

بسمه تعالی

معاونت پژوهش، برنامه ریزی و سنجش مهارت

دفتر پژوهش، طرح و برنامه ریزی درسی

استاندارد آموزش شایستگی

کار با دستگاه Arc PVD

گروه شغلی

فناوری نانو

کد ملی آموزش شایستگی

۳۱۱۷-۹۵-۰۲۱-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۹۵/۴/۱

نظارت بر تدوین محتوا و تصویب : دفتر پژوهش ، طرح و برنامه ریزی درسی

کد ملی شناسایی آموزش شایستگی : ۳۱۱۷-۹۵-۰۲۱-۱

اعضاء کمیسیون تخصصی برنامه ریزی درسی :

رضا باجولوند مدیرکل دفتر پژوهش ، طرح و برنامه های درسی
سید جمیل احمدی مدیرکل آموزش فنی و حرفه ای استان کردستان
رامک فرح آبادی معاون دفتر پژوهش ، طرح و برنامه های درسی
زهرا میرزاده مدرسی سرگروه برنامه ریزی درسی صنایع فلزی
دکتر علی ضرابی استاد دانشگاه اصفهان

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 :

-

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 پژوهش ، طرح و برنامه ریزی درسی

تهران ، خیابان آزادی ، نبش خیابان خوش جنوبی سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور

تلفن ۶۶۵۸۳۶۲۸

دورنگار ۶۶۵۸۳۶۵۸

آدرس الکترونیکی : RPC:iran tvto.ir

تهیه کنندگان استاندارد آموزش شغل شایستگی

ردیف	نام و نام خانوادگی	آخرین مدرک تحصیلی	رشته تحصیلی	شغل و سمت	سابقه کار مرتبط
۱	امیر لطفی کلجاهی	کارشناسی ارشد	فیزیک	پژوهشگر و مدیرعامل شرکت رایا نانو صنعت ارس	۴ سال
۲	وحید کاردان	کارشناسی	مهندسی مواد	پژوهشگر شرکت رایا نانو صنعت ارس	۲ سال
۳	سید امید رضا شیخ الاسلامی	کارشناسی	مهندسی مواد	پژوهشگر شرکت رایا نانو صنعت ارس	۲ سال
۴	علی محمدی سفیدان	کارشناسی ارشد	مهندسی مکانیک	مری	۳ سال
۵	مجید امانی	کارشناسی	مهندسی مکانیک	پژوهشگر شرکت رایا نانو صنعت ارس	۱ سال

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 شایستگی :	
کار با دستگاه Arc PVD	
شرح استاندارد آموزش شایستگی :	
کار بار دستگاه Arc PVD از شایستگی حوزه فناوری نانو بوده و کارهایی از قبیل راه اندازی دستگاه، آماده سازی زیرلایه، کنترل فرایند لایه نشانی و تهیه لایه نازک در ضخامت های مورد نیاز را دارد.	
ویژگی های کارآموز ورودی :	
حداقل میزان تحصیلات : فوق دیپلم	
حداقل توانایی جسمی و ذهنی : سلامت کامل جسمی ،ذهنی	
مهارت های پیش نیاز : ندارد	
طول دوره آموزش :	
طول دوره آموزش	: ۹۷ ساعت
- زمان آموزش نظری	: ۲۵ 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 ارشد در رشته مواد، شیمی ، مکانیک، الکترونیک و فیزیک با ۲ سال سابقه کار مرتبط	

*** تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :**

فرایند Arc PVD، در محیط خلاء تخلیه الکتریکی، بین دو الکترود (آند و کاتد) اتفاق می افتد. متوسط جریانی لازم است تا یکی از الکترودها بصورت یونیزه شده و تبخیر شود. در این روش، فرایند تبخیر ممکن است بر روی کاتد یا بر روی آند صورت گیرد. مواد تبخیر شده در یک میدان الکتریکی به صورت همزمان یونیزه شده و شتاب می گیرند. فرایند Arc موجبات یونیزاسیون بالای مواد تبخیر شده را فراهم می کند و از این رو پوشش ایجاد شده بر روی زیرلایه چسبندگی عالی خواهد داشت. در روش قوس کاتدی که یکی از روش های صنعتی و تجاری شده پوشش دهی می باشد، مانند سیستم جوشکاری می باشد. در این روش بعد از برقراری جریان بالا (بیش از ۵۰ آمپر)، سطح کاتد یونیزه شده و اتم های یونیزه به سمت قطعه حرکت می کند. امروزه کاربرد این نوع لایه نشانی در صنایع، موضوع توسعه یافته ای است به گونه ای که بخش بزرگی از زندگی مدرن را مدیون توسعه صنعت لایه نشانی می دانند.

*** اصطلاح انگلیسی استاندارد (و اصطلاحات مشابه جهانی) :**

Arc Physical vapor deposition Technician

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

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

- | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| طباق سند و مرجع | <input type="checkbox"/> | الف : جزو مشاغل عادی و کم آسیب |
| طباق سند و مرجع | <input type="checkbox"/> | ب : جزو مشاغل نسبتاً سخت |
| طباق سند و مرجع | <input type="checkbox"/> | ج : جزو مشاغل سخت و زیان آور |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | د : نیاز به استعلام از وزارت کار |

استاندارد آموزش شایستگی

- کارها

ردیف	عناوین
۱	راه اندازی دستگاه Arc PVD
۲	آماده سازی زیر لایه
۳	لایه نشانی انواع پوشش Arc PVD
۴	کنترل کیفیت پوشش

	زمان آموزش			عنوان: راه اندازی دستگاه Arc PVD
	جمع	عملی	نظری	
	۲۱	۱۵	۶	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش:
وسایل کمک آموزشی				-انواع دستگاه های Arc PVD و کاربرد آن ها
کپسول آشنشانی				-مکانیسم پوشش دهی دستگاه Arc PVD
جعبه کمک های اولیه				-منبع تغذیه
واپت برد				-نحوه کنترل شیرها، جریان و ولتاژ
ماژیک واپت برد				-نوع تخلیه(سیستم خلاء)
نوشت افزار				-انواع پورت ها (ورودی پمپ خلا و تغذیه الکتریکی) و نحوه اتصال آن ها
دستگاه خلاء با تمام متعلقات				-نحوه راه اندازی سیستم با توجه به کاتالوگ سازنده
انواع فشارسنج				-نحوه اجرای پروفایل مورد نظر در دستگاه
لباس کار				- عیوب احتمالی دستگاه و نحوه رفع آن ها
دستکش				-موارد ایمنی
کفش مخصوص آزمایشگاه				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				مهارت :
				-رعایت موارد ایمنی
				- راه اندازی دستگاه
				-بررسی اتصالات و پورت ها
				- اجرای پروفایل مورد نظر در دستگاه
				-برطرف نمودن عیوب احتمالی
				نگرش :
				-دقت در انجام کار
				-استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				-درک استفاده بهینه از انرژی

	زمان آموزش			عنوان : راه اندازی دستگاه Arc PVD
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	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			

	زمان آموزش			عنوان : آماده سازی قطعه (زیر لایه)
	جمع	عملی	نظری	
	۱۷	۱۲	۵	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				-انواع زیر لایه ها و ویژگی آن ها
کپسول آتشنشانی				-تاثیر آلودگی زیر لایه بر کیفیت لایه
جعبه کمک های اولیه				-تاثیر میزان زبری زیر لایه بر لایه نشانی
وایت برد				-اصول و روش های آماده سازی زیر لایه
ماژیک وایت برد				-الزامات ایمنی در خصوص آماده سازی زیر لایه
نوشت افزار				-اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
دستگاه خلاء با تمام متعلقات				مهارت :
انواع فشارسنج				-رعایت موارد ایمنی
لباس کار				-بررسی آلودگی زیر لایه
دستکش				-تعیین میزان زبری زیر لایه
کفش مخصوص آزمایشگاه				-تمیز کردن زیر لایه
	نگرش :			
	-دقت در انجام کار			
	-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 استفاده از وسایل آماده سازی زیر لایه			
	-استفاده از وسایل حفاظت فردی(لباس کار، دستکش، کفش مخصوص آزمایشگاه)			
	توجهات زیست محیطی :			
	-آراستگی محیط کار			
	-مدیریت مصرف انرژی			

	زمان آموزش			عنوان : لایه نشانی انواع پوشش Arc PVD
	جمع	عملی	نظری	
	۳۱	۲۴	۷	
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 واپت برد ماژیک واپت برد نوشت افزار دستگاه خلاء با تمام متعلقات انواع فشارسنج لباس کار دستکش کفش مخصوص آزمایشگاه				دانش : - مکانیزم رشد لایه و پارامتر های موثر - روش های لایه نشانی، انواع و کاربرد آن ها - اصول لایه نشانی با دستگاه Arc PVD - نحوه محاسبه نرخ رشد لایه - پدیده سایه افکنی - نحوه کنترل پارامتر های موثر بر کیفیت لایه - نحوه چینش قطعات بر روی نگه دارنده - نحوه انتخاب تارگ مناسب - نحوه جایگذاری تارگ در دستگاه - نحوه تولید انواع لایه ها - اصول تمیز کردن دستگاه بعد از هر کارکرد - اصول کار با مانیتور دستگاه - اصول ایمنی - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
				مهارت : - رعایت موارد ایمنی - انتخاب پروفایل لایه نشانی متناسب با پوشش - چینش صحیح قطعات بر روی نگه دارنده - کنترل پارامتر های موثر بر رشد لایه - تولید انواع لایه ها - کنترل ضخامت پوشش نهایی - تمیز کردن دستگاه
				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
- برگه‌ی تحلیل آموزش

	زمان آموزش			عنوان : لایه نشانی انواع پوشش Arc PVD
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	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			

	زمان آموزش			عنوان : کنترل کیفیت پوشش
	جمع	عملی	نظری	
	۲۸	۲۱	۷	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
رایانه				دانش :
وسایل کمک آموزشی				- نحوه کنترل حجم محفظه
کپسول آتشنشانی				- تاثیر دمای رسوب دهی بر پوشش نهایی
جعبه کمک های اولیه				- تاثیر زمان رسوب دهی بر پوشش نهایی
وایت برد				- تاثیر فاصله منبع تا فلز پایه
ماژیک وایت برد				- تاثیر جریان و ولتاژ بر پوشش
نوشت افزار				- تاثیر خلا بر پوشش نهایی
دستگاه لایه نشانی با تمام متعلقات				- تاثیر گاز ورودی بر کیفیت پوشش
حلال های شیمیایی				- اصول کنترل چشمی پوشش نهایی روی قطعات
لباس کار				- موارد ایمنی
دستکش				- اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی
کفش مخصوص آزمایشگاه				مهارت :
				- رعایت موارد ایمنی
				- کنترل حجم محفظه
				- کنترل دمای رسوب دهی
				- کنترل زمان رسوب دهی
				- تنظیم فاصله منبع تا فلز پایه
				- کنترل جریان و ولتاژ
				- کنترل خلا
				- کنترل دبی گاز ورودی
				- کنترل چشمی پوشش نهایی روی قطعات
				نگرش :
				- دقت در انجام کار
				- پیروی از دستورالعمل ها
				- استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار
				- درک استفاده بهینه از انرژی

	زمان آموزش			عنوان : پارامتر های دستگاه Arc PVD
	جمع	عملی	نظری	
تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی	دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط			
	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			

- 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 آرک	آموزشی	۳ دستگاه	
۶	دستگاه حمام التراسونیک	آموزشی	۱ 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 بسیار بالا	۱ لیتر برای هر دوره	
۱۴	استون	خلوص بسیار بالا	۱ 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 اکر تووا	دکتر هادی سوالونی	۱۳۸۵	تهران	مرکز نشر دانشگاهی
۳	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	http://www.vacuumkaran.ir
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