

بسمه تعالی
معاونت آموزش
دفتر طرح و برنامه های درسی

استاندارد آموزش شغل

کارور سیستم لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی

گروه فناوری نانو

کد ملی آموزش شغل

۳۱۱۷-۹۵-۰۰۴-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۱۳۹۴/۰۲/۱



نظارت بر تدوین محتوا و تصویب : دفتر طرح و برنامه های درسی
کد ملی شناسایی آموزش شغل : ۱-۰۴-۹۵-۳۱۱۷

اعضاء کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی رشته فناوری نانو :

علی موسوی

محمد رضا سیابانی

سید نورالدین موسوی

رامک فرح آبادی

لیلا فرهادی راد

بیبا بهمنیار باروق

حوزه های حرفه ای و تخصصی همکار برای تدوین استاندارد آموزش شغل :
-اداره کل آموزش فنی و حرفه ای استان آذربایجان شرقی
-شرکت رایا نانو صنعت ارس

فرآیند اصلاح و بازنگری :

-

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 ۶۶۵۶۹۹۰۷ - ۶۶۹۴۴۱۲۰

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	امیر لطفی کلجاهی	کارشناسی ارشد	فیزیک	پژوهشگر و مدیرعامل شرکت رایا نانو صنعت ارس	۴ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : +۹۱۴۱۰۱۶۲۹۹ ایمیل : amir.lotfi.k@gmail.com آدرس :
۲	علی محمدی سفیدان	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک	مربی	۲ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : +۹۱۴۷۳۷۰۷۱۶ ایمیل : ams.۱۳۶۷@yahoo.com آدرس :
۳	روزبه جعفری	کارشناسی ارشد	مهندسی نانو الکترونیک	مربی	۳ سال	تلفن ثابت : تلفن همراه : +۹۱۴۱۰۶۸۶۷۵ ایمیل : rzbhjafari@gmail.com آدرس :
۴	بیبا بهمنیار باروق	کارشناسی	مهندسی مواد	مسئول گروه برنامه ریزی درسی فناوری نانو	۹ سال	تلفن ثابت : +۲۱-۶۶۵۶۹۹۰۰ تلفن همراه : ایمیل : آدرس : دفتر طرح و برنامه های درسی



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 :

نقشه‌ی 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 حرفه‌ای 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 شغل :	
کارور سیستم لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی	
شرح استاندارد آموزش شغل:	
کارور سیستم لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی از مشاغل حوزه فناوری نانو بوده و شایستگی های از قبیل راه اندازی دستگاه، آماده سازی زیرلایه، کنترل فرآیند لایه نشانی و تهیه لایه نازک در ضخامت های مورد نیاز را دارد.	
ویژگی های کارآموز ورودی :	
حداقل میزان تحصیلات : فوق دیپلم فنی (متالورژی، مکانیک و الکترونیک)، شیمی و فیزیک حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی، ذهنی مهارت های پیش نیاز : ندارد	
طول دوره آموزش :	
طول دوره آموزش	: ۹۸ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۲۶ ساعت
- زمان آموزش عملی	: ۷۲ ساعت
- زمان کارورزی	: - ساعت
- زمان پروژه	: - ساعت
بودجه بندی ارزشیابی (به درصد)	
- کتبی :	۲۵%
- عملی :	۶۵%
- اخلاق حرفه ای :	۱۰%
صلاحیت های حرفه ای مربیان :	
- دارا بودن مدرک کارشناسی در رشته مواد، مکانیک، الکترونیک و فیزیک با ۲ سال سابقه کار مرتبط	



* تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :

یکی از روش‌های لایه‌نشانی، تبخیر باریکه الکترونی (Electron Beam Evaporation) است که جز روش‌های لایه‌نشانی فیزیکی بخار (Physical Vapor Deposition PVD) محسوب می‌شود. در این روش برای انتقال انرژی از یک پرتو الکترونی با انرژی بالا استفاده می‌شود که روی سطح ماده‌ای که داخل بوتله قرار گرفته، کانونی شده و ایجاد گرما می‌کند. این تکنیک موجب می‌شود که محدوده دمایی برای تبخیر مواد بسیار بالا رفته و در نتیجه امکان تبخیر مواد دیرگداز نیز میسر می‌شود. در اثر حرارتی که به ماده منبع منتقل می‌شود بخار بسیاری از ماده آزاد می‌شود که به دلیل اختلاف فشار به سمت زیرلایه حرکت می‌کند. با رسیدن اتم‌ها و مولکول‌های موجود در فاز بخار به زیرلایه چگالش صورت می‌گیرد و با جذب گرما به وسیله زیرلایه، ماده منبع از حالت بخار به جامد، تغییر فاز می‌دهد. با کنترل پارامترهایی مانند انرژی جنبشی اتم‌های فرودی، دمای زیرلایه، نرخ لایه‌نشانی، چگونگی پخش گاز حین انتقال ماده تبخیر شده از منبع به زیرلایه، می‌توان چسبندگی، بازتاب نوری، مقاومت الکتریکی، ویژگی‌های مغناطیسی، چگالی و قدرت مکانیکی لایه‌ها را معین کرد. کنترل ساختار و مورفولوژی (ریخت) پوشش‌ها در مقایسه با سایر روش‌های لایه‌نشانی بیشتر است. این روش لایه‌نشانی در صنایع مختلف صنعتی مانند پوشش‌های نوری و الکترونیکی و پوشش‌های حرارتی و مکانیکی در هوا و فضا کاربرد گسترده دارد.

* اصطلاح انگلیسی استاندارد (و اصطلاحات مشابه جهانی) :

- Electron Beam Evaporation Coating Machine Operator

* مهم‌ترین استانداردها و رشته‌های مرتبط با این استاندارد :

فن‌ورز سیستم‌های لایه‌نشانی

* جایگاه استاندارد شغلی از جهت آسیب‌شناسی و سطح سختی کار :

- الف : جزو مشاغل عادی و کم‌آسیب طبق سند و مرجع
- ب : جزو مشاغل نسبتاً سخت طبق سند و مرجع
- ج : جزو مشاغل سخت و زیان‌آور طبق سند و مرجع
- د : نیاز به استعلام از وزارت کار



استاندارد آموزش شغل

- شایستگی ها

ردیف	عناوین
۱	راه اندازی دستگاه لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی
۲	سیستم تفنگ الکترونی
۳	آماده سازی زیر لایه
۴	لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۱۴	۱۰	۴	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				- دستگاه لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی و کاربردهای آن
کپسول آتشنشانی				-بخش های مختلف دستگاه لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی
جعبه کمک های اولیه				-انواع پورت (ورودی پمپ خلا و تغذیه الکتریکی، خنک کننده) و نحوه اتصال آن ها
وایت برد				-نحوه راه اندازی دستگاه
ماژیک وایت برد				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
نوشت افزار				مهارت :
دستگاه لایه نشانی با تمام متعلقات				-رعایت موارد ایمنی
لباس کار				- اتصال پمپ خلا و تست سالم بودن پمپ
دستکش نخی				- اتصال برق دستگاه
کفش مخصوص آزمایشگاه				-راه اندازی دستگاه لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی
				نگرش :
				-دقت در انجام کار
				-پیروی از دستورالعمل ها
				-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				-درک استفاده بهینه از انرژی



استاندارد آموزش

- برگه ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			راه اندازی دستگاه لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی
	ایمنی و بهداشت : - رعایت اصول ارگونومی - رعایت موارد ایمنی هنگام نصب پورت ها و راه اندازی - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)			
	توجهات زیست محیطی : - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی			



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان :
	جمع	عملی	نظری	
	۱۴	۱۰	۴	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه وسایل کمک آموزشی کپسول آتشنشانی جعبه کمک های اولیه وایت برد ماژیک وایت برد نوشت افزار سیستم تفنگ الکترونی لباس کار دستکش نخی کفش مخصوص آزمایشگاه				دانش :
				- روش های تولید پرتو الکترونی
				- نحوه شتاب دار نمودن الکترون ها
				- نحوه کنترل جهت و کانونی کردن الکترون ها روی چشمه
				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				مهارت :
				-رعایت موارد ایمنی
				- تولید پرتو الکترونی
				- استفاده از منبع تغذیه ولتاژ بالا برای شتاب دار کردن باریکه الکترونی
				- استفاده از لنزهای مغناطیسی جهت متمرکز نمودن باریکه الکترونی
				-عایق بندی سیستم تفنگ الکترونی
				نگرش :
				-دقت در انجام کار
				-پیروی از دستورالعمل ها
			-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار	
			-درک استفاده بهینه از انرژی	
			ایمنی و بهداشت :	
			-رعایت اصول ارگونومی	
			-رعایت موارد ایمنی هنگام نصب و راه اندازی سیستم تفنگ الکترونی	
			-استفاده از وسایل حفاظت فردی(لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)	
			توجهات زیست محیطی :	
			-آراستگی محیط کار	
			-مدیریت مصرف انرژی	



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : آماده سازی زیرلایه
	جمع	عملی	نظری	
	۱۰	۷	۳	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				-انواع زیرلایه، کاربردها و ویژگی آن‌ها
کپسول آتشنشانی				-تاثیر آلودگی زیرلایه بر کیفیت لایه
جعبه کمک های اولیه				-اصول و روش های آماده سازی زیرلایه
وایت برد				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
ماژیک وایت برد				مهارت :
نوشت افزار				-رعایت موارد ایمنی
انواع ویفر				- برش و تمیز نمودن و خشک کردن زیرلایه
حمام التراسونیک				نگرش :
انواع حلال های شیمیایی				-دقت در انجام کار
لباس کار				-پیروی از دستورالعمل ها
دستکش نخی				-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
کفش مخصوص آزمایشگاه				-درک استفاده بهینه از انرژی
				ایمنی و بهداشت :
				-رعایت اصول ارگونومی
				-رعایت موارد ایمنی
				-استفاده از وسایل حفاظت فردی(لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)
				توجهات زیست محیطی :
				-آراستگی محیط کار
				-مدیریت مصرف انرژی



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی
	نظری	عملی	جمع	
	۱۵	۴۵	۶۰	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				- مکانیسم رشد لایه نازک و پارامترهای موثر
کپسول آتشنشانی				- تولید انواع لایه های نازک
جعبه کمک های اولیه				- نحوه کنترل فشار محفظه
واپت برد				- نحوه کنترل جریان و ولتاژ سیستم تفنگ الکترونی
ماژیک واپت برد				- نحوه کنترل ضخامت لایه
نوشت افزار				- محاسبه نرخ لایه نشانی
ترازوی دیجیتال				- اصول تهیه لایه نشانی با خواص مورد نظر با استفاده از پروفایل مناسب
انواع محلول شیمیایی				- اصول کار با ماینیتور دستگاه
دستگاه لایه نشانی با تمام متعلقات				- اصول تمیز کردن دستگاه بعد از هر کارکرد
لباس کار				- عیوب احتمالی دستگاه و نحوه رفع عیوب
دستکش نخی آزمایشگاهی				- الزامات ایمنی هنگام لایه نشانی
کفش مخصوص آزمایشگاه				- اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
ماسک				مهارت :
				- رعایت موارد ایمنی
				- تولید انواع لایه های نازک
				- کنترل فشار محفظه
				- کنترل نرخ لایه نشانی و ضخامت لایه
				- تنظیم نگهدارنده و شاتر
				- تنظیم ضخامت سنج
				- وارد کردن پروفایل مورد نظر به دستگاه
				- ثبت و ذخیره اطلاعات
				- تمیز کردن دستگاه
				- رفع عیوب احتمالی



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : لایه نشانی تبخیر باریکه الکترونی
	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 -پیروی از دستورالعمل ها -استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار -درک استفاده بهینه از مواد مصرفی و انرژی -نوآوری در تهیه لایه نازک 			
	ایمنی و بهداشت :			
	<ul style="list-style-type: none"> -رعایت اصول ارگونومی -رعایت موارد ایمنی هنگام تهیه محلول -استفاده از وسایل حفاظت فردی(لباس کار، دستکش ایمنی، کفش مخصوص آزمایشگاه و ماسک) 			
	توجهات زیست محیطی :			
	<ul style="list-style-type: none"> -آراستگی محیط کار -مدیریت مصرف مواد مصرفی و انرژی 			



- برگه استاندارد تجهیزات ، ابزار و مواد مصرفی

ردیف	نام	مشخصات فنی و دقیق	تعداد	توضیحات
۱	رایانه	با تمام متعلقات	۱ عدد	
۲	وسایل کمک آموزشی	سری کامل	۱ سری	
۳	کپسول آتشنشانی	۶ کیلو گرمی کف شیمیایی و CO ₂	۲ عدد	
۴	جعبه کمک های اولیه	با تمام وسایل	۱ جعبه	
۵	دستگاه لایه نشانی تبخیر حرارتی	آموزشی	۵ دستگاه	
۶	دستگاه حمام التراسونیک	آموزشی	۵ دستگاه	
۷	وایت برد	بزرگ	۱ عدد	
۸	ماژیک وایت برد	در رنگ های مختلف	از هر کدام ۱ عدد برای هر دوره	
۹	لباس کار	مخصوص آزمایشگاه	۱ دست برای هر نفر	
۱۰	کفش	مخصوص آزمایشگاه	۱ جفت برای هر نفر	
۱۱	ماسک ایمنی	فیلتر دار	۲ عدد برای هر نفر	
۱۲	دستکش	نخی	۱ جفت برای هر نفر	
۱۳	الکل	خلوص آزمایشگاهی	۳ لیتر برای هر دوره	
۱۴	استون	خلوص آزمایشگاهی	۳ لیتر برای هر دوره	
۱۵	ویفر	سیلیکونی، شیشه ای، فلزی و سرامیکی	۲۰ عدد از هر کدام برای هر دوره	

توجه :

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

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

- 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	مجموعه مقالات سایت باشگاه نانو	باشگاه نانو	-	۱۳۹۱	تهران	کوچک آموز
۲	فیزیک لایه های نازک	لودمیلا اکرثوا	دکتر هادی سوالونی	۱۳۸۵	تهران	مرکز نشر دانشگاهی
۲	مقدمه ای بر فناوری نانو	چارلز پی. پول، فرانک جی. اونسز	نیما تقوی نیا	-	تهران	کوچک آموز

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

ردیف	نام کتاب یا جزوه	سال نشر	مؤلف / مولفین	مترجم / مترجمین	محل نشر	ناشر	توضیحات
۱	Principles of Vapor Deposition of Thin Films	۲۰۰۶	K.S Sree Harsha	-	Oxford	Elsevier	
۲	Handbook of Physical Vapor Deposition (PVD) Processing	۲۰۱۰	Donald M. Mattox	-	Oxford	Elsevier	-
۳	Nanofabrication: Principles, Capabilities and Limits	۲۰۰۸	Zheng Cui		New York	Springer	



فهرست سایت های قابل استفاده در آموزش استاندارد

ردیف	عنوان
۱	www.slideshare.net
۲	www.mse.arizona.edu/faculty/birnie/Coatings
۳	www.edu.nano.ir
۴	www.cise.columbia.edu/clean/process/spintheory.pdf
۵	www.nanosun.ir