

بسمه تعالی
معاونت آموزش
دفتر طرح و برنامه های درسی

استاندارد آموزش شایستگی

بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی حساس

شده با نقاط کوانتومی با فناوری نانو

گروه

فناوری نانو

کد ملی آموزش شایستگی

۳۱۱۷-۹۵-۰۱۶-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۹۴/۹/۱



نظارت بر تدوین محتوا و تصویب: دفتر طرح و برنامه های درسی

کد ملی شناسایی آموزش شایستگی: ۱-۰۱۶-۹۵-۳۱۱۷

اعضاء کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی:
علی موسوی مدیرکل دفتر طرح و برنامه های درسی
حبیب کارگر مدیرکل آموزش فنی و حرفه ای استان یزد
رامک فرح آبادی معاون دفتر طرح و برنامه های درسی
زهرا میرزاده مدرسی کارشناس دفتر طرح و برنامه های درسی
علی محمدی سفیدان
علی افضلی معاون استان یزد
آرش پژمان رئیس اداره آموزش استان یزد
محمد دشت آبادی کارشناس آموزش استان یزد

حوزه های حرفه ای و تخصصی همکار برای تدوین استاندارد آموزش شایستگی:
- اداره کل آموزش فنی و حرفه ای استان آذربایجان شرقی
- اداره کل آموزش فنی و حرفه ای استان یزد

فرآیند اصلاح و بازنگری:

-
-

کلیه حقوق مادی و معنوی این استاندارد متعلق به سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور بوده و هرگونه سوء استفاده مادی و معنوی از آن موجب پیگرد قانونی است.

آدرس دفتر طرح و برنامه های درسی

تهران، خیابان آزادی، خیابان خوش شمالی، نبش خیابان نصرت، ساختمان شماره ۲، سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور، پلاک ۹۷

تلفن ۶۶۹۴۴۱۲۰ - ۶۶۵۶۹۹۰۷

دورنگار ۶۶۹۴۴۱۱۷

آدرس الکترونیکی: Barnamehdarci@yahoo.com



تهیه کنندگان استاندارد آموزش شغل شایستگی

ردیف	نام و نام خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	رشته تحصیلی	شغل و سمت	سابقه کار مرتبط	آدرس ، تلفن و ایمیل
۱	سکینه هاشمی زاده	دانشجوی دکترا	فیزیک پلاسما	مدرس دانشگاه و کارشناس پژوهش	۴ سال	تلفن ثابت: ۰۳۵۳۱۲۳۳۷۴۵ تلفن همراه: ۰۹۱۳۵۱۴۵۰۶۵ ایمیل: _____ hashemizadeh.۸۹۱۱۴۹۴@gm ail.com آدرس: یزد، دانشگاه یزد، شرکت ادوات نوری نانوساختاری ایساتیس
۲	عباس بهجت	دکتری	فیزیک اتمی و مولکولی	استاد دانشگاه و عضو هیئت علمی	۱۰ سال	تلفن ثابت: ۰۳۵ ۳۱۲۳۲۷۷۳ تلفن همراه: ۰۹۱۳۳۵۶۹۴۷۷ ایمیل: abehjat@yazd.ac.ir آدرس: یزد، دانشگاه یزد
۳	علی محمدی سفیدان	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک-تبدیل انرژی	مربی	۵ سال	تلفن ثابت: _____ تلفن همراه: ۰۹۱۴۷۳۷۰۷۱۶ ایمیل: ams.۱۳۶۷@yahoo.com آدرس: _____
۴	نگار رسول زاده دهری	کارشناسی ارشد	فیزیک-اطلاعات و محاسبات کوانتومی	مربی مدعو	۴ سال	تلفن ثابت: _____ تلفن همراه: ۰۹۱۴۹۱۶۲۶۷۴ ایمیل: _____ negarrasoulzadeh@yahoo.com آدرس: _____



تعاریف :

استاندارد شغل :

مشخصات شایستگی ها و توانمندی های مورد نیاز برای عملکرد موثر در محیط کار را گویند در بعضی از موارد استاندارد حرفه ای نیز گفته می شود.

استاندارد آموزش :

نقشه ی یادگیری برای رسیدن به شایستگی های موجود در استاندارد شغل .

نام یک شغل :

به مجموعه ای از وظایف و توانمندی های خاص که از یک شخص در سطح مورد نظر انتظار می رود اطلاق می شود .

شرح شغل :

بیانیه ای شامل مهم ترین عناصر یک شغل از قبیل جایگاه یا عنوان شغل ، کارها ارتباط شغل با مشاغل دیگر در یک حوزه شغلی ، مسئولیت ها ، شرایط کاری و استاندارد عملکرد مورد نیاز شغل .

طول دوره آموزش :

حداقل زمان و جلسات مورد نیاز برای رسیدن به یک استاندارد آموزشی .

ویژگی کارآموز ورودی :

حداقل شایستگی ها و توانایی هایی که از یک کارآموز در هنگام ورود به دوره آموزش انتظار می رود .

کارورزی:

کارورزی صرفاً در مشاغلی است که بعد از آموزش نظری یا همگام با آن آموزش عملی به صورت محدود یا با ماکت صورت می گیرد و ضرورت دارد که در آن مشاغل خاص محیط واقعی برای مدتی تعریف شده تجربه شود.(مانند آموزش یک شایستگی که فرد در محل آموزش به صورت تئوریک با استفاده از عکس می آموزد و ضرورت دارد مدتی در یک مکان واقعی آموزش عملی ببیند و شامل بسیاری از مشاغل نمی گردد.)

ارزشیابی :

فرآیند جمع آوری شواهد و قضاوت در مورد آنکه یک شایستگی بدست آمده است یا خیر، که شامل سه بخش عملی ، کتبی عملی و اخلاق حرفه ای خواهد بود .

صلاحیت حرفه ای مربیان :

حداقل توانمندی های آموزشی و حرفه ای که از مربیان دوره آموزش استاندارد انتظار می رود .

شایستگی :

توانایی انجام کار در محیط ها و شرایط گوناگون به طور موثر و کارا برابر استاندارد .

دانش :

حداقل مجموعه ای از معلومات نظری و توانمندی های ذهنی لازم برای رسیدن به یک شایستگی یا توانایی که می تواند شامل علوم پایه (ریاضی ، فیزیک ، شیمی ، زیست شناسی)، تکنولوژی و زبان فنی باشد .

مهارت :

حداقل هماهنگی بین ذهن و جسم برای رسیدن به یک توانمندی یا شایستگی . معمولاً به مهارت های عملی ارجاع می شود .

نگرش :

مجموعه ای از رفتارهای عاطفی که برای شایستگی در یک کار مورد نیاز است و شامل مهارت های غیر فنی و اخلاق حرفه ای می باشد .

ایمنی :

مواردی است که عدم یا انجام ندادن صحیح آن موجب بروز حوادث و خطرات در محیط کار می شود .

توجهات زیست محیطی :

ملاحظات است که در هر شغل باید رعایت و عمل شود که کمترین آسیب به محیط زیست وارد گردد.



نام استاندارد آموزش شایستگی :
بهبود عملکرد سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی با فناوری نانو
شرح استاندارد آموزش شایستگی :
بهبود عملکرد سلول های خورشیدی با فناوری نانو از شایستگی های حوزه فناوری نانو بوده و کارهایی از قبیل تعیین نانو مواد مورد نیاز، سنتز و رسوب گذاری نقاط کوانتومی، کار با دستگاه های مورد استفاده در ساخت سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی، ساخت سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی ، کنترل بهبود عملکرد سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی با نانو مواد را شامل می شود .
ویژگی های کارآموز ورودی:
حداقل میزان تحصیلات : فوق دیپلم رشته های فنی و علوم پایه (شیمی و فیزیک) حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامتی کامل جسم و ذهن مهارت های پیش نیاز : ندارد
طول دوره آموزش :
طول دوره آموزش : ۱۲۱ ساعت - زمان آموزش نظری : ۶۴ ساعت - زمان آموزش عملی : ۵۷ ساعت - زمان کارورزی : ۰ ساعت - زمان پروژه : ۰ ساعت
بودجه بندی ارزشیابی (به درصد)
- کتبی : ۲۵٪ - عملی : ۶۵٪ - اخلاق حرفه ای : ۱۰٪
صلاحیت های حرفه ای مربیان :
دارا بودن مدرک کارشناسی ارشد در رشته های مواد، شیمی، فیزیک و الکترونیک با ۲ سال سابقه کار مرتبط



* تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :

سلول خورشیدی (solar cell یا photoelectric cell) یا سلول فتوولتائیک (photovoltaic cell)، یک قطعه الکترونیکی حالت جامد است که از آلیاژ سیلیکون ساخته می‌شود و درصدی از انرژی نور خورشید را مستقیماً توسط اثر فتوولتائیک، که پدیده‌ای فیزیکی و شیمیایی است، بدون اتصال به منبع ولتاژ خارجی به الکتریسیته تبدیل می‌کند.

سیلیکون نیمه‌رسانایی با گاف نواری (۱/۱-۱/۷) مناسب برای جذب نور خورشید می‌باشد. جفت‌های الکترون-حفره در اثر تابش نور خورشید در نیمه‌رسانا تولید می‌شوند. این حامل‌های بار متحرک می‌توانند جریان الکتریکی تولید کنند.

انواع سلول‌های خورشیدی نانو ساختاری شامل: ۱. سلول‌های خورشیدی رنگدانه ای، ۲. سلول‌های خورشیدی مبتنی بر نقاط کوانتومی و ۳. سلول‌های خورشیدی آلی و پلیمری می‌باشند. با توجه به اینکه بازده یک سلول خورشیدی هیچ‌گاه % ۱۰۰ نخواهد بود بیشترین بازده این سلول‌ها % ۳۱ است، نانو کریستال‌ها می‌توانند این عدد را افزایش دهند.

نقاط کوانتومی، نانو کریستال‌های نیمه هادی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر هستند که بعد از تحریک شدن، از خود نور ساطع می‌کنند و به خاطر اندازه‌ی منحصر به فردشان از قابلیت‌های مهمی برای برقراری تعامل نوری با منبع نور، برخوردار هستند. از طرفی هم هزینه‌ی ساخت این مواد ارزان است زیرا می‌توان آنها را در داخل محلول ساخت و از سوی دیگر، نانو کریستال‌ها می‌توانند در ابعاد مختلف ساخته شوند. نقاط کوانتومی به ازای هر فوتون می‌توانند به هنگام قرار گرفتن در معرض نور ماوراء بنفش، انرژی بیش از یک الکترون را تولید کند. در واقع با طراحی نقاط کوانتومی که بیشتر همپوشانی را در طیف جذبی با طیف نور خورشید داشته باشند، می‌توان بازدهی سلول‌های خورشیدی را تا بیش از ۹۰ درصد افزایش داد، این در حالی است که سلول‌های خورشیدی سیلیکونی رایج، توانایی تولید یک الکترون را دارند. اگر این الکترون‌ها را به ترینال‌ها برسانیم جریان الکتریکی قوی‌تری تولید خواهیم کرد و این چیزی است که به دنبال آن هستیم. از آنجایی که این ذرات کوانتومی، بسیار کوچک هستند می‌توان آن‌ها را روی سطوح انعطاف‌پذیر مختلف، نظیر پلاستیک‌ها اسپری کرد. در نتیجه از یک سو، تولید پیل‌های خورشیدی با قیمت پایین‌تری نسبت به پیل‌های خورشیدی رایج انجام می‌شود و از سوی دیگر، نقاط کوانتومی به شدت به هم فشرده شده و فاصله میان نقاط کوانتومی کاهش می‌یابد که این موضوع موجب افزایش بهره تبدیل انرژی و تولید جریان الکتریسیته می‌شود. علاوه بر این، نقاط کوانتومی می‌توانند به عنوان مولکول‌های حسگر عمل کنند. ویژگی منحصر به فرد سلول‌های ساخته شده با نقاط کوانتومی ناشی از پدیده‌ای است که به آن "برانگیختگی چندگانه" (MEG) گفته می‌شود که سبب افزایش بازدهی این نوع از سلول‌های خورشیدی شده است. نتیجه کلی این پدیده این است که تنها با جذب یک فوتون، نقاط کوانتومی قادر به تولید چندین زوج الکترون-حفره می‌باشند.

* اصطلاح انگلیسی استاندارد (و اصطلاحات مشابه جهانی) :

Improvement performance of quantum dot sensitized solar Cells with Nanotechnology

* مهم ترین استانداردها و رشته های مرتبط با این استاندارد :

* جایگاه استاندارد شغلی از جهت آسیب شناسی و سطح سختی کار :

- الف : جزو مشاغل عادی و کم آسیب طبق سند و مرجع.....
- ب : جزو مشاغل نسبتاً سخت طبق سند و مرجع.....
- ج : جزو مشاغل سخت و زیان آور طبق سند و مرجع.....
- د : نیاز به استعلام از وزارت کار



استاندارد آموزش شایستگی

- کارها

ردیف	عناوین
۱	تعیین نانو مواد مورد نیاز
۲	سنتز و رسوب گذاری نقاط کوانتومی
۳	کار با دستگاه های مورد استفاده در ساخت سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی
۴	ساخت سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی
۵	کنترل بهبود عملکرد سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی با نانو مواد



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان: تعیین نانو مواد مورد نیاز
	جمع	عملی	نظری	
	۱۵	۶	۹	
تجهیزات، ابزار، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش، مهارت، نگرش، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
فیلم و اسلاید های مربوطه ویدیو پروژکتور سیستم کامپیوتری ماژیک و وایت برد نانو موادی از قبیل: نانوذرات طلا، نقره، اکسید روی، نانولوله‌های کربنی				دانش:
			۲	- تعریف نانومواد
			۱	- تقسیم‌بندی نانومواد براساس ابعاد
			۱	- کاربردهای نانو مواد
			۲	- روش‌های تولید نانو مواد
			۲	- پارامترهای مؤثر بر تشکیل نانو مواد
			۱	- اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				مهارت:
		۲		- انتخاب نانو مواد مورد نیاز برای ساخت سلول خورشیدی
		۳		- مشخص کردن روش مناسب برای تولید نانومواد مورد نظر با اندازه و خواص مورد نظر
		۱		- مشخص کردن اندازه، شکل و خواص نانومواد برای مصرف در کاربرد مورد نظر
				- نگرش:
				- دقت در انجام کار
				- پیروی از دستورالعمل‌ها
				- ایمنی و بهداشت:
			- رعایت اصول ارگونومی	
			- توجهات زیست محیطی:	
			- آراستگی محیط کار	
			- مدیریت مصرف انرژی	



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان: سنتز و رسوب گذاری نقاط کوانتومی
	جمع	عملی	نظری	
	۲۳	۱۱	۱۲	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
فیلم و اسلاید های مربوطه				دانش :
ویدیو پروژکتور		۲		- نقاط کوانتومی و انواع آن
سیستم کامپیوتری		۱		- اثر محصورسازی کوانتومی
ماژیک و وایت برد		۱		- وابستگی گاف انرژی به اندازه Eg(d)
Cd (No _۳) _۲		۲		- روش های سنتز و رسوب گذاری نقاط کوانتومی (به طور کلی این روش ها به دو دسته عمده تقسیم می شوند: سنتز و اتصال همزمان و مستقیم (in-situ) و اتصال نقاط کوانتومی کلوییدی از پیش سنتز شده یا غیرمستقیم (ex-situ))
آب مقطر		۲		- مزایای نقاط کوانتومی (قابلیت تنظیم گاف نواری،..)
ترازوی دیجیتال		۱		- مفاهیم تولید اکسایتون چندگانه (MEG)
اتصال یاب		۲		- کاربرد نقاط کوانتومی به عنوان حساس کننده
مولتی متر		۱		- اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
بشر				- مهارت :
استوانه مدرج				- انتخاب بهترین روش برای سنتز و رسوب گذاری نقاط کوانتومی با توجه به انتخاب نقاط کوانتومی (به طور مثال، روش سیلار برای سنتز نقاط کوانتومی کادمیوم سولفید (CdS) ، کادمیوم سلناید (CdSe) و کادمیوم تلوراید (CdTe) موفقیت آمیزتر بوده است)
ارلن		۶		- سنتز و رسوب گذاری نقاط کوانتومی
ماسک		۱		- رعایت موارد ایمنی
				- نگرش :
				- دقت در انتخاب روش تولید و رسوب گذاری نقاط کوانتومی
				- پیروی از دستورالعمل ها
				- ایمنی و بهداشت :
				- رعایت اصول ارگونومی
				- توجهات زیست محیطی :
				- دقت در مصرف بهینه انرژی



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان:
	جمع	عملی	نظری	
	۲۸	۱۲	۱۶	
				کار با دستگاه‌های مورد استفاده در ساخت سلول- های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
فیلم و اسلاید های مربوطه				دانش :
ویدیو پروژکتور			۱	- دستگاه همزن فراصوت و نحوه عملکرد آن
سیستم کامپیوتری			۱	- کوره‌های الکتریکی و نحوه عملکرد آن
ماژیک و وایت برد			۱	- ترازوی دیجیتال و نحوه عملکرد آن
دستگاه همزن فراصوت			۱	- دستگاه لایه‌نشانی چرخشی و نحوه عملکرد آن
کوره‌های الکتریکی			۱	- عوامل مؤثر بر ضخامت در روش لایه‌نشانی چرخشی
ترازوی دیجیتال			۱	- داماسنج‌های عددی و نحوه عملکرد آن
دستگاه لایه‌نشانی چرخشی			۱	- اتصال یاب و مولتی متر و نحوه عملکرد آن
داماسنج‌های عددی			۱	- دستگاه‌های مشخصه‌یابی
اتصال یاب و مولتی متر			۱	- دستگاه اندازه‌گیری جریان- ولتاژ
دستگاه اندازه‌گیری جریان- ولتاژ			۱	- دستگاه شبیه‌ساز نور خورشید
دستگاه شبیه‌ساز نور خورشید			۲	- دستگاه SEM و EDX و نحوه عملکرد آن
دستگاه SEM و EDX			۲	- دستگاه اندازه‌گیری طیف جذبی
دستگاه اندازه‌گیری طیف جذبی			۱	- دستگاه پتانسی و استات- گالوانواستات و نحوه عملکرد آن
دستگاه پتانسی و استات- گالوانواستات			۱	- دستگاه اندازه‌گیری امپدانس و نحوه عملکرد آن
گالوانواستات			۱	
دستگاه اندازه‌گیری امپدانس			۱	



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان: کار با دستگاه‌های مورد استفاده در ساخت سلول- های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
				مهارت :
		۱		- استفاده از دستگاه همزن فراصوت
		۱		- کار با کوره های الکتریکی
		۱		- استفاده از ترازوی دیجیتال
		۱		- کار با دستگاه لایه نشانی چرخشی
		۱		- استفاده از اتصال یاب مولتی متر و دماسنج و دستگاه اندازه گیری جریان ، ولتاژ
		۱		- کار با دستگاه های مشخصه یابی
		۱		- کار با دستگاه شبیه ساز نور خورشید
		۲		- کار با دستگاه EDX، SEM
		۱		- کار با دستگاه اندازه گیری طیف جذبی
		۲		- کار با پتانس و استات- گالوانواستات و اندازه گیری امپدانس
				نگرش :
				- دقت بالا در انجام کار
				- بالا بردن سرعت عمل
				- استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				ایمنی و بهداشت :
				رعایت نکات ایمنی
				توجهات زیست محیطی :
				- مصرف بهینه انرژی
				- تهیه مناسب



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : ساخت سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی
	جمع	عملی	نظری	
	۳۴	۱۷	۱۷	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
جعبه کمک های اولیه			۱	- اهمیت انرژی خورشیدی
وایت برد			۱	- عملکرد سلول های خورشیدی
تخته پاک کن			۱	- انواع سلول های خورشیدی
آب مقطر			۱	- کاربرد های سلول های خورشیدی
دستگاه همزن فراصوت			۱	- شرایط انتخاب یک ماده برای ساخت سلول های خورشیدی
کوره های الکتریکی			۲	- مراحل اصلی کار یک سلول خورشیدی
همزن مغناطیسی			۱	- استانداردهای تابش خورشید
آون			۲	- ائتلاف انرژی در سلول خورشیدی
ترازو دیجیتال			۲	- پارامترهای مهم در منحنی مشخصه جریان ولتاژ یک سلول خورشیدی
دماسنج های عددی			۳	- ساز و کار سلول های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی
اتصال یاب			۱	- اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
رئوسن				مهارت :
دستگاه			۲	- آماده سازی زیرلایه ها
potentiostat/galvanostat			۲	- آماده سازی فوتوآند
دستگاه شبیه سازی نور			۲	- آماده سازی الکتروود مقابل (کاتد)
خورشیدی مولتی متر			۱	- تهیه الکتروولیت
			۲	- مجتمع کردن و آب بندی QDSSCs
			۴	- آنالیز جریان - ولتاژ
			۴	- محاسبه پارامترهای سلول



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : ساخت سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	نگرش :			
	<ul style="list-style-type: none"> - دقت در انجام کار - درک استفاده بهینه از انرژی - پیروی از دستورالعمل‌ها 			
	<ul style="list-style-type: none"> - ایمنی و بهداشت : - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه) - رعایت موارد ایمنی هنگام نصب و راه اندازی - استفاده از تهویه مناسب کارگاهی 			
	<ul style="list-style-type: none"> - توجهات زیست محیطی : - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی - جمع آوری و دفع مناسب ضایعات بعد از کار 			



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان: کنترل بهبود عملکرد سلول‌های خورشیدی حساس- شده با نقاط کوانتومی با نانو مواد
	نظری	عملی	جمع	
	۱۰	۱۱	۲۱	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
جعبه کمک‌های اولیه			۴	- روش‌های بهبود عملکرد سلول
واپت برد			۶	- کاربرد نانو مواد به عنوان لایه میانی در سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی یا بررسی آن در قسمت‌های دیگر سلول و مقایسه آن‌ها بر حسب میزان بازده سلول
تخته پاک‌کن				مهارت :
آب مقطر				- اندازه‌گیری جریان و ولتاژ و مقایسه آن با جریان و ولتاژ سلول خورشیدی که در ساخت آن نانو مواد به کار نرفته است
دستگاه همزن فراصوت				- بررسی راندمان سلول‌های خورشیدی با نانومواد
کوره‌های الکتریکی				نگرش :
همزن مغناطیسی				دقت در انجام کار
آون				پیروی از دستورالعمل‌ها
ترازو دیجیتال		۸		ایمنی و بهداشت:
دماسنج‌های عددی				- رعایت اصول بهداشت در حمل و نقل نانومواد
اتصال یاب				- استفاده از ماسک و عینک ایمنی در برخورد با نانومواد
رئوستا				- شستن دست و صورت با آب و صابون قبل و بعد از برخورد با نانومواد
دستگاه potentiostat/galvanostat				توجهات زیست محیطی:
دستگاه شبیه‌سازی نور خورشیدی				- آراستگی محیط کار
مولتی متر				- مدیریت مصرف انرژی



برگه استاندارد تجهیزات

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	رایانه	با تمام متعلقات	۱	
۲	وسایل کمک آموزشی	سری کامل	۱	
۳	جعبه کمک‌های اولیه	تمام وسایل	۱	
۴	وایت برد	بزرگ	۱	
۵	ماژیک وایت برد	در رنگ‌های مختلف	هر کدام ۱ عدد برای هر دوره	
۶	لباس کار	مخصوص آزمایشگاه	۱ دست برای هر نفر	
۷	دمپایی	مخصوص آزمایشگاه	۱ جفت برای هر نفر	
۸	ماسک ایمنی	فیلتردار	۲ عدد برای هر نفر	
۹	دستکش	مخصوص آزمایشگاه	۱ جفت برای هر نفر	
۱۰	دستگاه همزن فراصوت	توان خروجی ۱۳۷۵ ، ۷۰۰ ، ۵۰۰ ، ۱۲۵ ، ۵۵ وات فرکانس عملیاتی ۲۰ کیلو هرتز قابلیت برنامه ریزی زمانی و دمایی	اعدد برای هر کارگاه	
۱۱	کوره‌های الکتریکی	افقی	اعدد برای هر کارگاه	
۱۲	هیتر و همزن مغناطیسی	حداقل دور ۱۰۰ دور و حداکثر دور ۱۰۰۰ دور در دقیقه	۵ عدد	
۱۳	آون	ظرفیت دمایی تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد	۱ عدد برای هر کارگاه	
۱۴	ترازو	دیجیتال با دقت بالا	۱ عدد برای هر کارگاه	



برگه استاندارد تجهیزات

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱۵	دستگاه لایه‌نشانی چرخشی	امکان اعمال خلاء نسبی امکان نصب زیرلایهها اندازه های مختلف، قابلیت تنظیم پارامترهای فرآیند مانند سرعت و زمان چرخش، حجم و سرعت تزریق	۱ عدد برای هر کارگاه	
۱۶	FE- SEM	بزرگ نمایی ۷۰۰۰۰۰ برابر	۱ عدد برای هر کارگاه	
۱۷	دماسنج	عددی با دقت بالا	۱ عدد برای هر کارگاه	
۱۸	اتصال یاب	استاندارد	۵ عدد	
۱۹	دستگاه شبیه‌ساز خورشیدی	جهت اندازه گیری های استاندارد سلول های خورشیدی (AM۱.۵) بکار می رود. نور ترکیبی LED و لامپ هالوژن نور خورشیدی را از ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر شبیه سازی کند.	۱ عدد برای هر کارگاه	
۲۰	دستگاه اندازه گیری I-V سلول خورشیدی	منحنی مشخصه جریان - ولتاژ سلول خورشیدی را که در معرض نور شبیه ساز طیف خورشید قرار دارد اندازه گیری کند	۱ عدد برای هر کارگاه	
۲۱	مولتی متر	دیجیتال	۵ عدد	

توجه :

- تجهیزات برای یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر در نظر گرفته شود.



- برگه استاندارد مواد

توضیحات	تعداد	مشخصات فنی و دقیق	نام	یف
انواع نانو مواد و اکسید آن‌ها	۱۰ گرم (پودر) ۲۰۰ میلی لیتر (محلول) برای هر دوره	نانوذرات طلا، نقره، دی‌اکسید تیتانیوم، نانولوله‌های کربنی و نانو اکسید روی	انواع نانو مواد و اکسید آن‌ها	۱
	۶۰ قطعه ۱×۱ سانتیمتر مربع هر دوره	شیشه‌های لایه‌نشانی شده با اکسید ایندیوم آلیایده شده با قلع (ITO) و یا اکسید قلع آلیایده شده با فلوتور (FTO)	شیشه‌های لایه‌نشانی شده به عنوان زیرلایه	۲
	۲۰ لیتر برای هر دوره	۲ بار تقطیر	آب	۳
	۱ لیتر برای هر دوره	مخصوص شستشو در آزمایشگاه	استون	۴
	۱ لیتر برای هر دوره	مخصوص شستشو در آزمایشگاه	اتانول و یا ایزوپروپانول	۵
	-	برحسب انتخاب نوع سلول متفاوت است مثال: ساخت سلول خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی: گوگرد، سدیم سولفید، پتاسیم کلرید، کبالت سولفید، کبالت استات، کادمیوم نترات ساخت سلول خورشیدی حساس شده با رنگ: رنگ های حساس به نور (کمپلکس های روتنیوم پلی پیریدین) Ruthenium (Polypyridine)، مواد ضد نشت (سورلین (کوپلیمر اتیلن و متاکریلیک اسید) و....	انتخاب مواد لازم برای ساخت سلول خورشیدی	۶
	۱ عدد	استاندارد	چسب اسکاچ	۷
	به تعداد لازم	سرلین (Surlyn films)	ورقه نازک پلیمری	۸

توجه :

- مواد به ازاء یک نفر و یک کارگاه به ظرفیت ۱۵ نفر محاسبه شود .



- برگه استاندارد ابزار

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	بشر	۵۰ تا ۵۰۰ میلی متر	۱۰ عدد	
۲	دماسنج	در مقیاس سلسیوس	۵ عدد	
۳	استوانه مدرج	۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی متر	۵ عدد	
۴	ارلن	۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی متر	۵ عدد	
۵	مگنت	در ابعاد متوسط	۱۰ عدد	
۶	سیم‌های سر سوسماری	مخصوص آزمایشگاه مدار	۱۰ عدد	
۷	بوته سرامیکی	مخصوص آزمایشگاه	۴ عدد	
۸	میله شیشه‌ای صاف و بدون خراش	استاندارد	۵ عدد	
۹	گیره	برای بستن سلول	۲۰ عدد	
۱۰	سرنگ یا قطره‌چکان	مخصوص آزمایشگاه	۱۰ عدد	

توجه :

- ابزار به ازاء هر سه نفر محاسبه شود.



– منابع و نرم افزار های آموزشی (اصلی مورد استفاده در تدوین و آموزش استاندارد)

ردیف	عنوان منبع یا نرم افزار	مؤلف	مترجم	سال نشر	محل نشر	ناشر یا تولید کننده
۱	Application of silver nanoparticles as an interfacial layer in cadmium sulfide quantum dot sensitized solar cells	Doosthosseini, A. Behjat, S. Hashemizadeh, N. Torabi,	–	۲۰۱۵		Journal of NanoPhotonics
۲	مجموعه مقالات سایت آموزش نانو (انرژی نو)	–	–	–	–	–
۳	نانو شیمی	دکتر مسعود صلواتی نیاسر، زینب فرشته	–	۱۳۹۱	تهران	سخنوران

– سایر منابع و محتواهای آموزشی (پیشنهادی گروه تدوین استاندارد) علاوه بر منابع اصلی

ردیف	نام کتاب یا جزوه	سال نشر	مؤلف / مؤلفین	مترجم / مترجمین	محل نشر	ناشر	توضیحات
۱	Progress in solar PV technology: Research and achievement	۲۰۱۳	V. V. Tyagi, N. A. A. Rahim, N. A. Rahim and J. A. L. Selvaraj	–	–	Renewable and Sustainable Energy Reviews ۲۰(۰)	
۲	Hydrothermal Growth and Application of ZnO Nanowire Films with ZnO and TiO ₂ Buffer Layers in Dye-Sensitized Solar Cells	۲۰۰۹	W. Yang, F. Wan, S. Chen and C. Jiang	–	–	Nanoscale Res Lett ۴(۱۲)	



- سایر منابع و محتوای آموزشی (پیشنهادی گروه تدوین استاندارد) علاوه بر منابع اصلی

توضیحات	ناشر	محل نشر	مترجم/ مترجمین	مؤلف / مؤلفین	سال نشر	نام کتاب یا جزوه	ردیف
	Chemistry of Materials ۱۵(۱۴)	-	-	W. W. Yu, L. Qu, W. Guo and X. Peng	۲۰۰۳	Experimental Determination of the Extinction Coefficient of CdTe, CdSe, and CdS Nanocrystals,	۳
	Journal of Materials Chemistry ۱۲(۵)	-	-	S.-m. Yang, C.-h. Huang, J. Zhai, Z.-s. Wang and L. Jiang	۲۰۰۲	High photostability and quantum yield of nanoporous TiO ₂ thin film electrodes co-sensitized with capped sulfides	۴
	Applied Physics Letters ۹۲(۸)	-	-	J. C. Bernède, Y. Berredjem, L. Cattin and M. Morsli	۲۰۰۸	Improvement of organic solar cell performances using a zinc oxide anode coated by an ultrathin metallic layer	۵
	J. Phys. Chem. C ۱۱۳	-	-	C.S. Seney, B.M. Gutzman, R.H. Goddard		Correlation of size and surface- enhanced Raman scattering activity of optical and spectroscopic properties for silver nanoparticles	۶
	The Journal of Physical Chemistry C ۱۱۵	-	-	I. Zarazúa, E. De la Rosa, T. López- Luke, J. Reyes- Gomez, S. Ruiz, C. Ángeles Chavez and J. Z. Zhang	۲۰۰۹ ۲۰۱۱	Photovoltaic Conversion Enhancement of CdSe Quantum Dot-Sensitized TiO ₂ Decorated with Au Nanoparticles and P ₃ OT	۷



فهرست سایت های قابل استفاده در آموزش استاندارد

ردیف	عنوان
۱	www.edu.nano.ir
۲	https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page