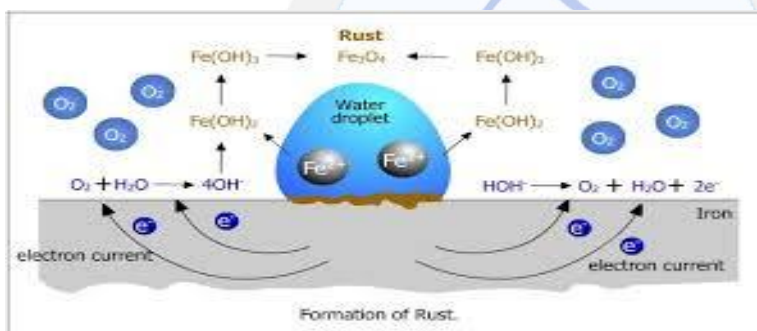
سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018



کاتیون‌ها، یعنی یون‌های Fe^{2+} که در آن آند تولید شده‌اند در آب موجود بر سطح جسم به‌سوی کاتد می‌روند.

انیون‌ها یعنی یون‌های OH^- که در کاتد تولید شده‌اند، به‌طرف آند حرکت می‌کنند. این یون‌ها در جایی میان دو ناحیه به‌هم می‌رسند و $Fe(OH)_2$ به‌وجود می‌آورند.



آهن (II) هیدروکسید در حضور رطوبت و اکسیژن پایدار نیست. این هیدروکسید به نوبه خود اکسید و به آهن (III) هیدروکسید تبدیل می‌شود که در واقع آهن (III) اکسید آبیوشده $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ یا زنگ آهن است.

جاهایی که جسم آهنی زنگ زده گود شده است، نواحی آندی یا جاهایی هستند که آهن بصورت یونهای Fe^{+2} در محلول وارد می شوند. نواحی کاتدی جاهایی هستند که بیش تر در معرض رطوبت و هوا هستند، زیرا $O_2(g)$ و H_2O در واکنش کاتدی دخالت دارند. زنگ آهن همیشه در نقاطی نسبتاً دورتر از جاهای گود شده (میان نواحی آندی و کاتدی) ایجاد می شود.

سومین همایش

اثر آب نمک و ناخالصی بر خوردگی

آب نمک، زنگ زدن را تسریع می کند، زیرا یون های موجود در آب به انتقال جریان در سلول های ولتایی کوچکی که بر سطح آهن برقرار شده است، کمک می کند. به نظر می رسد که بعضی از یونها، مثلاً Cl^- و کنش های الکترودی را کاتالیز می کنند.

ناخالصی های موجود در آهن نیز سبب پیشرفت زنگ زدگی می شوند، آهن بسیار خالص به سرعت زنگ نمی زند. بعضی از انواع ناخالصی ها، کشیدگی ها و نقص های بلوری موجود در آهن با جذب الکترون ها آن ها را از ناحیه هایی که جایگاه های آندی می شوند، دور می کنند.

تفاوت آهن گالوانیزه و حلبی

اگر سطح آهن سفید خراش بردارد، آهن و روی باهم یک سلول الکتروشیمیایی ولتایی تشکیل می دهند. در این سلول، روی خورده می شود، زیرا پتانسیل کاهشی روی از پتانسیل کاهشی آهن کم تر است. اما اگر سطح حلبی خراش بردارد، قلع و آهن با هم یک سلول الکتروشیمیایی ولتایی تشکیل می دهند. در این سلول، آهن خورده می شود، زیرا پتانسیل کاهشی قلع از پتانسیل کاهشی آهن بیش تر است و آهن در نقش آند این سلول عمل می کند و از بین می رود. این روش زنگ زدن را زنگ زدن الکتروشیمیایی می نامند.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

پیش دانسته‌های دانش آموزان	واکنش‌های اکسایش - کاهش، پتانسیل الکترودی (E^0)، سلول‌های ولتایی، عدد اکسایش
واژگان کلیدی	خوردگی فلزها، زنگ زدن آهن، حفاظت کاتدی، روش‌های جلوگیری از خوردگی فلزها





سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

طرح درس مبتنی بر کاوشگری با روش E یا H

عنوان درس	موازنه واکنش‌های اکسایش و کاهش به روش نیم‌پیلی
حوزه یادگیری	علوم تجربی (شیمی)
پایه	سال چهارم متوسطه (سال دوازدهم دوره دوم متوسطه نظری)
طراح	غلامرضا زمانی ایران، استان تهران، تهران، دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی ghzamanii@gmail.com
شماره تلفن همراه طراح	۰۹۱۳۲۸۱۵۵۸۰
پرسش اصلی	چگونه واکنش‌های اکسایش و کاهش را موازنه کنیم؟
اهداف	انتظار می‌رود پس از پایان فرایند یاددهی و یادگیری، دانش‌آموزان بتوانند: • یون تماشاگر را تعریف کنند. • یون تماشاگر را در یک واکنش اکسایش و کاهش تشخیص دهند. • نقش الکترون را در موازنه به روش نیم‌پیلی بیان کنند. • روش نیم‌پیلی را در موازنه واکنش‌های اکسایش و کاهش به کار ببرند. • لزوم نیاز به یادگیری روش نیم‌پیلی برای موازنه واکنش‌ها را توضیح دهند.
	انتظار می‌رود پس از انجام فرایند یاددهی و یادگیری در این مبحث، دانش‌آموزان بدون کمک گرفتن از دیگران: • واکنش‌های اکسایش و کاهش را به صورت دو نیم‌واکنش بنویسند. • قواعد موازنه به روش نیم‌پیلی را در مورد واکنش‌های اکسایش و کاهش به کار ببرند. • تمرین‌های پیش‌بینی شده برای این مبحث را پاسخ دهند.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

در موارد مشابه با این موضوع نکته برداری کرده و مراحل متوالی آن فرایند را بیابند.	
انتظار می رود دانش آموزان در حین فرایند یاددهی و یادگیری: - با دقت متن مربوط به محتوای آموزشی را بخوانند. - با دقت به نظرات معلم و دوستان خود توجه کنند. - نسبت به موازنه با روش نیم پیلای علاقه نشان دهند. - برای هر پیشنهاد سازنده از طرف افراد گروه ارزش قائل شود. - با دقت به صحبت های مطرح شده در کلاس و گروه خود گوش کنند و نکته های مهم و مورد نیاز برای موازنه به روش نیم پیلای را انتخاب کنند. - در گروه خود به عنوان یک عضو فعال در جهت رسیدن به هدفی مشترک تلاش کنند. - برای رسیدن به پاسخ پرسش هایی که نیاز به تفکر دارند، تلاش کنند.	نگرشی (عاطفی)
- در مسیر یافتن روش موازنه نیم پیلای تلاش کنند و در هر بخش نتایج حاصل از فعالیت خود را مورد نقد و بررسی قرار دهند تا روحیه پرسشگری و نقدپذیری در آنان افزایش یابد. - با دقت، اطلاعات و راهنمایی هایی که در اختیار آنان قرار داده می شود را مطالعه کنند و بتوانند از میان آن ها به راه حل مسائل پیش روی خود دست یابند. - با مراجعه به این آدرس اینترنتی چند مورد واکنش اکسایش و کاهش را در محیط نرم افزار مشاهده و سپس موازنه مربوط به آنها را انجام دهید.	مهارت های قرن بیست و یکمی http://www.p21.org
- عدم توجه به اهمیت خاصیت اسیدی یا بازی محیط واکنش به هنگام موازنه - بی توجهی به لزوم موازنه بار در نیم واکنش ها - بی توجهی به لزوم برابر بودن تعداد الکترون های مبادله شده در نیم واکنش های اکسایش و کاهش	کج فهمی ها (برداشت های ناقص)
دفترچه یادداشت، خودکار یا مداد، ویدئو پروژکتور، پرده نمایش، لب تاب	مواد و تجهیزات مورد نیاز
۹۰ دقیقه	زمان

• کتاب درسی • محتوای آماده شده از طرف معلم که در اختیار دانش آموزان قرار داده می شود.	منابع مورد نیاز برای تدریس
• قرار دادن دانش آموزان در گروه های چهار تا پنج نفری برای انجام فعالیت گروهی • تشخیص دانش آموزانی که در مفاهیم اکسایش و کاهش و یا مفاهیم مربوط به عدد اکسایش یا محاسبه آن دچار مشکل هستند و کمک به آنان • بررسی وضعیت گروه ها و میزان پیشرفت آنان و در صورت لزوم ارائه راهنمایی های مناسب در جهت پیش بردن اهداف آموزشی و رسیدن به وضع مطلوب	تأمین نیازهای فردی دانش آموزان
نیم پیل (نیم سلول)، نیم واکنش کاهش، نیم واکنش اکسایش، موازنه تعداد اتم ها (موازنه جرم)، موازنه بار الکتریکی، یون تماشگر	واژه های علمی راهنماهای توسعه
با توجه به اینکه دانش آموزان موازنه به روش واریسی را آموخته اند. ضمن مطرح کردن موضوع کلی درس که موازنه است از دانش آموزان بخواهید موازنه را تعریف کرده و روش واریسی را در موازنه معادله زیر به کار ببرند. $\text{MnO}_2(s) + \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{MnCl}_2(aq) + \text{Cl}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$ با توجه به تسلط دانش آموزان بر مبحث موازنه پیش بینی می شود خیلی سریع این کار را انجام دهند و پاسخ مربوط به آن را اعلام نمایند. حال از آنان می خواهیم تا به معادله های شیمیایی زیر دقت کنند و سپس به سوالات داده شده پاسخ دهند: $\text{MnO}_2(s) + \text{Cl}^-(aq) \xrightarrow{\text{H}^+} \text{MnCl}_2(aq) + \text{Cl}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$ $\text{Cl}_2(g) \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{Cl}^-(aq) + \text{ClO}_3^-(aq)$ این معادله ها چه تفاوت هایی با معادله هایی که تاکنون موازنه می کرده اید دارند؟ • برای موازنه معادله دوم چگونه عمل خواهید کرد؟	به کار گماردن آغاز تدریس/معرفی مبحث



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس دبیر شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

در این بخش از فرایند یاددهی و یادگیری «قسمت اول» محتوای آماده شده (ضمیمه) را در اختیار دانش آموزان قرار دهید و از آنان بخواهید با دقت ضمن مطالعه آن، گام به گام با مطالب مورد نیاز برای رسیدن به اهداف پیش بینی شده آشنا شوند و به سمت هدف مطلوب که موازنه معادله شیمیایی به روش نیم واکنش های اکسایش و کاهش است، هدایت شوند. در این بخش دانش آموزان با پرسش هایی هدفمند روبه رو می شوند که با اندکی دقت در یافتن پاسخ آن ها به راحتی می توانند فرایند موازنه نیم پیلی و مراحل آن را بیاموزند.	به کاوش واداشتن
پس از اتمام کار دانش آموزان در مرحله قبل لازم است ضمن توجه به اظهار نظر دانش آموزان قسمت اول مطلب آموزشی را به صورت زیر جمع بندی کنیم: همان طور که از پاسخ دادن به پرسش های مطرح شده نتیجه گرفتید، برای رسیدن به یک معادله موازنه شده از نیم واکنش ها، علاوه بر برابر بودن تعداد اتم ها در هر نیم واکنش، باید میزان بارها نیز موازنه باشد. به این ترتیب می توان از مجموع معادله نیم واکنش های موازنه شده، به معادله موازنه شده واکنش کلی رسید. به طور کلی برای موازنه یک واکنش اکسایش و کاهش لازم است در ابتدا یون های تماشاگر را شناسایی کرده و معادله را بدون یون های تماشاگر بازنویسی کنید. سپس نیم واکنش ها را نوشته و اتم ها (به جز هیدروژن و اکسیژن) را به روش واری موازنه نمایید و سپس با قرار دادن الکترون در سمت فرآورده های نیم واکنش اکسایش و در سمت واکنش دهنده های نیم واکنش کاهش، هر نیم واکنش را از نظر بار الکتریکی موازنه نمایید. باید توجه کنیم که دو نیم واکنش در ظرف آزمایش هم زمان با هم	به توصیف پرداختن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

انجام می‌شوند و تعداد الکترون‌های مبادله شده در دو نیم‌واکنش با یکدیگر برابر است. اگر پس از موازنه نیم‌واکنش‌ها تفاوتی در تعداد الکترون‌های دو نیم‌واکنش دیده شد، باید برای برابر کردن الکترون‌ها و جلوگیری از ظاهر شدن الکترون در معادله کلی، با ضرب کردن نیم‌واکنش‌ها در کوچک‌ترین اعداد صحیح ممکن تلاش کنید.	
پس از کامل شدن توضیحات، لازم است از دانش‌آموزان بخواهیم به‌تنهایی و بدون کمک دوستان خود، به تمرین موجود در انتهای «قسمت اول» محتوای آموزشی پاسخ دهند و پس از اتمام کار، پاسخ خود را با سایر دوستان در گروه مقایسه نمایند. هنگامی که دانش‌آموزان مشغول پاسخگویی به سؤالات تمرین هستند لازم است معلم در میان دانش‌آموزان حرکت کرده و دانش‌آموزانی را که هنوز به موضوع تسلط ندارند راهنمایی نماید تا اشکالات یادگیری آن‌ها برطرف شود و دچار کج‌فهمی یا نقص در یادگیری نشوند. همچنین در این هنگام لازم است نوع رفتار هر یک از دانش‌آموزان را در گروه‌های خودشان موردتوجه قرار داده و میزان همکاری، تلاش، علاقه و نقدپذیری آنان را مورد ارزیابی قرار دهید.	به ارزیابی اقدام کردن ارزشیابی تشخیصی
«قسمت دوم» محتوا را در اختیار فراگیران قرار داده و همانند قسمت اول از آنان بخواهید با پیگیری سؤالات هدفمند و دقت در پاسخ دادن به آن‌ها تلاش کنند تا موازنه واکنش‌های اکسایش و کاهش را با روش نیم پیلی در سطح بالاتری نسبت به قسمت اول یاد بگیرند. با حرکت در بین گروه‌های مختلف و گوش دادن به استدلال‌های هر گروه در پاسخ	به وسعت افزودن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

دادن به سؤالات آنان را در رسیدن به پاسخ صحیح پرسش‌های مطرح‌شده یاری کنید. پس از پایان پاسخ‌دهی به پرسش‌های این قسمت و حصول نتیجه مطلوب از دانش‌آموزان بخواهید پاسخ تمرین‌های بخش دوم را به‌عنوان تکلیف در منزل انجام داده و در جلسه بعدی همراه خود به کلاس آورند. در پایان نیز، «قسمت سوم» محتوا را در اختیار دانش‌آموزان قرار می‌دهیم تا علاوه بر نکاتی که خود به آن رسیده‌اند، یک روش مدون را برای موازنه به روش نیم‌پیلی در اختیار داشته باشند.	
هدف‌های یادگیری • تشخیص و استخراج نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش مربوط به یک واکنش • شناخت نقش الکترون در موازنه به روش نیم‌پیلی • شناخت یون‌های تماشاگر • شناخت مراحل موازنه یک واکنش اکسایش و کاهش	
دانش محتوایی معلم برای موازنه یک واکنش اکسایش و کاهش لازم است در ابتدا یون‌های تماشاگر را شناسایی کرده و معادله را بدون یون‌های تماشاگر بازنویسی کنیم. سپس نیم‌واکنش‌ها را نوشته و تعداد اتم‌ها را به روش واری موازنه نماییم و سپس با قرار دادن الکترون در سمت فراورده‌های نیم‌واکنش اکسایش و در سمت واکنش‌دهنده‌های نیم‌واکنش کاهش، هر نیم‌واکنش را از نظر بار الکتریکی موازنه کنیم. دو نیم‌واکنش در ظرف آزمایش هم‌زمان باهم انجام می‌شوند و تعداد الکترون‌های مبادله شده در دو نیم‌واکنش با یکدیگر برابر است. اگر پس از موازنه	یادداشت‌هایی برای معلم



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

نیم‌واکنش‌ها تفاوتی در تعداد الکترون‌های دو نیم‌واکنش دیده شد، باید برای برابر کردن الکترون‌ها و جلوگیری از ظاهر شدن الکترون در معادله کلی، با ضرب کردن نیم‌واکنش‌ها در کوچک‌ترین اعداد صحیح ممکن تلاش کنیم.

برای موازنه نیم‌واکنش‌ها در صورتی که در آن‌ها اکسیژن یا هیدروژن وجود داشته باشد و تعداد آن‌ها در دو سمت نیم‌واکنش برابر نباشد، در محیط اسیدی و محیط بازی اندکی تفاوت در روش موازنه ایجاد می‌شود. در محیط اسیدی از آب و یون هیدروژن استفاده می‌کنیم اما اگر محیط قلیایی باشد علاوه بر آب و یون هیدروژن از یون هیدروکسید نیز کمک می‌گیریم. مراحل زیر را می‌توان به عنوان مراحل موازنه به روش نیم‌پیلی مورد توجه قرار داد.

۱. تعیین عدد اکسایش تمام اتم‌ها و تعیین اتم‌هایی که اکسایش یا کاهش یافته‌اند.

۲. حذف یون‌های تماشاگر و تعیین معادله نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش و نوشتن آن‌ها به صورت جدا از هم

۳. موازنه نیم‌واکنش‌ها از نظر قانون پایستگی جرم (بررسی برابری تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله به جز اتم‌های اکسیژن و هیدروژن)

توجه ۱: در محیط اسیدی برای موازنه اکسیژن به نیم‌واکنش آب اضافه نمایید و برای موازنه هیدروژن به نیم‌واکنش یون هیدروژن را بیفزایید.

توجه ۲: در محیط قلیایی پس از اینکه اکسیژن و هیدروژن را به روش بالا موازنه کردید لازم است که یون هیدروژن را خنثی کنیم برای این منظور به تعداد یون هیدروژن به دو طرف معادله یون هیدروکسید اضافه نمایید.

۴. موازنه نیم‌واکنش‌ها از نظر بار الکتریکی با قرار دادن الکترون در سمتی که نیاز است (برابر کردن بار الکتریکی در دو طرف معادله).



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

۵. برابر کردن تعداد الکترون‌ها در دو نیم‌واکنش به وسیله ضرب کردن یک یا هر دو نیم‌واکنش در کوچک‌ترین عدد صحیح ۶. جمع کردن دو نیم‌واکنش و ساده کردن (حذف کردن) الکترون‌ها با یکدیگر، در صورت وجود ذرات مشابه دیگر نیز به همین ترتیب ساده شوند تا از هر ذره فقط در یک طرف معادله باقی بماند. ۷. چک کردن معادله از نظر موازنه تعداد اتم‌ها و بار الکتریکی	
پیش دانسته‌های دانش‌آموزان: • مفهوم اکسایش و کاهش را می‌دانند. • نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را می‌شناسند. • مفهوم موازنه را می‌دانند. • می‌توانند معادله‌ها را به روش واری موازنه کنند.	
موازنه، روش نیم‌پیلی، اکسایش و کاهش، یون تماشگر	واژگان کلیدی قابل جست‌وجو در اینترنت

آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

عنوان درس		باتری های موجود در زندگی روزمره و علت نیاز به آن در دنیای امروز
حوزه ی یادگیری		شیمی
پایه		راهنمایی
طراح		افسانه قربانیان
پرسش اصلی		باتری چیست و چگونه کار می کند؟
اهداف	دانشی (شناختی)	مفهوم باتری را بدانند. با انواع باتری آشنا شود.
	مهارتی (روان - حرکتی)	تبدیل انرژی را در باتری تشخیص دهد. وسایل آزمایش را با مهارت در کنار هم سوار کند. آزمایش را با مهارت انجام دهد.
	نگرشی (عاطفی)	برای ساخت یک قوه پیشقدم (داوطلب) می شود. با دقت به توضیحات افراد گروه گوش می کند . با افراد گروه برای رسیدن به پاسخ صحیح بحث می کند. به نظرات افراد گروه احترام می گذارد. تکالیف خود را برای رسیدن به پاسخ صحیح بحث می کند.
مهارت های قرن بیست و یکمی		دانش آموزان در فرایند حل مسئله درگیر می شوند تا به پرسشگری ترغیب شوند. تحقیق را طراحی کنند و پاسخ ها و راه حل ها را بیابند. مهارت تصمیم گیری، فرد ماهر در این مرحله کسی است که بتواند با توجه با تحلیل درست موضوعات، رخدادها، پدیده ها، قضایا و در نظر گرفتن تمام جوانب مثبت و منفی مرتبط با



سومین همایش آموزش الکتروشمیه ایران

دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

موضوع به تصمیمی منطقی و عقلانی برسد.	
کج فهمی ها / برداشت های ناقص	کج فهمی در ارتباط با نحوه عملکرد باتری و تبدیل انرژی
مواد مورد نیاز:	مواد و تجهیزات مورد نیاز
۱- سکه مس	
۲- فویل آلومینیوم	
۳- چراغ LED	
۴- سرکه سفید	
۵- قیچی	
۶- سهم مس	
۷- ناخن روی گالوانیزه	
۸- دستکش های ایمنی	
الف) زمان آمادگی: ۱۰ دقیقه	زمان
ب) زمان کلاس: ۴۰ تا ۵۰ دقیقه	
Brian, Marshall, Charles W. Bryant, and Clint Pumphrey. "Introduction to How Batteries Work." <i>How Stuff Works Tech. Web</i> . 24 Jan. 2016. http://electronics.howstuffworks.com/everyday-tech/battery.htm .	منابع مورد نیاز برای تدریس
Palermo, Elizabeth. <i>How Do Batteries Work?</i> 28 Apr. 2015. Web. 24 Jan. 2016. http://www.livescience.com/50657-how-	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

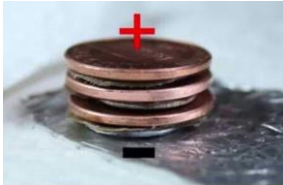
Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

batteries-work.html. "How Do Batteries Work?" Power System. Web. 24 Jan. 2016. http://www.qrg.northwestern.edu/projects/vss/docs/power/2-how-do-batteries-work.html.	
ایجاد گروه های مختلف از دانش آموزان برای درک بهتر مفاهیم برنامه ریزی کلاسهای حل تمرین (TV) برای ثبت و درک بهتر مطالب	تامین نیازهای فردی دانش-آموزان
باتری- برق- ولتاژ- جریان- الکتروولت- آنیون- کاتیون- یون	واژه های علمی راهبردهای توسعه
تعدادی عروسک و اسباب بازی موزیکال با هماهنگی قبلی در نقاط مختلف کلاس و عکس باتری و لامپ و وسایل برقی، قبل از ورود دانش آموزان نصب می شود. استفاده از تصاویری و وسایل بازی که دارای انواع مدار الکتریکی هستند و در تابلو نصب شده و کارت موزیکالی که به در کلاس نصب شده و هنگام ورود نظر دانش آموزان به آن ها جلب می شود.	به کار گماردن آغاز تدریس/معرفی مبحث
با استفاده از یک آزمایش روش کار باتری را برای فراگیران شرح داده و به طور ملموس چگونگی تبدیل انواع انرژی به یکدیگر و قانون بقای انرژی مشاهده خواهد شد: ۱- جمع آوری مواد ۲- پنی ها را بر روی مقوا قرار دهید و ۴ حلقه را بردارید. ۳- پنی ها را بر روی فویل آلومینیومی بنویسید و ۴ حلقه را بردارید.	به کاوش واداشتن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

۴- یک لایه پنی، مقوا، آلومینیوم و یک پنی دیگر  ۵- پایان مثبت نور LED (پایه طولانی) را به بالای باتری و انتهای منفی نور (پایان کوتاهتر) به پایین باتری لمس کنید.  ۶- مشاهده نور LED و ثبت مشاهدات در جدول پیش بینی و مشاهدات ۷- کارتن لایه، آلومینیوم و یک سکه دیگر. (در حال حاضر شما باید ۳ پنی در باتری خود داشته باشید.) ۸- مشاهده نور LED و ثبت مشاهدات. ۹- تکرار مراحل ۷-۸ تا زمانی که یک باتری وجود دارد که شامل ۵ پنی است. ۱۰- بحث در مورد یافته ها ۱۱- پاسخ سوالات بحث ۱۲- پاکسازی	
از آزمایش فوق چه نتیجه ای میگیرند؟ نتایج آزمایش را در گروه مطرح کنند. نتایج را بین گروه ها مطرح می کنند و به یک نتیجه کلی می رسند.	به توصیف پرداختن
۱- از باتری در زندگی خود چه استفاده هایی می کنند؟	به ارزیابی اقدام کردن

۲- ولتاژ چیست؟ ۳- وقتی از یک باتری استفاده می کنید، انرژی به _____ انرژی تبدیل می شود. ۴- باتری چگونه کار می کند؟	ارزشیابی تشخیصی
ساخت مداری که بتوان آن را قطع یا وصل کرد با کمک ابزار ساده کشیدن شکل مداری که ساخته شده روی برگه ی کاغذ	به وسعت افزودن
هدف های یادگیری معلم بتواند طرز کار باتری را برای فراگیران شرح دهد. واکنش هایی را که در باتری اتفاق می افتد را برای فراگیران توضیح دهد. با مفهوم انرژی شیمیایی و انرژی الکتریکی آشنا باشد.	یادداشت هایی برای معلم در این بخش در سه حیطه، به مواردی اشاره می شود که معلم بایستی پیش از آغاز تدریس بداند.
دانش محتوایی معلم واکنش الکتروشیمیایی توسط Count Alessandro Volta در سال ۱۷۹۹ کشف شد، هنگامی که یک باتری ساده از ورق های فلزی و کاغذ مایع خرد شده ایجاد کرد. این اساسا همان تنظیم اساسی همان چیزی است که دانش آموزان در آزمایش خود ایجاد می کنند. باتری دارای سه قسمت، یک آند (-)، یک کاتد (+) و الکترولیت است. کاتد و آند با یکدیگر متصل می شوند و بنابراین در یک مدار الکتریکی متصل می شوند. واکنش های شیمیایی در باتری باعث ایجاد یک الکترون در آند می شود. این نتیجه یک اختلاف الکتریکی بین آند و کاتد است. الکترون ها می خواهند خودشان را تغییر دهند تا از این تفاوت خلاص شوند. در یک باتری، تنها محل الکتریکی برای کاتد است. اما الکترولیت الکترون ها را مستقیما از آند به کاتد داخل باتری نگه می دارد. الکترون ها از طریق سیم می روند، چراغ برق را در طول مسیر روشن می کند، که به علت پتانسیل الکتریکی است. باتری ها انرژی شیمیایی	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

فلزات، الکترودها را تبدیل می کنند و با الکترولیت به انرژی الکتریکی متصل می شوند . جریان الکتریکی، حرکت الکترونی از یک فلز به دیگری، زمانی ایجاد می شود که سیم هر دو سطح فلز را متصل می کند	
پیش دانسته های دانش آموزان تعریف انرژی الکتریکی و انرژی شیمیایی نحوه برقراری جریان در مدار الکتریکی	
باتری، انرژی الکتریکی، انرژی شیمیایی، باتری، برق، ولتاژ، جریان، الکترولیت، آنیون، کاتیون، یون	واژگان کلیدی قابل جست و جو در اینترنت

آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

عنوان درس	چیپس فلزی!
حوزه یادگیری	علوم تجربی
پایه	دوازدهم
طراح	محمدرضا خدارحم Mrz.Khodarahm@gmail.com
پرسش اصلی	خوردگی چیست و چگونه می توان از آن جلوگیری کرد؟
هدف ها	۱. خوردگی را تعریف کند . ۲. علت اصلی خوردگی را شناسایی کند. ۳. دو مثال برای خوردگی از محیط اطراف خود بیان کند . ۴. برای جلوگیری از خوردگی راه حل ارائه نماید. ۵. نحوه تاثیر رطوبت بر میزان خوردگی را توضیح دهد. ۶. نقاط قوت و ضعف روش های مختلف جلوگیری از خوردگی را نقد نماید. ۷. خسارات ناشی از خوردگی را درک کند.
دانشی (شناختی)	
بخش بدون کمک معلم باید بتواند :	۱. به اهمیت خوردگی در صنعت پی ببرد. ۲. در گروه به عنوان عضوی فعال و مسوولیت پذیر تلاش کند. ۳. افراد گروه خود را نسبت به تشخیص درست راه های جلوگیری از خوردگی تحسین کند. ۴. انواع خوردگی های اطراف خود را به دوستان و آشنایان گوشزد کند .
عاطفی	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۳۹۶ اسفند ۱۵ و ۱۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

۵. در مضرات و فواید احتمالی خوردگی و راه های جلوگیری از آن اعلام نظر کند و در بحث شرکت کند .	
۱. به طور مستقل نیم واکنش های اکسایش و کاهش خوردگی فلزات مختلف را کامل کند. ۲. بدون کمک معلم از تمام وسایلی که امکان خوردگی دارد در طول یک روز عکس بگیر و به کلاس گزارش دهد.	مهارتی (روان – حرکتی)
× مهارت تفکر انتقادی در گروه ها و در هنگام ارائه تحلیل ها × مهارت تصمیم گیری، فرد ماهر در این مرحله کسی است که بتواند با توجه به تحلیل درست موضوعات، رخدادها و پدیده ها و قضایا و در نظر گرفتن تمام جوانب مثبت و منفی مرتبط با موضوع، به تصمیمی منطقی و درست و عقلانی برسد. × مهارت استفاده درست از فناوری های امروز × مهارت برقراری ارتباط ، دانش آموزان در گروه ها و کلاس این مهارت را که ضرورتی غیر قابل انکار برای موقعیت های اجتماعی آن ها محسوب می شود می آموزند.	مهارت های قرن بیست و یکمی
× آب و اکسیژن در هنگام خوردگی نقش کاتد را دارند. × در هنگام محافظت از فلز آب و اکسیژن با فلز محافظ درگیر می شوند و فلز محافظت شده به عنوان کاتد عمل نمی کند.	کج فهمی ها / برداشت های ناقص
دفترچه یادداشت، خودکار، لپ تاپ، اینترنت، ویدئو پروژکتور و پرده نمایش، بانک واژگان، یک عدد قاشق، یک قطعه فلز زنگ زده، پیست، آب مقطر	مواد و تجهیزات مورد نیاز
× کتاب درسی × مجله زنگ سال پانزدهم چاپ ۶۲	منابع



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

× سایت http://www.ica.ir/default.aspx انجمن ملی خوردگی ایران × سایت https://www.aparat.com/v/H2Ohl	
دانش آموزان را به گروه های سه یا چهار نفره با تعیین موقعیت هر دانش آموز در گروه تقسیم می کنیم. از دانش آموزان می خواهیم که راجع به مفاهیمی که از پیش آموخته اند مانند سلول های الکتروشیمیایی و پتانسیل استاندارد این سلول ها اطلاعات جمع آوری کنند و به کلاس بیاورند ، تاکید این موضوع بر بازآموزی آموخته ها است پس زمان زیادی را صرف این موضوع نمی کنیم. سپس به سراغ آموختن موضوع اصلی خوردگی میرویم و با توجه به اینکه دانش آموزان این روش را تمرین کرده اند به همین روش در کلاس ادامه می دهیم . با استفاده از قطعات پازل و تعریف های دانش آموزان به مفهوم خوردگی رسیده ایم اما نیازمند این هستیم که با نشان دادن شکل و روند فرآیند موضوع را تثبیت کنیم. اما در بسط موضوع و استفاده از آن در کاربرد صنعتی ما نیازمند این هستیم که دانش آموزان تحقیقات خود را در این زمینه همراه داشته باشند ، بنابراین ما به عنوان معلم و جهت دهنده به تحقیقات گروه ها نقش خود را در کلاس مشخص می کنیم.	تدریس برای تامین نیازهای فردی دانش آموزان
× خوردگی ، مدار الکتریکی ، واکنش اکسایش ، واکنش کاهش ، جا به جایی مضر الکترون این واژه ها را مانند تکه های پازل کنار هم یادداشت کنید و از دانش آموزان بخواهید تکه های پازل را کامل کنند و با کمک هم تکه هایی که اشتباه قرار گرفته اند را جا به جا کنید،	واژه های علمی



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

هدف از این کار صرفاً تکرار واژه های اصلی درس است که در نهایت منجر به تعریف کامل خوردگی شود.

x تخریب صنعت ، جا به جایی های مضر ، امکانات صنعتی ، مواد ضد خوردگی ، کشتی ها با استفاده از این کلمات و کلماتی از این دست نیز می توان بحث جایگاه استفاده از این مطالب را به خوبی نشان داد.

دانش آموزان ما تا توانایی درک درست خوردگی را نداشته باشند نمی توانند مثال هایی غیر از قوطی های کنسرو زنگ زده برای ما ارائه دهند.

معلم یک بسته چپس تهیه می کند و پیش از شروع تدریس آن را میان دانش آموزان توزیع می کند . از آن ها می خواهد که تلاش کنند چپس ها را به دو قسمت تقسیم کنند و سپس میل کنند ، پس از اینکه دانش آموزان شروع به انجام این کار کردند به آن ها توضیح می دهد که فلزات نیز ممکن است در حالتی همین مقدار ترد و شکننده شوند (درون بسته چپس بدون هیچ فشاری چپس از باز کردن مملو از چپس های خرد شده است). سپس تصویر زیر را نمایش می دهد ،



اما علت این اتفاق چیست ؟

به کار گماردن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

از دانش آموز می خواهیم که در گروه خود و با مشورت با هم گروه های خود علت را بیابد.	
در این مرحله و پس از پایان بحث در هر گروه معلم با جمع آوری پاسخ ها ضمن یادآوری به لزوم احترام به نظر های مخالف در مباحث علمی بحث را به سمت رسیدن به هدف (مفهوم خوردگی) هدایت می کند . توجه نمایید که دانش آموزان با توجه به اطلاعاتی که کسب کرده اند و مثال عینی که مشاهده کرده اند به نتیجه دلخواه شما می رسند ، پس صبور باشید و تنها بحث را هدایت کنید . هدف ما تنها ارائه مفهوم خوردگی نیست ، هدف ما نزدیک کردن این مفهوم به زندگی و تقویت تمام هدف های آموزشی است . پس از اینکه دانش آموزان موضوع را درک کردند قاشق ها را به آن ها نشان می دهیم ، از آن ها می خواهیم که به ما بگویند با توجه به فلزی بودن قاشق چرا پدیده خوردگی در مورد این ها اتفاق نیوفتاده است ؟ جنس قاشق ها قطعا از فلزاتی مانن پلاتین ، طلا و نیست. از دانش آموزان می خواهیم که با استفاده از اینترنت و در گروه های خود به بحث در مورد موضوع بپردازند و نتایج را به کلاس به صورت گروهی و در غالب بحث های درون کلاسی ارائه دهند. هم چنین از بیان مضرات و مشکلاتی که ممکن است خوردگی از لحاظ اقتصادی و صنعتی برای یک کشور یا منطقه ایجاد کند غافل نشوید.	به کاوش واداشتن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

دانش آموزان با کشف مفاهیمی از فضای خارج از کلاس و ارائه موضوعات جدید بسیار شگفت زده خواهند شد و شما در رسیدن به اهداف یاری می کنید. پس اجازه دهید آن ها خود موضوع را از فضای وب استخراج کنند و به صورت یک کشف به کلاس ارائه دهند و از آن دفاع کنند.	
در این مرحله در صورت امکان دانش آموزان را به یک کارخانه مرتبط ببرید. در ابتدا نکات ایمنی این بازدید علمی را برای دانش آموزان شرح دهید. در این صورت شما می توانید سوالات زیر را در یک جلسه کوتاه کلاسی مطرح کنید: ۱. در کدام قسمت های کارخانه شاهد خوردگی بودیم؟ ۲. در کدام قسمت ها برای جلوگیری از خوردگی فلزات اقدامی صورت گرفته شده بود؟ ۳. با توجه به موقعیت جغرافیایی و محیطی کارخانه کدام روش جلوگیری از خوردگی در این مکان مناسب است؟ ۴. کارمندان کارخانه در مورد خوردگی چه اطلاعاتی دارند؟ از دانش آموزان بخواهید در گروه های خود در این بازدید علمی نیز مشارکت های لازم را صورت دهند. آن ها لازم است که از تمام محل هایی که امکان خوردگی در آن جا وجود دارد عکس بگیرند و با توجیح علت امکان خوردگی آن را به کلاس ارائه دهند. معلم در این مرحله موظف است پس از بررسی و فیلتر کردن تصاویر و دلایل دانش آوزان نتایج آن را به کارخانه گزارش دهد ، این کار به دانش آموزان شما حس اعتماد به نفس و اهمیت می دهد.	به توصیف پرداختن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

× تکمیل چک لیست های بازدید علمی × بازدید علمی را به دقت زیر نظر داشته باشید زیرا مرحله تثبیت و عینیت یافتن تمام تلاش های ما در این مبحث همین بازدید است. × از دانش آموزان بخواهید چک لیست های خود ارزیابی که در اختیار آن ها قرار داده اید را تکمیل کنند. × گزارش کار بازدید علمی را جمع آوری و بررسی کنید. × کلیه تحقیقات دانش آموزان در مورد موضوع را در جریان بحث گروهی و ارائه نظرات رصد کنید.	به ارزیابی اقدام کردن
از دانش آموزان می خواهیم که در مورد مضرات خوردگی و راه های پیش گیری از آن در صنعت گزارشی تهیه کنند. از آن ها می خواهیم در زندگی روز مره نیز (غیر از مثال های اولیه مطرح شده در کلاس) به جمع آوری اطلاعات بپردازند. مضرات خوردگی در صنعت و زندگی بسیار در جهان امروز مورد تایید است و راه های جلوگیری از آن نیز به طبع بسیار حائز اهمیت هستند ، لذا جمع آوری اطلاعات در زمینه این مضرات و راه های جلوگیری از آن ها که باعث حفظ سرمایه و زمان کارخانه ها و کارگاه ها و ... می شود می تواند بسیار راه گشا باشد . در این مرحله هدف معلم باید نزدیک کردن دانش آموزان به کسب اطلاعات تکمیلی در راستای موضوع درس باشد ، اینکه دانش آموزی پس از تحقیق با یک فلز رنگ زده در کلاس حضور یابد نتیجه درگیر شدن او در بحث معلم است ، پس او را ارج بنهیم .	به وسعت افزودن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس دبیر شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

هدف های یادگیری

- × شناخت خوردگی به عنوان یک مشکل در زندگی
- × فهم عوامل موثر بر خوردگی فلزات
- × شناخت ویژگی های خوردگی
- × تشخیص اینکه خوردگی اتفاق افتاده است یا خیر
- × نزدیک کردن خوردگی به زندگی روزمره و تشخیص محل های محتمل اتفاق خوردگی و جلوگیری از آن

دانش محتوایی معلم

پدیده خوردگی طبق تعریف، واکنش شیمیایی یا الکتروشیمیایی بین یک ماده، معمولاً یک فلز، و محیط اطراف آن می باشد که به تغییر خواص ماده منجر خواهد شد. پدیده خوردگی در تمامی دسته های اصلی مواد، شامل فلزات، سرامیکها، پلیمرها و کامپوزیتها اتفاق می افتد، اما وقوع آن در فلزات آنقدر شایع و فراگیر بوده و اثرات مخربی بجای می گذارد که هرگاه صحبت از خوردگی به میان می آید، ناخودآگاه خوردگی یک فلز به ذهن متبادر می شود.

خوردگی معمولاً فرایندی زیان آور است، لیکن گاهی اوقات مفید واقع می شود. بطور مثال آلودگی محیط به محصولات خوردگی و آسیب دیدن عملکرد یک سیستم از جنبه های زیان آور خوردگی و تولید انرژی الکتریکی در یک باتری و حفاظت کاتدی سازه های مختلف از فواید آن هستند، اما تاثیرات مخرب و هزینه های به بار آمده بواسطه این فرایند به مراتب بیشتر است.

با نگاهی به آمار منتشر شده از خسارات مستقیم و غیر مستقیم خوردگی به اقتصاد کشورها

یادداشت هایی برای معلم



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

می‌توان به هزینه‌های سرسام‌آور این پدیده پی برد. یک مطالعه دو ساله از ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۰ در آمریکا نشان داد که هزینه‌های مستقیم خوردگی ۲۷۶ میلیارد دلار در سال بوده است که این رقم تقریباً ۳/۱٪ از تولید ناخالص داخلی آمریکا را تشکیل می‌دهد. از این رقم هزینه‌ای بالغ بر ۱۳۸ میلیارد دلار به بخش صنعت که خود دارای زیرشاخه‌های مختلفی است مربوط می‌باشد. در ایران نیز پدیده خوردگی خسارات قابل توجهی را در صنایع گوناگون بوجود آورده است. بر اساس برخی بررسی‌های غیر رسمی، زیان اقتصادی مستقیم ناشی از خوردگی در ایران در سال ۱۳۷۳ حدود ۵۰۰۰ میلیارد ریال، در سال ۱۳۷۵ حدود ۹۰۰۰ میلیارد ریال و در سال ۱۳۷۹ حدود ۲۷۵۰۰ میلیارد ریال برآورد شده است.	
پیش دانسته های دانش آموزان × واکنش های اکسایش – کاهش × شرایط انجام واکنش های اکسایش – کاهش × نحوه برقراری جریان در یک مدار الکتریکی × تعریف جا به جایی الکترون در یک مدار الکتریکی × سلول های الکتروشیمیایی × پتانسیل استاندارد الکترود	
خوردگی فلزات ، فلزات ، الکتروشیمی ، واکنش های اکسایش و کاهش ، آهن گالوانیزه (سفید) ، سلول الکتروشیمیایی ، پتانسیل استاندارد الکترود	واژگان کلیدی قابل جست و جو در اینترنت



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

عنوان درس	تعیین عدد اکسایش
حوزه‌ی یادگیری	شیمی
پایه	دوازدهم
طراح	شهره امیرحلی (اساتید راهنما: رسول عبدالله میرزایی، معصومه قلخانی) نشانی: ایران-استان تهران-شهر تهران-دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی آدرس پست الکترونی: sh.amirgholi@gmail.com
پرسش اصلی	عدد اکسایش یعنی چه و چه کاربردی دارد؟
اهداف	دانشی (شناختی) در پایان جلسه دانش آموزان بتوانند: ۱- عدد اکسایش را تعریف کنند. ۲- صفر بودن حالت اکسایش هر اتم در یک عنصر را با ذکر یک مثال نشان دهند. ۳- قواعد تعیین عدد اکسایش عناصر در فرمول مولکولی را بیان کنند. ۴- عدد اکسایش اتم مرکزی را در ترکیبها و یونهای چند اتمی تعیین کنند. ۵- ترکیب های مولکولی را به کمک عدد اکسایش نام گذاری کنند. ۶- تغییر حالت اکسایش عناصر را در یک معادله مشخص کنند.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

۱- باتعین حالت اکسایش یک عنصر در یک معادله سرنوشت الکترونها را دنبال کنند. ۲- گزارش آزمایش واکنش فلز مس برنیتریک اسید را با همکاری هم گروهان خود نوشته و به کلاس ارائه دهند. ۳- بعلت تغییررنگ سریع سبب زمینی خام پس از پوست کندن پی ببرند. ۴- در فعالیت های گروهی فعال و پرتلاش عمل کنند. ۵- دستاوردهای گروه رابه خوبی گردآوری، تنظیم و در کلاس ارائه دهند.	مهارتی (روان- حرکتی)
۱- به اهمیت تنوع اعداد اکسایش در بسیاری از عناصر اصلی و واسطه در ترکیبات آنها علاقمند شود. ۲- با دیدی کنجکاو و پرسشگر به پیرامون خود بنگرند. ۳- نکات ایمنی را حین انجام فعالیتهای آزمایشگاهی رعایت کنند. ۴- در گروه بعنوان عضوی فعال و مسئولیت پذیر تلاش کند.	نگرشی (عاطفی)
۱- گروههای دانش آموزی با طراحی و ساخت یک انیمیشن مفهوم عدد اکسایش را نشان دهند. ۲- باتشکیل یک گروه تلگرامی سولاتی در مورد درس طراحی و به اشتراک بگذارند.	مهارت های قرن بیست و یکمی http://www.p21.org



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

۳-بامراجعه به سایت معرفی شده مهارت‌های لازم را کسب نمایند.	
۱-به عدد اکسایش فقط بعنوان امتیازی برای اکسایش یافتن عنصرها نگاه کند، درحالی‌که برای تعیین عنصر کاهش یافته نیز بکار می‌رود. ۲-واکنش‌های اکسایش جدا از واکنش‌های کاهش هستند درحالی‌که این دو با هم یک واکنش کامل را تشکیل می‌دهند.	کج فهمی ها / برداشت‌های ناقص
فلز مس و محلول اسید نیتریک - بشر - لوله آزمایش - پی پت - سنگ آهن - سیب زمینی و چاقو - منگیت Fe_3O_4 - قطب نما - لب تاب - اینترنت - پروژکتور - پرده نمایش - تخته و ماژیک وایت برد	مواد و تجهیزات مورد نیاز
۲-جلسه ۹۰ دقیقه‌ای	زمان
۱-کتاب درسی ۲-کتاب شیمی ۲ پیش دانشگاهی - بهمن بازرگان - انتشارات مبتکران ۳-کتاب همراه شیمی ۲ (سال چهارم) - انتشارات علوی ۴-کتاب شیمی معدنی جلد اول - آقابزرگ - انتشارات علوی ۵-شیمی عمومی، جلد اول، نوشته چارلز مورتیمر، ترجمه عیسی یآوری، تاریخ چاپ پاییز ۱۳۸۲، نشر علوم دانشگاهی ۶-راهنمای معلم شیمی ۲ دبیرستان	منابع مورد نیاز برای تدریس



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

7-https://study.com/academy/lesson/oxidation-number-definition-rules-examples.html 8- www.dummies.com/education/.../rules-for-assigning-oxidation-numbers-to-elements	
معلم می تواند به دانش آموزانی که در تعیین عدد اکسایش عناصر در ترکیبات مختلف مشکل دارند به طور مستقیم آموزش دهد. دانش آموزان در گروه های سه یا چهار نفری کار گروهی انجام دهند. اعضای هر گروه توسط معلم و بر اساس ملاحظات هم چون توانایی علمی، جسمی، سبک یادگیری، شخصیت و عادات کاری ایجاد شود. هر عضو گروه باید نقش مشخصی داشته باشد. برای مثال فردی که در نگارش بسیار قوی است به عنوان یادداشت بردار و فردی که در خوش صحبت و دارای روابط میان فردی خوب است به عنوان ارایه دهنده ی یافته ی گروه انتخاب شود. هر عضو برای موفق شدن گروه مسئولیت دارد. انتظار می رود که همه ی دانش آموزان همه ی تحقیقات خود را با موفقیت انجام دهند. یاری هم سالان به هم بایستی در گروه تشویق شود. معلم به عنوان آسان کننده عمل می کند و در صورتی که الزم شد به آموزش مستقیم دانش آموزان اقدام می کند یا به آنان وقت اضافی می دهد.	تامین نیازهای فردی دانش - آموزان
عدد اکسایش - تغییر عدد اکسایش - نیم واکنش اکسایش - نیم واکنش کاهش	واژه های علمی ۱۶ و ۱۷ اسفند ۱۳۹۶ - March 6,7 - 2018 راهنمادهای توسعه



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

۱- سیب زمینی را پوست کنده و در معرض هوا قرار می دهیم تا رنگش تغییر کند. ۲- نمایش فیلم کوتاه از واکنش اکسایش و کاهش و ازبچه ها بخواهیم در منزل آن را انجام داده و گزارش خود را در کلاس به اشتراک بگذارند. ۳- چند ترکیب روی تابلو نوشته و از گروه ها بخواهیم که عدد اکسایش عنصر مشخص شده را تعیین کنند و در واکنش به اشتراک بگذارند. ۴- نام یک ترکیب مانند SO_3 را به صورت گوگرد (VI) اکسید روی تابلو نوشته و فلسفه عدد (VI) را بیان کنند. (بحث گروهی و ارائه در کلاس) ۵- عقربه قطب نما را نزدیک سنگ آهن مگنتیت قرار می دهیم.	به کار گماردن آغاز تدریس/معرفی مبحث
تغییر عدد اکسایش عنصر را در معادله زیر مشخص کنید و سرنوشت الکترون ها را در آن دنبال کنید. $1-CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$ $CH_2O + O_2 \longrightarrow CH_3OH + H_2O$	به کاوش و داشتن
در این مرحله از دانش آموزان بخواهید قواعد تخصیص حالت های اکسایش را در گروه خود بحث کرده و در گزارش خود بنویسند. الف. عدد اکسایش کلیه اتم های عناصر به حالت آزاد مساوی صفر است. مثلاً عدد اکسایش اتم اکسیژن در اکسیژن آزاد (O_2) مساوی صفر است و یا	به توصیف پرداختن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

عدد اکسایش P در P_4 و S در S_8 ر نیز مساوی صفر است. به همین ترتیب، عدد اکسایش Fe در فلز آهن، Cu در فلز مس و مانند آنها هم مساوی صفر است.

ب. عدد اکسایش هر یون ساده یا بار الکتریکی آن برابر است. برای مثال عدد اکسایش هر یک از یونهای Na^+ ، Ca^{2+} ، Al^{3+} ، Cl^- ، S^{2-} به ترتیب برابر $1+2+3+1-2-$ است.

ج. عدد اکسایش اتم اکسیژن در اغلب ترکیبات اکسیژندار برابر ۲- است. در پروکسیدها که حاوی یون پروکسیدند $(O-O)^{2-}$ ، عدد اکسایش اتم O برابر ۱- و در سوپراکسیدها که محتوی یون $(O-O)^{1-}$ هستند، عدد اکسایش اتم O برابر $\frac{1}{2}-$ است. عدد اکسایش اتم O در ترکیبات فلوئور با اکسیژن مانند OF_2 مساوی ۲+ است.

د. عدد اکسایش اتم H در اغلب ترکیبات هیدروژندار برابر ۱+ و در هیدریدهای فلزی، مثل (CaH_2, KH) عدد اکسایش H برابر ۱- است.

ه. مجموع اعداد اکسایش تمام اتمهای یک مولکول خنثی برابر صفر است.

و. مجموع اعداد اکسایش تمام اتمهای یک یون (پیچیده) مرکب مساوی بار الکتریکی آن یون است.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

ز. چگونگی نام گذاری ترکیب های مولکولی دوتایی به کمک عدد اکسایش رابطه بحث بگذاریم.	
۱- با استفاده از چک لیست ارزشیابی به ارزشیابی تشخیصی اقدام می شود . از دانش آموزان می خواهیم که چک لیستهای خود- ارزشیابی (فردی و گروهی) که در اختیار شان گذاشته ایم را پر کنند. ۲- بایک آزمون کتبی هدفهای دانشی فراگرفته شده رامورد ارزیابی قرار می دهیم. سوالاتی نظیر: عدد اکسایش Cl در کلسیم پرکلرات، $Ca(ClO_4)_2$، چقدر است؟ عدد اکسایش اتم P در H_3PO_4 چیست؟ عدد اکسایش B در اسید بوریک H_3BO_3 را حساب کنید . میانگین عدد اکسایش Fe را در Fe_3O_4 حساب کنید. عدد اکسایش اتم Mn در: الف ----- MnO ب ----- K_2MnO_4 ج ----- Mn_3O_4 . چيست؟	به ارزیابی اقدام کردن ارزشیابی تشخیصی



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | 6-7 March 2018

در این تصویر تغییر عدداکسایش آهن را محاسبه 	به وسعت افزودن
هدف‌های یادگیری عدد اکسایش یک اتم در یک گونه شیمیایی، هم ارز با بار الکتریکی است که به اتم آن عنصر نسبت داده می‌شود، با فرض اینکه همه پیوندها یونی هستند. (اعداد اکسایش ترکیب‌های کووالانسی، بر اساس برخی قواعد اختیاری تعیین می‌شود). قواعد تعیین عدد اکسایش: ۱- اتمهای ترکیب نشده و اتمهایی که عناصر مولکولی را تشکیل داده‌اند، عدد اکسایش صفر دارند. ۲- مجموع اعداد اکسایش اتمها در یک ترکیب صفر است، زیرا ترکیبات از لحاظ بار الکتریکی خنثی هستند. ۳- عدد اکسایش هر یون ساده با بار الکتریکی آن برابر است. برای مثال عدد اکسایش هر یک از یونهای Na^+، Ca^{2+}، Al^{3+}، Cl^-، S^{2-} به ترتیب برابر ۱+ و ۲+ و ۳+ و ۱- و ۲- است.	یادداشت‌هایی برای معلم

۴- عدد اکسایش اتم اکسیژن در اغلب ترکیبات اکسیژن دار برابر ۲- است. در پروکسیده که حاوی یون پروکسیدند $(O-O)^{2-}$ ، عدد اکسایش اتم O برابر ۱- و در سوپراکسیدها که محتوی یون $(O-O)^{1-}$ هستند، عدد اکسایش اتم O برابر $\frac{1}{2}$ - است. عدد اکسایش اتم O در ترکیبات فلئور با اکسیژن مانند OF_2 مساوی ۲+ است.

۵- عدد اکسایش اتم H در اغلب ترکیبات هیدروژن دار برابر ۱+ و در ئیدریدهای فلزی، مثل (CaH_2, KH) عدد اکسایش H برابر ۱- است.

۶- مجموع اعداد اکسایش تمام اتمهای یک مولکول خنثی برابر صفر است

۷- مجموع اعداد اکسایش تمام اتمهای یک یون (پیچیده) مرکب مساوی بار الکتریکی آن.

دانش محتوایی معلم

هر عنصر در ترکیبات مختلف توانایی بدست آوردن اعداد اکسایش گوناگونی را دارد.

عدد اکسایش یک اتم همیشه یک عدد صحیح است ولی میانگین اعداد اکسایش چند اتم از یک عنصر می تواند اعشاری باشد. به عنوان مثال در سوپراکسید عدد اکسایش یک اکسیژن ۱- و دیگری صفر است و میانگین



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018

اعداد اکسایش ۰/۵- است.	
عدد اکسایش	جسم
صفر	اتم عنصر در حالت آزاد
بارالکتریکی یون	اتم عنصر در یون ساده
(+۱) جز در هیدریدهای فلزی	هیدروژن در ترکیبات
(-۲) جز در پروکسیدها، سوپراکسیدها و در ترکیبات با فلئور	اکسیژن در ترکیبات
پیش دانسته‌های دانش آموزان	
۱-تاریخچه الکتروشیمی	
۲-آشنایی با انواع پیوندهای شیمیایی (کووالانسی و یونی)	
۳-الکترونهای لایه ظرفیت (والانس)	
واژگان کلیدی قابل جست و جو در اینترنت	حالت‌های اکسایش-عدد اکسایش-الکتروشیمی-نیم واکنش اکسایش-نیم واکنش کاهش

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

عنوان درس		آبکاری (Electroplating)
حوزه یادگیری		شیمی - الکتروشیمی
پایه		چهارم دبیرستان (پایه دوازدهم دوره ی متوسطه دوم)
طراح		مجید یزدی: دبیر شیمی و دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش شیمی استاد راهنما: اعظم انارکی فیروز نشانی طراح: ایران، استان البرز، شهر اشتهارد، دبیرستان شهدای دانش آموز اشتهارد نشانی پست الکترونیکی: majidyazdi1353@gmail.com
پرسش اصلی		آبکاری چیست، چه کاربردی داشته و چگونه انجام می شود؟
اهداف	دانشی (شناختی)	<u>پس از تدریس ، دانش آموز:</u> - آبکاری را تعریف کند. - مثال هایی از آبکاری در زندگی روزمره نام ببرد. - علت نیاز به آبکاری را شرح دهد. - با اصول آبکاری آشنا شود. - تفاوت جریان برق مستقیم و متناوب و کارایی هر یک در آبکاری را بیان کند. - قوانین فارادی در آبکاری را درک کرده و آن را توضیح دهد. - نیم واکنش های مربوط به آبکاری را بنویسد.
	مهارتی (روان - حرکتی)	<u>پس از تدریس، دانش آموز:</u> - بتواند با منبع تغذیه یا باتری های گوناگون کار کند. - آند و کاتد را تشخیص دهد.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

- مشاهدات خود را از آبکاری انجام شده به خوبی نوشته و آن را در کلاس ارائه دهد. - با ابزار مورد نیاز آبکاری آشنا شده و آنها را در آزمایش بکار ببرد. - آبکاری الکتریکی و غیر الکتریکی را از هم تشخیص دهد. - برای آبکاری یک جسم توسط یک فلز مشخص، آزمایش مناسبی طراحی کند. - با سایر دانش آموزان در انجام کار آزمایشگاهی ارتباط سازنده برقرار کند.		
پس از تدریس ، دانش آموز: - به اهمیت انجام آبکاری در زندگی روزمره پی ببرد. - نکات ایمنی را ضمن انجام آزمایش رعایت کند. - نسبت به مسئولیت واگذار شده در کار گروهی نگاه تلاش گرانه ای داشته باشد. - در کشف روش های دیگر برای انجام آزمایش، کنجکاوی از خود نشان دهد. - به زندگی نامه فارادی علاقه مند شده و قدردان تلاش های ایشان در زمینه الکتروسیته باشد.	نگرشی (عاطفی)	
- دانش آموزان برای انجام کار عملی خود از ابزاری استفاده می کنند که در دسترس ترین ابزار محیط زندگی خود محسوب می شوند. - دانش آموزان می توانند تاریخچه ای از آبکاری را به رشته ی تحریر در آورند. - دانش آموزان می توانند داستانی با مضمون زندگی بدون آبکاری و معضلات آن بنویسند	مهارت های قرن بیست و یکمی	
- آبکاری فقط به کمک جریان برق انجام می شود. - آبکاری با جریان برق شهری انجام می شود. - با تعویض قطب آند و کاتد، آبکاری ادامه داشته و عمل ترسیب (روکش شدن) برعکس خواهد شد. - هر چه محلول الکترولیت غلیظ تر باشد سرعت آبکاری بیشتر است. - نیم واکنشهای مربوط به آبکاری نیز مانند تمام نیم واکنش های سلول های الکترولیتی و	کج فهمی ها / برداشت های ناقص	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

گالوانی مربوط به دو الکتروود حاضر در سلول می باشد.	
- ماژیک، وایت برد، دفترچه یادداشت - روپوش آزمایشگاهی، عینک و دستکش ایمنی، چراغ الکلی یا بونزن، سه پایه، چند لیوان شیشه ای یا پلاستیکی، جوهر نمک، منبع تغذیه یا باتری ۶ ولت (۴ باتری ۱/۵ ولت)، صابون، سیم ظرفشویی دو سیم رابط به همراه گیره های سوسماری فلزی آن، همزن شیشه ای یا پلاستیکی، یه تکه فلز خالص مس، الیاف مسی، دو عدد قاشق قطعه کوچک آهنی، دستمال یا حوله ای تمیز، سرکه، آب اکسیژنه، مس (II) سولفات (کات کبود) سایر موارد در صورت دسترسی: لپ تاپ، اینترنت، پروژکتور، پرده نمایش (در مجموع دسترسی به کلاس هوشمند)	مواد و تجهیزات مورد نیاز
زمان تدریس، یک جلسه ی ۹۰ دقیقه ای که مقدمات آن از جلسه قبل آغاز شده و نتایج تکمیلی آن ممکن است در خانه انجام شده و در ابتدای جلسه بعدی گزارش شود. ریز زمان مصرفی در هر مرحله آمده است.	زمان
کتاب درسی سال چهارم دبیرستان، جزوه ای ارائه شده به دانش آموزان برای آزمایش آبکاری، استفاده از وبگاه زیر جهت تماشای فیلم های مختلف آبکاری: https://www.aparat.com/result/ آبکاری ایران استفاده از وبگاه زیر برای انجام روش ساده آبکاری با مواد در دسترس اطراف خود در خانه: https://www.wikihow.com/Electroplate-Household-Metals استفاده از لینک زیر برای تشریح روش های آبکاری: http://news.zar.ir/news/719/ آبکاری و اصول آبکاری فلزات	منابع مورد نیاز برای تدریس



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

استفاده از وبگاه زیر برای آشنایی بیشتر با مایکل فارادی: http://www.parvaresheafkar.com/biography/michael-faraday	
گروه بندی دانش آموزان و تعیین سرگروه برای هر گروه به تشخیص معلم مشخص نمودن وظایف هر نفر به پیشنهاد سرگروه و به تایید معلم با در نظر گرفتن خصوصیات فردی و تواناییهای هر دانش آموز تشویق افراد گروه به همکاری با هم ارائه و تدریس مستقیم مفاهیم به دانش آموزان ضعیف تر توسط معلم مهیا نمودن وسایل و مواد به قدر کافی برای همه ی گروه ها توسط معلم و با کمک خود دانش آموزان	تامین نیازهای فردی دانش آموزان
آبکاری الکتریکی و غیر الکتریکی، سلول الکترولیتی، آند، کاتد، محلول الکترولیت، اکسایش و کاهش، خوردگی، پتانسیل الکترودی، قوانین فارادی، ترسیب هر یک از این واژه ها را روی تخته نوشته و از دانش آموزان می خواهد در طول تدریس به آنها فکر کرده و در پایان درک خود را از مفهوم آنها بیان کنند.	واژه های علمی راهبردهای توسعه
معلم میخهای آهنی را که در جلسه ی قبل در حضور دانش آموزان در داخل محلول مس(II) سولفات آبی رنگ قرار داده بود به دانش آموزان نشان می دهد و علت تغییر رنگ میخ آهنی به رنگ قرمز را از آنها جویا می شود. سپس با نشان دادن یک سیم مسی از دانش آموزان می خواهد که نظر خود را در مورد رنگ ایجاد شده بر روی میخ و علت ایجاد این رنگ و ارتباط آن با محلول کات کبود چند جمله ای بنویسند. معلم می تواند میخ مورد نظر را با شوینده های موجود در آزمایشگاه بشوید تا دانش آموزان را متوجه کند که این اتفاق چیزی فراتر از یک تغییر رنگ جزیی است. (۱۰ دقیقه) و یا اگر فرصت انجام این آزمایش از جلسه قبل نبوده می تواند با نشان دادن تصویر زیر	به کار گماردن آغاز تدریس/معرفی مبحث (۳۰ دقیقه)

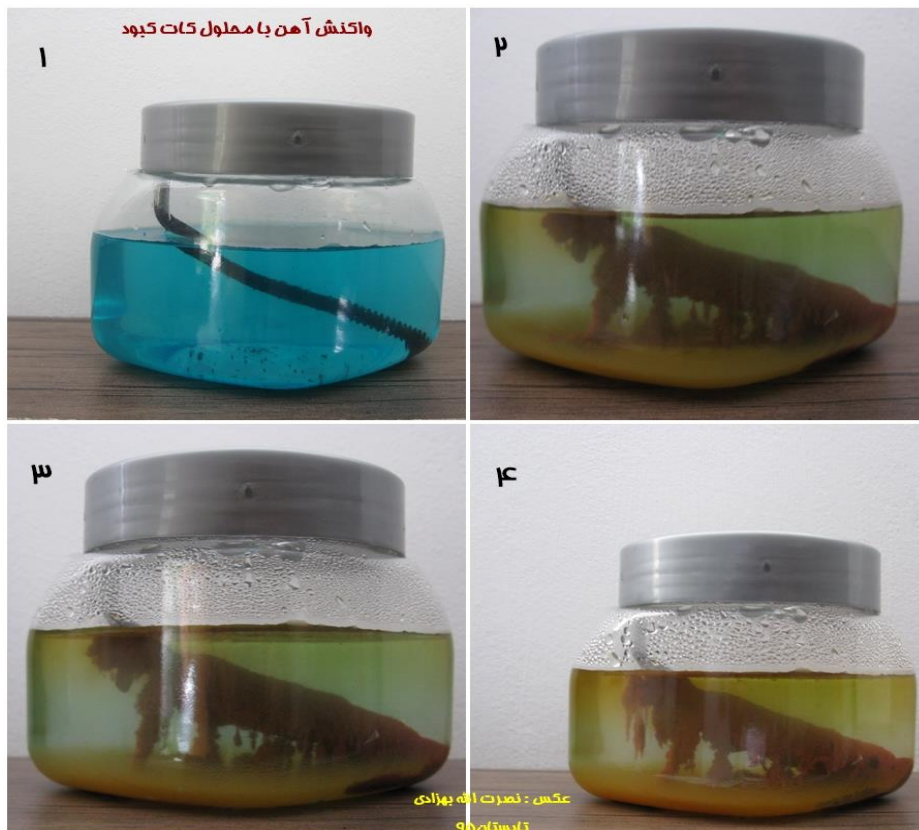


سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

مطالب بالا را مطرح کرده و درس را ادامه دهد.



معلم می تواند فیلم هایی مانند تمیز کردن سکه های قدیمی به وسیله ی جریان برق در سلول های الکتrolیتی را به نمایش بگذارد و نظر دانش آموزان را در مورد روش های دیگر برای براق کردن سکه ها جویا شود. ویا می تواند تصاویر زیر را به آنها نشان دهد و ضمن توضیحاتی در مورد این تصاویر نظر آنها را نیز جویا شود. (۵ دقیقه)

هم، هم فکری و بحث کنند و گاهی خود نیز در بحث های موجود شرکت می کند تا باعث راهنمایی آنها شود. (۲۰ دقیقه)

پس از اینکه تقریباً همه ی گروه ها، موفق شدند آبکاری را شروع کنند و پس از دقایقی اثر آن را مشاهده کنند؛ معلم با پرسش های چالش برانگیز خود، آنها را وادار به فکر کردن کرده تا آنها دست به انجام تغییراتی در آزمایش بزنند. به عنوان مثال:

- به دانش آموزان نیم ساعت وقت می دهد تا رقابت کنند روکش بیشتر و ضخیم تری ترسیب کنند. (بررسی این موضوع را می توان با اندازه گیری دقیق وزن قاشقک آهنی قبل و پس از ترسیب ثابت نمود)

- به آنها می گوید روکش فراگیر و همه جانبه و پایدار دارای امتیاز بیشتری است. پس چه باید بکنند تا تمام قاشق یک دست روکش شود؟

- معلم می تواند با تحریک دانش آموزان باعث شود که آنها جای اتصال مثبت و منفی باتری را عوض کرده و مشاهدات خود را بیان کنند. (در این هنگام می توانند نظر خود را در مورد علت متوقف شدن آبکاری بیان کنند) در این هنگام می بینند که آیا آبکاری در همان سلول الکترولیتی جهت معکوس دارد؟

- معلم گروه هایی را که گیره ی سوسماری را به الکترودهای مس و قاشق وصل کرده اند و الکتروده را به همراه گیره فلزی وارد الکترولیت کرده اند، شناسایی کرده و نتیجه کار آنها را به بقیه نشان می دهد و علت را جویا می شود.

- آنها را تشویق کرده تا یکبار دیگر آبکاری را این بار پس از شستن و زدودن اجرام از قاشق و الیاف مس انجام داده و نتیجه را با آزمایش قبلی خود مقایسه کنند. (در صورت کمبود وقت میتوان از ابتدا یکی دو گروه را تشویق به جرم زدایی قبل از آبکاری نمود) (۲۵ دقیقه)

در این مرحله دانش آموزان فرصت می یابند آموخته های خود را مرور کرده و نتایج کار

به توصیف پرداختن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

گروهی خود را با دیگر گروه ها مقایسه کنند. و با بحث علمی، تجربیات خود در این آزمایش را در اختیار هم قرار دهند. معلم از هر گروه می خواهد که مشاهدات خود را که قبلا در حین آزمایش نوشته اند به نوبت بخوانند.	(۱۰ دقیقه)
معلم می تواند برای ارزشیابی تشخیصی در یادگیری دانش آموزان، از پرسش های زیر بهره گیرد: - کدام فلز نقش آند و کدام نقش کاتد را دارد؟ - الکتrolیت باید از جنس کدام فلز باشد؟ - آیا با افزایش ولتاژ، سرعت ترسیب بیشتر می شود؟ - آیا اگر محلول الکتrolیت بسیار غلیظ شود سرعت ترسیب بالا می رود؟ چرا؟ - آیا آبکاری با جریان برق شهری انجام می شود؟ چرا؟ - آیا آبکاری فقط به کمک جریان برق انجام می شود؟ * معلم می تواند جهت ارزشیابی تشخیصی از مهارت ها و نگرش های دانش آموزان، چک لیست های خود ارزشیابی را به آنها داده تا تکمیل کنند.*	به ارزیابی اقدام کردن ارزشیابی تشخیصی (۱۰ دقیقه)
درخواست معلم از دانش آموزان جهت تحقیق روی کاربردها آبکاری در صنعت و زندگی روزمره. ایجاد انگیزه در دانش آموزان جهت تحقیق در مورد انواع آبکاری های غیر الکتريکی که نیاز به جریان برق برای انجام کار نباشد.	به وسعت افزودن (۵ دقیقه)
اهداف یادگیری - آشنایی با مفهوم آبکاری - آشنایی با کاربردهای آبکاری - آشنایی با قوانین فارادی در سلول های الکتrolیتی مخصوص آبکاری	یادداشت هایی برای معلم



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

-درک علت نیاز به آبکاری برخی وسایل در زندگی روزمره
-آشنایی با دو روش الکتریکی و غیر الکتریکی در آبکاری
-آشنایی با روش ساخت سلول های آبکاری
-آشنایی با اصول روش عملی انجام آبکاری

دانش محتوایی معلم

پوشاندن یک جسم بایک لایه نازک از یک فلز با کمک یک سلول الکترولیتی آبکاری نامیده می شود. جسمی که روکش فلزی روی آن ایجاد می شود باید رسانای جریان برق باشد. الکترولیت مورد استفاده برای آبکاری باید دارای یون های آن فلزی باشد که قرار است لایه نازکی از آن روی جسم قرار بگیرد.

فرایند آبکاری معمولاً با فلزات گرانبها چون طلا و نقره و کروم جهت افزایش ارزش فلزات پایه، مانند آهن و مس و غیره و همچنین ایجاد روکشی بسیار مناسب (در حدود میکرومتر) برای استفاده از خواص فلزات روکش شده به همراه فلز اصلی کاربرد دارد. این خواص می تواند بهبود رسانایی الکتریکی و جلوگیری از خوردگی فلز پایه باشد. فعل و انفعال بین فلزها با واسطه های محیطی موجب تجزیه و پوسیدگی آنها می شود چون فلزها میل بازگشت به ترکیبات ثابت را دارند.

روش های زیادی برای جلوگیری از خوردگی وجود دارد که یکی از آنها ایجاد روکشی مناسب برای فلزها می باشد و معمول ترین روش های روکش فلزها عبارتند از: رنگین کردن فلزات، لعابکاری، آبکاری با روکش پلاستیک، حفاظت کاتدیک و آبکاری با فلزات دیگر.

- آبکاری الکتریکی:



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

در این روش، ترسیب گالوانیک یک فلز بر پایه واکنشهای الکتروشیمیایی صورت می‌گیرد. هنگام الکترولیز در سطح محدود الکتروود / الکترولیت در نتیجه واکنشهای الکتروشیمیایی، الکترون‌ها یا دریافت می‌شوند (کاهش) و یا واگذار می‌شوند (اکسایش). برای اینکه واکنشها در جهت واحد مورد نظر ادامه یابند لازم است به طور مداوم از منبع جریان خارجی استفاده شود.

واکنشهای مشخص در آند و کاتد همچنین در الکترولیت همیشه به صورت همزمان صورت می‌گیرند. محلول الکترولیت باید شامل یونهای فلز رسوب‌کننده باشد و چون یونهای فلزها دارای بار مثبت می‌باشند به علت جذب بارهای مخالف تمایل به حرکت در جهت الکتروود یا قطبی که دارای الکترون اضافی می‌باشد (قطب منفی یا کاتد) را دارند. قطب مخالف که کمبود الکترون دارد قطب مثبت یا آند نامیده می‌شود.

قوانین فارادی:

قوانین فارادی که اساس آبرکاری الکتریکی فلزها را تشکیل می‌دهند نسبت بین انرژی الکتریکی و مقدار عناصر جا به جا شده در الکتروودها را نشان می‌دهند.
قانون اول: مقدار موادی که بر روی یک الکتروود ترسیب می‌شود مستقیماً با مقدار الکتریسیته‌ای که از الکترولیت عبور می‌کند، متناسب است.
قانون دوم: مقدار مواد ترسیب شده با استفاده از الکترولیت‌های مختلف توسط مقدار الکتریسیته یکسان به صورت جرم‌هایی با اکی‌والان مساوی از آنهاست.
بر اساس این قوانین مشخص شده است که ۹۶۵۰۰ کولن الکتریسیته (یک کولن برابر است با جریان یک آمپر در یک ثانیه) لازم است تا یک اکی‌والان گرم از یک عنصر را رسوب دهد یا حل کند.



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

آبکاری بدون استفاده از منبع جریان خارجی: ترسیب فلز به روش تبادل بار (تغییر مکان) یا فرایند غوطه‌وری: اساس کلی این روش بر اصول جدول پتانسیل فلزها پایه‌ریزی شده است. فلزی که باید پوشیده شود باید پتانسیل آن بسیار ضعیف‌تر (فلز فعال) از پتانسیل فلز پوشنده (فلز نجیب) باشد. فلزی که باید ترسیب شود باید در محلول به حالت یونی وجود داشته باشد. برای مثال به هنگام غوطه‌ور نمودن یک میله آهنی در یک محلول سولفات مس فلز آهن فعال است و الکترون واگذار می‌کند و به شکل یون آهن وارد محلول می‌شود. دو الکترون روی میله آهن باقی می‌ماند. یون مس دو الکترون را دریافت کرده احیا می‌شود و بین ترتیب مس روی میله آهن می‌چسبد و هنگامی که فلز پایه که باید پوشیده شود (مثلاً آهن) کاملاً توسط فلز پوشنده (مثلاً مس) پوشیده شود آهن دیگر نمی‌تواند وارد محلول شود و الکترون تشکیل نمی‌شود و در نتیجه عمل ترسیب خاتمه می‌یابد. موارد استعمال این روش در صنعت آبکاری عبارت است از: مس‌اندود نمودن فولاد، نقره‌کاری مس و برنج، جیوه‌کاری.	
پیش‌دانسته‌های دانش آموزان - آشنایی با تعاریف الکتروشیمی و واکنش‌های اکسایش و کاهش - تقسیم‌بندی انواع سلول‌های الکتروشیمیایی - آشنایی با پتانسیل الکترودی و نیروی الکتروموتوری سلول اطلاع از بحث خوردگی فلزات و روش‌های محافظت از آن	
آبکاری الکتریکی، آبکاری غیر الکتریکی، سلول الکترولیتی، آند، کاتد، محلول الکترولیت، واکنش اکسایش و کاهش، خوردگی، پتانسیل الکترودی، قوانین فارادی، ترسیب	واژگان کلیدی قابل جست و جو در اینترنت



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

عنوان درس	روند واکنش پذیری فلزها
حوزه‌ی یادگیری	شیمی
پایه	پازدهم (پایه دوم، متوسطه دوم)
طراح	شایان نصرالهی ایران، مازندران، نوشهر، دبیرستان پسرانه شاهد نشانی پست الکترونیکی: nasrollahi5@yahoo.com
پرسش اصلی	روند واکنش پذیری فلزها در جدول دوره ای ، چگونه است ؟
اهداف	۱- فراگیران بتوانند مفاهیمی همچون قلیا ، واکنش پذیری و روند تناوبی را تعریف کنند . ۲- فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی را نام ببرند . ۳- ویژگی های ظاهری فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی را بیان کنند . ۴- آرایش الکترونی اتم فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی را با هم مقایسه کنند . ۵- رابطه ی بین واکنش پذیری و آرایش الکترونی فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی را مشخص کنند. ۶- روند تغییرات واکنش پذیری را بر روی نموداری رسم کنند .
مهارتی (روان - حرکتی)	۱- فراگیران مفاهیم درسی را با دقت مطالعه کنند . ۲- ویژگی ها و واکنش پذیری فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی را مورد آزمایش قرار دهند .



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

۳- مشاهده های خود را گردآوری و از آنها نتیجه گیری کنند . ۴- اثرات تناوبی بودن ویژگی های فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی را برای اعضای گروه با بیان مثال شرح دهند .	
۱- فراگیران ، حس کنجکاوی و همکاری خود را نسبت به پدیده های علمی پرورش دهند. ۲- توانایی هایی همچون مشاهده کردن ، مقایسه کردن ، تعمیم مفاهیم و تحقیق را در خود تقویت کنند . ۳- برای علم شیمی به عنوان یک علم پر اثر و پر کاربرد در زندگی روزمره ارزش قایل شوند. ۴- قدردان تلاش های دانشمندان بویژه شیمی دان ها باشند. ۵- با علاقه مندی درباره ی ویژگی های عنصرهای موجود در طبیعت و همچنین درباره ی وجود قدرت لایزال الهی در آفرینش جهان مطالعه کنند.	نگرشی (عاطفی)
دانش آموزان در فرایند کاوشگری درگیر می شوند تا به پرسشگری ترغیب شوند، طراحی و تحقیق کنند و پاسخ ها و راه حل ها را بیابند. مهارت هایی از جمله ICT ، حل مساله ، تفکر خلاق ، تفکر انتقادی و مهارت ارتباطی مورد نیاز است.	مهارت های قرن بیست و یکمی
۱- همه فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی واکنش پذیری زیادی دارند . ۲- فلزهایی که تعداد الکترون بیشتری دارند ، واکنش پذیری کمتری دارند . ۳- تمامی روندهای فلزهای قلیایی خاکی ، مشابه فلزهای قلیایی است .	کج فهمی ها / برداشت های ناقص



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

کتاب درسی ، لپ تاپ متصل به اینترنت ، تخته وایت برد و ماژیک ، مواد و ابزار آزمایشگاهی: بشر ، ارلن ، چاقو ، پنس ، شیشه ساعت ، لوله های آزمایش، کبریت ، کاغذ تورنسل ، آب ، فلز های سدیم ، پتاسیم ، منیزیم و کلسیم ، محلول یک مولار HCl)	مواد و تجهیزات مورد نیاز	
کتاب درسی پایه یازدهم ، کانال شیمییدانها (@shimidanha) ، وبلاگ « شیمی ، دانشی برای همه روزگاران nasrollahi5.blogfa.com	منابع مورد نیاز برای تدریس	
۱- توضیح مبانی موضوع درس با استفاده از پیش دانسته های دانش آموزان ۲- گروه بندی دانش آموزان و تعیین سرگروه (در هر گروه ، حداقل یک دانش آموز قوی حضور داشته باشد) و تقسیم کارها بین افراد گروه	تامین نیازهای فردی دانش-آموزان	
عنصر ، ترکیب ، فلز ، نافلز ، قلیایی ، قلیایی خاکی ، جدول دوره ای عناصرها ، گروه و دوره ، واکنش پذیری ، فعالیت شیمیایی ، پایداری	واژه های علمی راهنماهای توسعه	
یک جلسه ۸۰ دقیقه ای	زمان	
فعالیت فراگیران	فعالیت معلم	مرحله تدریس
- توجه و مشاهده ی دقیق آزمایش انجام شده - نشان دادن اشتیاق نسبت به موضوع - پرسیدن سوال از معلم - پاسخگویی به پرسش های معلم	۱ - انجام آزمایش : ریختن مقداری پودر منیزیم درون بادکنک و قرار دادن بادکنک بر دهانه ی ارلن محتوی محلول یک مولار HCl و انتقال پودر منیزیم به درون محلول HCl و سپس نزدیک کردن شعله کبریت به بادکنک ۲ - پرسیدن چند سوال درباره ی آزمایش انجام شده ۳ - عدم پاسخگویی مستقیم و کامل به پرسش های فراگیران	آغاز تدریس/معرفی مبحث به کار گماردن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی | 6-7 March 2018

- گوش دادن به توضیحات معلم - انجام آزمایش ها - شرکت در کار گروهی - یادداشت برداری از مشاهده ها - پاسخ به پرسش های مستمر معلم	معلم از گروه ها می خواهد فعالیت های زیر را انجام بدهند: ۱- قطعه فلزهای سدیم و پتاسیم را با چاقو برش بزنند و سطح برش زده را برای لحظاتی مشاهده کنند. ۲- از هر قطعه فلز به اندازه ی یک عدس جدا کنند و درون دو بشر پر آب بیندازند و رخدادها را مشاهده کنند. ۳- گاز خارج شده از محلول را آتش بزنند و کاغذ تورنسل را وارد محلول باقیمانده نمایند. * معلم بر کار فردی و گروهی فراگیران نظارت و ارزشیابی می کند.	به کاوش واداشتن
- شرکت در بحث درون گروهی و میان گروهی - توضیح دادن برای دیگران - بیان استدلالات	معلم از گروه ها می خواهد فعالیت های زیر را انجام بدهند: ۱- اعضای هر گروه با هم بحث و تبادل نظر کنند. ۲- مشاهده های خود را توصیف کنند. ۳- درباره ی علت انجام واکنش ها و تفاوت های مشاهده شده توضیح منطقی و مستدل ارائه دهند. * معلم مفاهیم کسب شده را عنوان بندی می کند (مثل : واکنش پذیری ، پایداری و ...)	به توصیف پرداختن



سومین همایش آموزش الكتروشمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

به ارزیابی اقدام کردن ارزشیابی تشخیصی	ارزشیابی کتبی : ۱- چرا فلزهای قلیایی ، به شکل عنصری خود در طبیعت یافت نمی شوند ؟ ۲- پایدارترین یون مربوط به فلزهای قلیایی چه نمادی دارد (M^{2-} ، M^{2+} ، M^{-} ، M^{+}) ؟ چرا ؟ ۳- واکنش پذیری دو عنصر روبیدیم (^{87}Rb) و سزیم (^{55}Cs) را با نوشتن آرایش الکترونی اتم آن ها ، با هم مقایسه کنید .	- پاسخگویی کتبی به پرسش ها - استفاده از نتایج به دست آمده از آزمایش ها در پاسخ دادن به سوالات جدید
	معلم از گروه ها می خواهد فعالیت های زیر را انجام بدهند: ۱- صفحه های ۱۰ تا ۱۲ کتاب درسی را چشم خوانی کنند. ۲- نرم افزارهای موجود در لپ تاپ را اجرا و مشاهده کنند. ۳- آزمایشی مشابه را برای واکنش بین فلزهای منیزیم و کلسیم با محلول هیدروکلریک اسید انجام دهند. ۴- مفاهیم کسب شده را تعمیم دهند.	- چشم خوانی کتاب درسی - اجرای نرم افزار و مشاهده ی انیمیشن - انجام آزمایش - تلفیق اطلاعات جدید با مفاهیم مرحله ی قبل - شرکت در بحث گروهی
به وسعت افزودن	هدف های یادگیری ۱- آشنایی با ویژگی های فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی ۲- مقایسه واکنش پذیری فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

۳- تحلیل روند واکنش پذیری فلزها	
دانش محتوایی معلم ۱- در واکنش فلزها با آب و یا اسیدها ، گاز هیدروژن تولید می شود . ۲- واکنش پذیری فلزها ، به توانایی اتم آن ها در از دست دادن الکترون نسبت داده می شود . ۳- در یک گروه ، از بالا به پایین ، با افزایش شعاع اتمی فلزها ، واکنش پذیری فلزها نیز افزایش می یابد . ۴- در یک دوره ، از چپ به راست ، با کاهش شعاع اتمی ، واکنش پذیری فلزها نیز کاهش می یابد .	یادداشتهایی برای معلم
پیش دانسته‌های دانش آموزان ۱- جدول دوره ای عناصرها ۲- مفهوم فلز ، نافلز و شبه فلز ۳- چگونگی نوشتن آرایش الکترونی اتم عناصرها * عدم آشنایی با روند واکنش پذیری فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی	واژگان کلیدی قابل جست و جو در اینترنت

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

عنوان درس	خازن
حوزه یادگیری	فیزیک تجربی
پایه	یازدهم
طراح	مآئده پورهاشم نشانی طراح: ایران، استان گلستان، شهرستان کردکوی، آموزش و پرورش، دبیرستان نمونه دولتی حضرت زینب(س) mmm.roze@yahoo.com
پرسش اصلی	خازن ها چه کاربردی در مدارهای الکتریکی دارند؟
اهداف	۱- با مفهوم خازن آشنا شوند. شناختی ۲- انواع خازن را بشناسند. شناختی ۳- نحوه ی شارژ و دشارژ کردن خازن را بدانند. شناختی ۴- با مفهوم ظرفیت خازن آشنا شوند. شناختی ۵- واحد ظرفیت خازن را بدانند. شناختی ۶- فرمول خازن را بدانند. شناختی ۷- واحد های کوچکتر از فاراد را بشناسند. شناختی ۸- تبدیل واحد ها را به یکدیگر بدانند. شناختی
مهارتی (روان-حرکتی)	طریقه ی شارژ و دشارژ کردن خازن را با رسم شکل شرح دهند. راه حلی برای مسأله ظرفیت خازن بیان کنند



سومین همایش آموزش الکتروشمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

واحد های ظرفیت خازن ها را به هم تبدیل کند یک مسأله برای ظرفیت خازن طراحی کند. کاربرد خازن در انواع وسایل الکتریکی را مشخص کند.		
برای یادگیری مفاهیم و کمیت های مربوط به خازن ها علاقه نشان دهد. در مورد کاربرد خازن ها در وسایل الکتریکی روز مره جستجو کند. به سوالات مربوط و طراحی شده توسط معلم پاسخ مناسب دهد.	نگرشی (عاطفی)	
دانش آموزان می توانند از ماشین حساب، فیلم، انیمیشن، نرم افزار های آموزشی برای حل مساله و یادگیری خود - انگیزه و فعالیت های یادگیری توسعه یافته در اختیارشان قرار می دهد استفاده کنند.	مهارت های قرن بیست و یکمی http://www.p21.org	
با توجه به این که اکثر دانش آموزان هیچ پیش زمینه ای از این ابزار الکترونیکی ندارند، می توان یک نوع از این خازن های متداول که اکثرا در مدار های الکترونیکی وجود دارد به همراه مدار ساده مربوطه را به دانش آموزان نشان داد و فهم و تصورات ذهنی دانش آموزان از این وسیله مشخص شود.	کج فهمی ها / برداشت های ناقص	
کتاب درسی - تابلو - مژیک - برنامه های نرم افزاری کامپیوتر. وسایل آزمایشگاهی (منبع تغذیه، سیم رابط، مولتی متر، خازن با ظرفیت های مختلف، مقاومت الکتریکی)، برد هوشمند	مواد و تجهیزات مورد نیاز	
۷۵ دقیقه	زمان	
کتاب درسی فیزیک تجربی سال یازدهم، کتاب کار گل واژه فیزیک تجربی یازدهم، نمونه سوال های طراحی شده توسط معلم، فیلم های آموزشی، سایت آموزشی www.rosd.ir و www.aparat.com برای دیدن فیلم های آموزشی استفاده کنند.	منابع مورد نیاز برای تدریس	
با توجه به این که در کلاس درس دانش آموزان با سطوح یادگیری متفاوتی حضور دارند می توان راه کارهای زیر را پیشنهاد داد:	تامین نیازهای فردی دانش آموزان	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

گروه‌بندی دانش آموزان در گروه‌هایی که دانش آموزان قوی، متوسط و ضعیف قرار دارند. ارائه مطالب به صورت تصویری و نمایش عکس و فیلم‌های متنوع انجام آزمایش‌های ساده و واگذاری نتیجه به گروه‌های دانش‌آموزی پرسش تدریجی معلم از اعضای گروه بالاخص دانش آموزان ضعیف هر عضو از اعضای گروه برای موفق شدن کل گروه و گرفتن امتیاز گروهی مسوولیت دارد.	
خازن، کاربرد خازن، شارژ و دشارژ خازن، انرژی خازن، پدیده فرو ریزش الکتریکی در خازن‌ها این واژه‌ها روی تخته نوشته می‌شود و در طول تدریس با کمک گروه‌های دانش‌آموزی تعریف می‌شود. این واژگان علمی به لیست تعاریف کمیته‌های هر فصل که در دفتر دانش آموزان نوشته و جمع‌آوری می‌شود اضافه می‌گردد.	واژه‌های علمی راهنماهای توسعه
معلم چند خازن را که با خود به کلاس درس آورده بود به دانش آموزان نشان می‌دهد همین‌طور در مورد شکل یک بلندگو ساده و نحوه کار آن فیلمی را که از قبل تهیه کرده بود به نمایش می‌گذارد. واز دانش آموزان می‌خواهد که استنباط‌های خود را بعد از دیدن فیلم و خازن‌هایی که به گروه‌ها داده است بیان کنند. دانش آموزان از دیدن خازن‌ها به تفاوت‌های خازن‌ها پی می‌برند. و نمایش فیلم نیز سوال‌هایی را در ذهنشان ایجاد می‌کند. چگونه خازن‌ها می‌توانند بار الکتریکی در خود ذخیره کنند؟ انرژی ذخیره شده در خازن‌ها چگونه در یک بلندگو استفاده می‌شود؟ ظرفیت خازن‌ها را چگونه می‌توان تغییر داد؟	به کار گماردن آغاز تدریس/معرفی مبحث
معلم از دانش آموزان می‌خواهد که با وسایلی که در اختیار دارند و با اجرای آزمایش ضمن تجربه‌ی مشاهده‌ی هدفمند این فرایندها مطابق دستور کاری که در اختیار آنان قرار می‌گیرد	به کاوش واداشتن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

دهد، در پی پاسخ ها باشند برای پاسخ دادن به پرسش ها نی توانند از کتاب درسی خود نیز کمک بگیرند. در حین انجام فعالیت ها به دانش آموزان و گروه ها نکات ایمنی نیز توضیح داده می شود: مثلاً برای دادن اختلاف پتانسیل به دو سر خازن باید به حداکثر ولتاژ قابل تحمل آن که روی خازن نوشته شده توجه شود. و برای بستن مدار الکتریکی حتماً از برق مستقیم استفاده شود. و... در نهایت از دانش آموزان بخواهد که با مراجعه به منابع علمی معرفی شده با روش های دیگر و مطالب بیشتری از مفاهیم گفته شده آشنا شوند و استفاده کنند.	
در این مرحله معلم فرصتی به گروه های دانش آموزی می دهد تا مطالبی که از انجام آزمایش و دیدن فیلم و همینطور دیدن انواع خازن ها جمع آوری کردند را بیان کنند. با توجه به بیان گروه ها می توان پرسش های زیر را از دانش آموزان پرسید: خازن تخت چیست؟ خازن ها چگونه شارژ و دشارژ می شوند؟ آیا خازن ها را می توان با هر اختلاف پتانسیلی شارژ کرد؟ زما شارژ و دشارژ خازن ها را چگونه می توان تغییر داد؟ با افزایش اختلاف پتانسیل خازن چه تغییری در ظرفیت خازن ها ایجاد می شود؟	به توصیف پرداختن
سوالاتی که معلم در ابتدا در اختیار دانش آموزان گروه های مختلف قرار داده توسط آنها پاسخ داده می شود. ۱- اجزاء یک مدار الکتریکی ساده را نام ببرید؟ ۲- نقش باتری را در مدار شرح دهید؟	به ارزیابی اقدام کردن ارزشیابی تشخیصی



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

۳- واحد بار الکتریکی و اختلاف پتانسیل را شرح دهید؟ ۴- وسیله ای برای ذخیره کردن بار الکتریکی در مدار نام ببرید؟ ۵- رابطه مربوط به محاسبه اختلاف پتانسیل را بنویسید. معلم با توجه به پاسخ ها یک نمره گروهی و یک نمره فردی برای دانش آموزان قرار می دهد.	
معلم از گروه هائی خواهد که در مورد نحوه کار کردن کیسه هوا در اتومبیل ها و سنسورهای موجود در آن تحقیق کند . از گروه ها خواسته می شود که در مورد کا صفحه ها ی نمایش لمسی گوشی های تلفن همراه نیز تحقیق کنند و انواع کاربردهای خازن ها در مدار های الکتریکی که در زندگی روزمره با آنها در ارتباط هستند جستجو کنند و به کلاس درس ارائه دهند.	به وسعت افزودن
هدف های یادگیری شناسایی خازن ها شارژ و دشارژ کردن خازن ها آشنایی با کاربرد خان ها در مدارهای الکتریکی چگونگی تغییر دادن ظرفیت خازن ها	
دانش محتوایی معلم خازن یک وسیله الکتریکی است برای ذخیره بار و انرژی الکتریکی که در مدار الکتریکی می تواند با توجه به ظرفیت های مختلف به طور موازی با هم یا متوالی بسته شود. ظرفیت یک خازن را می توان با تغییر دادن فاصله و مساحت صفحات خازن ها و نوع دی الکتریک آن تغییر داد. اگر خازن شارژ شده در مدار متصل به باتری باشد اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است. اگر خازن شارژ شده را از باتری جدا کنیم بار ذخیره شده روی آن ثابت می ماند با تغییر	یادداشت هایی برای معلم



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

مشخصات خازن اختلاف پتانسیل و ظرفیت آن تغییر می کند و در نهایت انرژی ذخیره شده در آن نیز تغییر می کند.	
پیش دانسته های دانش آموزان تعریف اختلاف پتانسیل اندازه گیری اختلاف پتانسیل با ولت سنج محاسبه مقدار بار الکتریکی تعریف میدان یکنواخت الکتریکی بستن یک مدار الکتریکی ساده	
خازن، شارژ و دشارژ خازن ها، ثابت دی الکتریک، فروریزش الکتریکی، انرژی ذخیره شده در خازن ها، عوامل موثر بر ظرفیت خازن، سنسورها	واژگان کلیدی قابل جست و جو در اینترنت

آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

عنوان درس		مفهوم پتانسیل الکتروشیمیایی
حوزه یادگیری		شیمی
پایه		پایه دوازدهم متوسطه دوم
طراح		زهرا آریافر دانشجوی ارشد آموزش شیمی دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی پست الکترونیکی: zahraaryafar1741@yahoo.com
پرسش اصلی		چگونه می توان انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل کرد ؟ علت این تبدیل انرژی چیست؟
اهداف	دانشی (شناختی)	از دانش آموزان انتظار می رود که، در پایان جلسه تدریس بتوانند : ۱- سلول الکتروشیمیایی را تعریف کنند. ۲- نیم سلول یا الکترود را شرح دهند. ۳- اجزای نیم سلول را نام ببرند. ۴- پتانسیل الکترود را تعریف کنند. ۵- آند و کاتد را تعریف کنند. ۶- پل نمکی را تعریف کرده و نقش آن را بنویسند. ۷- ویژگی پل نمکی در سلول الکتروشیمیایی را نام ببرند. ۸- شرایط استاندارد در سلول الکتروشیمیایی بداند. ۹- الکترود استاندارد هیدروژن (SHE) را بیان کنند .



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

۱۰- سری الکترو شیمیایی برچه اساسی است توضیح دهند.		
۱۱- نیروی الکتروموتوری سلول (emf) و E^0 سلول را بنویسند.		
۱- فراگیران مفاهیم درسی را با دقت مطالعه کنند . ۲- سلول الکتروشیمیایی را براساس آند و کاتد رسم کند. ۳- آزمایشی را برای تعیین پتانسیل سلول الکتروشیمیایی طراحی کنند. ۴- مشاهدات خود را نوشته وبه کلاس گزارش دهند.	مهارتی (روان- حرکتی)	
۱- حس کنجکاوی و همکاری خود را نسبت به پدیده های علمی پرورش دهند. ۲- توانایی هایی همچون مشاهده کردن، مقایسه کردن، تعمیم مفاهیم و تحقیق را در خود تقویت کنند. ۳- برای علم شیمی به عنوان یک علم پراثر و پر کاربرد در زندگی روزمره ارزش قائل شوند. ۴- قدردان تلاش های دانشمندان به ویژه شیمیدان ها باشند. ۵- به اهمیت انرژی الکتریکی در زندگی و محیط زیست پی ببرند.	نگرشی (عاطفی)	
دانش آموزان از ابزاری استفاده کنند که فناوری (برای نمونه فیلم وانیمیشن و نرم افزارهای آموزشی) برای حل مسائل ،فعالیت های یادگیری توسعه یافته در اختیارشان می گذارد . باتشکیل یک گروه تلگرامی سولاتی در مورد درس طراحی وبه اشتراک گذاشته شود.	مهارت های قرن بیست ویکمی http://www.p21.org	
در مورد آند و کاتد، چون آند بار منفی دارد به همین دلیل باید کاتیون را جذب کند، و کاتد بار مثبت است باید به این دلیل آنیون جذب کند. دانش آموزان تصور می کنند در تبدیل انرژی، یک شکل از انرژی فقط به "یک" شکل دیگر تبدیل می شود. اگرچه دانش آموزان اشکال مختلف انرژی را می شناسند ولی در بیش تر موارد در توضیح تبدیل انرژی تنها بر یک شکل انرژی که اثرات ملموس تری دارد، تمرکزی کنند	کج فهمی ها - برداشت ناقص	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

۱. لیموی بزرگ و تازه با دو شکاف در آن ۲. میخ گالوانیزه (ترجیحاً میخی که سیاه نشده باشد) ۳. سکه (ترجیحاً سکه هایی که سیاه نشده باشند) ۴. سیم مسی با گیره در هر انتها ۵. ولت متر	مواد و تجهیزات مورد نیاز
https://www.aparat.com/v/DMSBu ۱- کتاب درسی ۲- کتاب راهنمای معلم ۳- استفاده از چند سایت اینترنتی	منابع
معلم با راهنمایی خود در حل مسائل و مفاهیم به دانش آموزانی که سطح علمی پایین تری دارند کمک می کند. گروه بندی دانش آموزان و تعیین وظیفه برای هریک از اعضای گروه براساس توانایی جسمی و علمی و شخصیتی آنها ارائه و معرفی منابع اطلاعاتی معتبر انتخاب یک موقعیت ابهام آمیز و برانگیزاننده پاسخگویی هوشمندانه به پرسش های دانش آموزان که موجب افزایش اطلاعات می شود. هدایت دانش آموزان به سازماندهی داده ها، گوش دادن به توضیحات آنها و اصلاح این توضیحات	تدریس برای تامین نیازهای فردی دانش آموزان

۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

نوشتن واژه های زیر روی تخته کلاس و توضیح دادن آنها به کمک دانش آموزان و یادداشت برداری توسط دانش آموزان در دفتر مخصوص واژگان علمی آنها . نیم سلول ، آند، کاتد، پل نمکی ، پتانسیل الکترودی ، پتانسیل الکتروکود ، استاندارد ، نیروی الکتروموتوری ، پتانسیل استاندارد کاهشی	واژه های علمی (راهنمادهای توسعه)
معلم بانسان دادن تصاویر زیر، از دانش آموزان می خواهد هرچه را با توجه به پیش دانسته های قبلی خود می دانند بحث و گفت و گو کنند. سپس معلم با نشان دادن فیلم زیر باتوجه به پتانسیل الکتریکی علت روشن شدن لامپ LED را می پرسد. - پرسیدن چند سوال درباره ی فیلم نشان داده شده -عدم پاسخگویی مستقیم و کامل به پرسش های دانش آموزان	به کار گماردن
معلم باید چگونه انجام یک روش علمی را به دانش آموزان یادآوری کند و نکات ایمنی لازم برای انجام یک پژوهش علمی را توضیح دهد معلم از گروه ها بخواهد با وسایلی که در اختیار دارند ، آزمایش را با توجه به دستور کار مربوطه و گوش دادن به توضیحات معلم انجام دهند ، مشاهدات خود را یادداشت برداری کنند و نتایج را در جلسه بعد به کلاس گزارش دهند	به کاوش و داشتن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

❖ معلم بر کار گروهی دانش آموزان نظارت و ارزشیابی می کند. از دانش آموزان بخواهد به منابع علمی (کتابخانه، اینترنت، افراد) مراجعه کرده و با شواهد تجربی بیشتری در زمینه پتانسیل سلول الکتروشیمیایی بیشتر آشنا شوند.	
در این مرحله معلم و دانش آموزان آموخته های خود را به اشتراک می گذارند و به گفت و گو می پردازند. معلم از گروه ها می خواهد فعالیت های زیر انجام دهد : ۱- اعضای هر گروه باهم بحث و تبادل نظر کنند ۲- مشاهده های خود را توصیف کنند . ۳- درباره علت روشن شدن لامپ و نقش باتری ها و اختلاف پتانسیل و تفاوت های مشاهده شده در الکترودها توضیح منطقی ارائه دهند. ❖ معلم مفاهیم کسب شده را عنوان بندی می کند . سپس معلم پرسش های زیر در کلاس مطرح و توسط دانش آموزان پاسخ داده شود ۱- نیم سلول یا الکتروده را تعریف کرده و اجزای آن را نام ببرند. ۲- علت وجود پل نمکی در سلول الکتروشیمیایی را بیان کنند. ۳- شرایط استاندارد در سلول الکتروشیمیایی چیست ؟ ۴- الکتروده استاندارد هیدروژن را توضیح دهند. ۵- نیروی الکتروموتوری و پتانسیل کاهشی را محاسبه کند.	به توصیف پرداختن
تکمیل چک لیست فردی و گروهی دانش آموزان با توجه به اهداف رفتاری اختصاص نمره براساس پاسخ به پرسش های مطرح شده و فعالیت های انجام شده در کلاس پرسش هایی برای دانش آموزان ▶ پرسش های زیر را در مورد آزمایش باتری های لیمویی برای دانش آموزان مطرح کند	به ارزیابی اقدام کردن (ارزشیابی تشخیصی)



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

► لیمو چه نقشی در باتری ایفا می کند؟ لیمو به عنوان الکترولیت عمل می کند که الکترون ها را از میخ به سکه انتقال می دهد . ► کدام یک از میوه های زیر می تواند الکترولیت مناسبی باشد؟ ► موز، لیموترش، گوجه فرنگی ► موز به علت خاصیت ضعیف اسیدی، ممکن است الکترولیت خوبی نباشد. لیموترش و گوجه فرنگی به علت داشتن محیط اسیدی قوی الکترولیت های خوبی هستند. ► از دانش آموزان بخواهید تا با مشارکت یک دیگر نکات اصلی درس را بنویسند	
معلم از گروه ها می خواهد فعالیت های زیر انجام دهند ۱- صفحه های ۹۹ تا ۱۰۳ کتاب درسی را باز خوانی کنند. ۲- فیلم ها و انیمیشن های سلول الکتروشیمیایی را مشاهده کنند. ۳- آزمایشی مشابه با الکتروود فلزات دیگر انجام دهند. ۴- مفاهیم کسب شده را تعمیم دهند .	به وسعت افزودن
هدف های یادگیری آشنایی دانش آموزان با * مفهوم الکتروشیمیایی * نیم سلول ها و سلول الکتروشیمیایی * پتانسیل الکتروودی و پتانسیل الکتروودی استاندارد	یادداشت هایی برای معلم
دانش محتوایی معلم سلول الکتروشیمیایی دستگاهی است که در آن انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. نیم سلول یا الکتروود: هنگامی که رسانای الکترونی (الکتروود) در تماس با یک رسانای یونی (الکترولیت) قرار گیرد	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

پتانسیل الکترودی: بین تیغه فلزی و محلول دارای یون های آن ، اختلاف پتانسیلی وجود دارد که به آن پتانسیل الکترودی می گویند.	
واکنش های اکسایش - کاهش ، عدد اکسایش	پیش دانسته های دانش آموزان
پتانسیل سلول الکتروشیمیایی ، پتانسیل الکترودی ، نیروی الکتروموتوری ، پتانسیل استاندارد هیدروژن (SHE)	واژگان کلیدی قابل جست و جو در اینترنت

آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

عنوان درس	قوانین فارادی
حوزه‌ی یادگیری	شیمی
پایه	پایه دوازدهم متوسطه دوم
طراح	یوسف شعبانپور دانشجوی ارشد آموزش شیمی دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی
پرسش اصلی	قوانین حاکم بر الکترولیز چیست؟
هدف‌ها	۱. مبنای الکترولیز چیست و در کجا کاربرد دارد؟ ۲. قوانین فارادی چند نوع است نام ببرند ۳. الکترویت را توضیح دهند. ۴. الکترولیز و الکتروود را تعریف کنند. ۵. جرم آزاد شده بر روی الکتروود به چه عواملی بستگی دارد نام ببرند. ۶. هم ارز الکتروشیمیایی را توضیح دهند. ۷. چه خواصی از جسم هم ارز الکتروشیمیایی آن را تعیین می کنند. ۸. ثابت فارادی چیست و مقدار آن را بنویسند.
	۹. آزمایش مربوط به جرم ماده آزاد شده بر روی الکتروود را انجام دهند. ۱۰. گزارش کار مربوط به آزمایش رسوب ماده بر روی الکتروود را نوشته و به کلاس و معلم ارائه کنند. ۱۱. نکات ایمنی (R&S) مربوط به انجام آزمایش را رعایت کنند. ۱۲. آزمایش های برای تاثیر نقش جریان الکتریکی و بار الکتریکی بر مقدار رسوب ماده بر روی الکتروود طراحی و اجرا کنند.
	۱۳. به مبحث الکترولیز و فرآیند انجام شده در محلول الکترولیت علاقه مند شوند.
دانشی (شناختی)	
مهارتی (روان - حرکتی)	
نگرشی (عاطفی)	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

۱۴. قبل از انجام آزمایش نکات ایمنی را مطالعه و رعایت کنند. ۱۵. به مایکل فارادی به عنوان شخصیتی که در فیزیک و الکتروشیمی زحمات فراوان کشیده است ارزش قایل شوند. ۱۶. به نقش علوم پایه به ویژه شیمی یکی از شاخه های آن الکتروشیمی است پی ببرند. ۱۷. در مواجهه با همکلاسان در کار گروهی احساس مسئولیت پذیری داشته باشند.		
دانش آموزان در فرآیند حل مساله در گیر می شوند تا به پرسشگری ترغیب شوند، طراحی تحقیق کنند و پاسخ ها و راه حل ها را بیابند. دانش آموزان یک گروه تلگرامی تشکیل داده و نظرات خود را در گروه تبادل می کنند.	مهارت های قرن بیست و یکمی http://www.p21.org	
هنگامی که در محلول مس سولفات الکتروود ما از جنس کربن باشد از محلول جریانی بگذرد در این صورت لایه نازکی بر روی الکتروود قرار گرفته که دانش آموز فکر کرده که الکتروود مشکل دارد و یا الکتروود پف کرده	کج فهمی ها / برداشت های ناقص	
چند نمونه محلول الکتروولیت مانند مس سولفات - چند نمونه الکتروود مانند الکتروود کربن - منبع جریان الکتریسته - آمپرسنج - ترازو - ظرف آزمایشی که محلول الکتروولیت در آن ریخته شود - دفترچه یادداشت - کتاب درسی - کتاب کمک آموزشی	مواد و تجهیزات مورد نیاز	
برای تدریس به این روش دو جلسه ۷۵ دقیقه ای با فاصله چند روز زمان لازم است.	زمان	۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018
کتاب درسی، معرفی کتاب کمک آموزشی، متن تهیه شده توسط معلم و کتاب کار - سایت دانشنامه رشد http://alience.mihanblog.com	منابع مورد نیاز برای تدریس	



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

http://www.kankash83.blogfa.com http://www.irche.com Tebyan.net	
معرفی برخی منابع مورد نیاز مطالعاتی و سایت های اینترنتی به دانش آموزان دانش آموزانی که سطح علمی پایین تری دارند توسط معلم راهنمایی می شوند. برخی اصطلاحات و مفاهیم علمی به وسیله معلم برای دانش آموزان ضعیف توضیح داده می شود. راهنمایی برای انجام آزمایشها و تذکر برای رعایت نکات ایمنی و جلوگیری از حوادث ناگوار. گروه بندی دانش آموزان و تعیین سرگروه و منشی توضیح و تلفظ برخی از واژه ها برای همه دانش آموزان	تامین نیازهای فردی دانش آموزان
نوشتن واژه های زیرروی تخته کلاسی و تعریف هر یک از آنها به کمک دانش آموزان و تاکید بر یادداشت آن ها در دفتر بانک واژگان علمی شخصی آن ها:	واژه های علمی ۱۵ و ۱۶ راهنمادهای توسعه



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

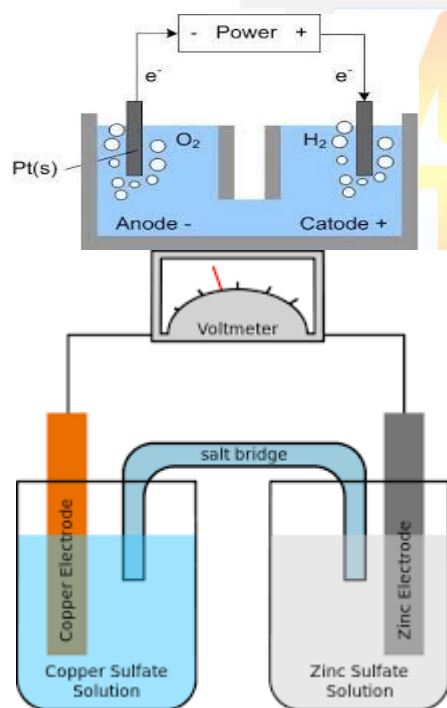


Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

قانون اول فارادی - قانون دوم فارادی - الکترولیت - الکترولیز - الکتروود
- کاند - آند - هم ارز الکتروشیمیایی - جریان الکتریکی

جلسه اول تدریس:

نمایش تصاویر برای دانش آموزان و بحث در مورد آن ها



به کار گماردن

آغاز تدریس/معرفی مبحث

در واکنش زیر چند نوع الکتروود و محلول الکترولیت داریم آنها را نام

ببرید



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی



للو ملین

جلسه دوم تدریس:

در این جلسه دانش آموزان راهنمایی می شوند تا در یک فرآیند روش علمی درگیر موضوع کلی قوانین فارادی شوند تا بتوانند موارد زیر را انجام دهند و نتایج فعالیت های خود را در جلسه ی بعدی به معلم و کلاس ارائه کنند.

۱. آیا در همه ی محلول های الکترولیت رسوب روی الکترود می نشیند و چرا؟

۲. انجام آزمایشی که در آن گروه ها از جریان های متفاوت بر روی محلول های الکترولیت متفاوت استفاده می کنند و میزان رسوب جرم بر الکترود ها با همدیگر مقایسه کرده و نتایج را در جلسه بعد به کلاس و معلم ارائه

کنند؟ اسفند ۱۳۹۶ / March 6,7 - 2018

۳. طراحی یک فعالیت عملی توسط معلم و با تأثیر جریان الکتریکی و مدت الکترولیز و میزان غلظت محلول الکترولیت بر رسوب جرم بر بدنه الکترود

به کاوش واداشتن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی | 6-7 March 2018

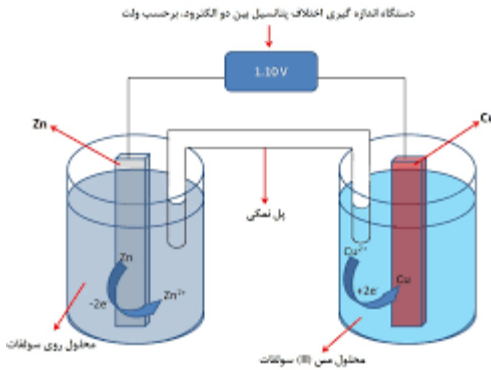
گروه های دانش آموزی پس از جمع آوری اطلاعات اقدام به فرضیه سازی کرده و سپس فرضیه ها را با حدس های زیرکانه و خلاقانه مورد آزمون قرار می دهند و گزارش آن ها را به کلاس ارائه دهند. ۴. ایجاد انگیزه در دانش آموزان برای تحقیق اینترنتی و ارائه شواهد مستند در مورد کاربرد قوانین فارادی در الکتروشیمی	
دانش آموزان به گفت و گو پیرامون بحث علمی خود در مورد الکترولیز و رسوب جرم بر روی الکتروده ها و در کل قوانین فارادی مورد استفاده در اینجا مفاهیم آموزشی را با دیگر گروه ها به اشتراک می گذارند پرسش ها در کلاس مطرح و توسط دانش آموزان پاسخ داده می شود. ۱. مبنای الکترولیز یا برقکافت در واکنش های الکتروشیمیایی چیست؟ ۲. قوانین فارادی پیرامون چه موضوعی است؟ ۳. قوانین فارادی را نام برده و توضیح دهید؟ ۴. عوامل موثر بر رسوب جرم بر روی الکتروده را نام ببرند؟ ۵. انواع الکترودها را نام برده و توضیح دهند؟ ۶. مفهوم الکترولیت و الکترولیز را با هم مقایسه کنند	به توصیف پرداختن
تکمیل چک لیست های (سیاهیه های ارزشیابی) فردی دانش آموزان	به ارزیابی اقدام کردن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

اختصاص نمراتی برای فعالیت ها و پاسخ های دانش آموزان	ارزشیابی تشخیصی
معلم دانش آموزان را وارد فعالیت جدیدی می کند و آن ها را به انجام آزمایش جدید و تحقیقات بیشتر روی محلول های الکترولیت؛ الکترودهای متفاوت و جریان اعمالی متفاوت روی محلول الکترولیت و ارتباط آنها با قوانین اول و دوم فارادی و از آنها خواسته ایده های جدید در طراحی آزمایش با استفاده از آموخته های خود انجام دهند؟ ۱. در تصویر زیر چه الکترودی پیشنهاد میکنید تا لایه ای از جرم آزاد بر روی الکترود را به آسانی نشان دهد؟ دستگاه اندازه گیری اختلاف پتانسیل بین دو الکترود، برحسب ولت  ۲. چه عامل محرکه ای باعث رسوب ماده بر روی الکترود می شود؟ ۳. واکنش های انجام شده بر روی الکترود را بنویسند.	به وسعت افزودن



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران



Shahid Rajaee Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

هدف‌های یادگیری	یادداشت‌هایی برای معلم
آشنایی دانش آموزان با: * قوانین فارادی و انواع آن * کاربرد قوانین فارادی در الکتروشیمی	
دانش محتوایی معلم	در این بخش در سه حیطه، به مواردی اشاره می‌شود که معلم بایستی پیش از آغاز تدریس بداند.*
پیش دانسته‌های دانش آموزان اکسیداسیون - احیا - سلول های الکتروشیمیایی - الکتروود - الکترولیز - عدد اکسایش	
قوانین فارادی - قانون اول فارادی - قانون دوم فارادی - الکترولیت - الکترولیز - الکتروود - هم ارز الکتروشیمیایی - جریان الکتریکی - ثابت فارادی	واژگان کلیدی قابل جست و جو در اینترنت

آموزش الکتروشیمی ایران

March 6,7 - 2018 / ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶



سومین همایش آموزش الکتروشیمی ایران

Shahid Rajaei Teacher Training University | 6-7 March 2018 | ۱۵ و ۱۶ اسفند ۱۳۹۶ | دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

