

معاونت پژوهش، برنامه‌ریزی و سنجش مهارت

دفتر پژوهش، طرح و برنامه‌ریزی درسی

استاندارد آموزش شغل

متصدی تولید نانو لوله های کربنی با روش CVD

گروه شغلی

فناوری نانو

کد ملی آموزش شغل

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|---|---|--------------|------------|---|---|-----------|---|---|------------------|---|---|------|
| ۳ | ۱ | ۱ | ۱ | ۳ | ۰ | ۹ | ۵ | ۰ | ۰ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ |
| Isco-08 | | | | سطح مهارت | شناسه گروه | | | شناسه شغل | | | شناسه شایستگی | | | نسخه |

۳۱۱۷-۹۵-۰۰۹-۱

تاریخ تدوین استاندارد: ۱۳۹۴/۰۲/۲۰



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

کد ملی شناسایی آموزش شغل: ۱-۰۹-۰۰۹-۳۱۱۷

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

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 | روزبه جعفری | کارشناسی ارشد | مهندسی نانو الکترونیک | مربی | ۳ سال | تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۱۰۶۸۶۷۵ ایمیل : rzbhjafari@gmail.com |
| ۲ | افشین زمانی | دانشجوی کارشناسی ارشد | مهندسی ساخت و تولید | کارشناس مدعو | ۲ سال | تلفن ثابت : تلفن همراه : ایمیل : آدرس : |
| ۳ | امیر لطفی کلجاهی | کارشناسی ارشد | فیزیک | پژوهشگر و مدیرعامل شرکت | ۴ سال | تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۱۰۱۶۲۹۹ ایمیل : amir.lotfi.k@gmail.com |
| ۴ | علی محمدی سفیدان | کارشناسی ارشد | مهندسی مکانیک | مربی | ۲ سال | تلفن ثابت : تلفن همراه : ۰۹۱۴۷۳۷۰۷۱۶ ایمیل : ams.۱۳۶۷@yahoo.com |
| ۵ | بیتا بهمنیار باروق | کارشناسی | مهندسی مواد | مسئول گروه برنامه ریزی درسی | ۹ سال | تلفن ثابت : ۰۲۱-۶۶۵۶۹۹۰۰ 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 :

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 شغل : | |
| متصدی تولید نانو لوله های کربنی با روش CVD | |
| شرح استاندارد آموزش شغل : | |
| متصدی تولید نانو لوله های کربنی با روش CVD از مشاغل حوزه فناوری نانو بوده که شایستگی هایی از قبیل تشکیل ماتریس مقایسه، آماده سازی فرایند تولید نانولوله های کربنی به روش CVD، تولید نانولوله کربنی، آنالیز نانولوله های تولید شده و تصحیح خطاهای موجود در فرایند تولید و نگهداری نانولوله های تولید شده 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 | : ۱۲۴ ساعت |
| - زمان آموزش نظری | : ۳۷ ساعت |
| - زمان آموزش عملی | : ۸۷ 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، شیمی، مکانیک، الکترونیک و فیزیک با ۳ سال سابقه کار مرتبط | |



* تعریف دقیق استاندارد (اصطلاحی) :

نانولوله های کربنی، نانوفیبرهای توخالی با ساختار شش ضلعی هستند که اخیراً کاربردهای متنوعی را در صنایع مختلف از جمله الکترونیک، هوافضا، صنعت کامپوزیت و باتری سازی را به خود اختصاص داده اند. نانولوله های کربنی در صنعت به سه روش تجاری تخلیه قوس، لیزر و رسوب دهی بخارات شیمیایی (CVD) تولید می شوند. روش CVD بعلت نرخ تولید بالای نانولوله و همچنین مصرف کمتر انرژی بدلیل استفاده از دمای کمتر در آن، نسبت به دو روش دیگر بسیار اقتصادی است.

* اصطلاح انگلیسی استاندارد (و اصطلاحات مشابه جهانی) :

Carbon nanotube synthesis specialist (CVD method)

* 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 شغل

شایستگی‌ها

| ردیف | عناوین |
|------|--|
| ۱ | تشکیل ماتریس مقایسه |
| ۲ | آماده سازی فرایند تولید نانولوله های کربنی |
| ۳ | تولید نانولوله کربنی |
| ۴ | آنالیز نانولوله های تولید شده |
| ۵ | نگهداری نانولوله های تولید شده |



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

| | زمان آموزش | | | عنوان : تشکیل ماتریس مقایسه |
|--|--|------|------|---|
| | جمع | عملی | نظری | |
| | ۱۸ | ۱۰ | ۸ | |
| تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی | دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط | | | |
| رایانه | | | | دانش : |
| وسایل کمک آموزشی | | | | - نانولوله ها، ساختار و خصوصیات |
| کپسول آتشنشانی | | | | -انواع نانولوله های کربنی و کاربردهای آن ها |
| جعبه کمک های اولیه | | | | - روش های تولید نانولوله کربنی |
| واپت برد | | | | - انواع نانولوله های تولید شده |
| ماژیک واپت برد | | | | -مفهوم ماتریس مقایسه |
| تخته پاک‌کن | | | | -ترمودینامیک تجزیه گاز سورس |
| نوشت افزار | | | | - نرم افزار Nanotube modeler |
| برگه | | | | -اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی |
| فیلم و اسلاید های مربوطه | | | | مهارت : |
| نرم افزار nanotube modeler | | | | - تشخیص نانولوله های کربنی متناسب با کاربرد مورد نظر |
| | | | | -تهیه ماتریس مقایسه و تصحیح آن |
| | | | | -تشخیص روش مناسب برای تولید نانولوله مورد نظر |
| | | | | -امکان سنجی ساخت نانو لوله درخواستی با نرم افزار Nanotube modeler |
| | | | | نگرش : |
| | | | | -دقت در انتخاب روش |
| | | | | -نوآوری |
| | | | | -پیروی از دستورالعمل ها |
| | | | | ایمنی و بهداشت : |
| | | | | -رعایت اصول ارگونومی |
| | | | | -استفاده از پوشش محافظ |
| | | | | توجهات زیست محیطی : |
| | | | | -آراستگی محیط کار |
| | | | | -مدیریت مصرف انرژی |



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

| | زمان آموزش | | | عنوان : |
|--|--|------|------|---|
| | جمع | عملی | نظری | |
| | ۲۸ | ۲۰ | ۸ | |
| تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی | دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط | | | آماده سازی فرایند تولید نانولوله های کربنی |
| رایانه | | | | دانش : |
| وسایل کمک آموزشی | | | | -مقایسه چند مورد از نانولوله های از قبل تهیه شده |
| کپسول آشنشانی | | | | - دفترچه راهنمای دستگاه |
| جعبه کمک های اولیه | | | | - نحوه انجام تنظیمات دستگاه و جداول مربوط به انتخاب تنظیمات دستگاه |
| واپت برد | | | | - پارامترهای قابل کنترل دستگاه |
| ماژیک واپت برد | | | | -نحوه انتخاب زیرلایه و کاتالیست با در نظر گرفتن تعامل بین آن ها |
| تخته پاک کن | | | | -نحوه محاسبه دمای ذوب، فشار بخار و میزان حلالیت نانوذرات کاتالیست در گاز مشخص شده |
| نوشت افزار | | | | -نحوه آماده سازی زیرلایه |
| جداول راهنمای تولید | | | | -تاثیر دمای کوره دستگاه بر نانولوله های کربنی |
| سیستم CVD مخصوص | | | | -تاثیر جهت گیری کریستالی زیرلایه بر روی نانولوله |
| تولید نانولوله های کربنی | | | | -اندرکنش کاتالیست و زیرلایه |
| کپسول گاز سورس | | | | -تاثیر مدت زمان فرآیند بر سنتز نانولوله های کربنی |
| کپسول گاز نیتروژن | | | | -تاثیر فشار بر سنتز نانولوله های کربنی |
| کپسول گاز هیدروژن | | | | -نحوه انتخاب گاز سورس مناسب |
| کپسول گاز هلیوم | | | | - دبی گاز سورس ورودی کوره برای تولید نانولوله کربنی |
| نانوذرات کاتالیست | | | | -الزامات ایمنی |
| زیرلایه مشخص | | | | -اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی |
| ماسک مخصوص | | | | |
| دستکش مخصوص | | | | |
| لباس ضد حریق | | | | |
| کپسول آتش نشانی | | | | |
| کفش ضد حریق | | | | |
| نمونه های آماده از نانو لوله | | | | |
| های کربنی | | | | |



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

| | زمان آموزش | | | عنوان : آماده سازی فرایند تولید نانولوله های کربنی |
|--|--|------|------|---|
| | جمع | عملی | نظری | |
| | | | | |
| تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی | دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط | | | |
| | | | | مهارت : - رعایت موارد ایمنی - تست مجاری خروج گاز در دستگاه - مشخص کردن پارامترهای تنظیمی دستگاه از جداول - مشخص کردن زیرلایه با ویژگی‌های مناسب (جنس، جهت گیری کریستالی و ...) بر اساس نیاز مطرح شده - انتخاب و جایگذاری دقیق زیرلایه و پخش کاتالیست - مشخص کردن نحوه حضور کاتالیست (۱. بصورت از پیش تعبیه شده بر روی زیر لایه ۲. بصورت Aerosol و مخلوط با گاز هیدرو کربن) - آماده سازی دستگاه - انتخاب صحیح جنس و اندازه نانوذرات کاتالیست - انتخاب دمای بهینه کوره دستگاه CVD - انتخاب فشار بهینه - انتخاب مدتزمان بهینه سنتز نانولوله ها |
| | | | | نگرش : - دقت در انجام کار - پیروی از دستورالعمل ها - استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار |
| | | | | ایمنی و بهداشت : - رعایت اصول ارگونومی - استفاده از وسایل حفاظت فردی (دستکش و ماسک ، لباس محافظ و کفش حفاظتی) - حفظ نظافت محیط |
| | | | | توجهات زیست محیطی : - آراستگی محیط کار - مدیریت مصرف انرژی و مواد مصرفی |



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

| | زمان آموزش | | | عنوان : تولید نانولوله کربنی |
|--|--|------|------|---|
| | جمع | عملی | نظری | |
| | ۴۰ | ۳۰ | ۱۰ | |
| تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی | دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط | | | |
| رایانه | | | | دانش : |
| وسایل کمک آموزشی | | | | - نحوه راه اندازی سیستم CVD |
| کپسول آتشنشانی | | | | - نحوه قرار دادن کاتالیست در محفظه مشخص شده |
| جعبه کمک های اولیه | | | | - نحوه کنترل دستگاه هنگام اجرای فرایند |
| وایت برد | | | | - نحوه کنترل زمان لازم برای رشد نانولوله ها |
| ماژیک وایت برد | | | | - روش های جمع آوری نانولوله ها و نحوه انتخاب روش مناسب |
| تخته پاک کن | | | | - اصول خاموش کردن دستگاه |
| نوشت افزار | | | | - اصول خالص سازی نانولوله های جمع آوری شده |
| سیستم CVD | | | | - الزامات سلامت و ایمنی هنگام تولید |
| کپسول گاز سورس | | | | - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی |
| کپسول گاز هیدروژن | | | | مهارت : |
| کپسول گاز هلیوم | | | | - رعایت اصول ایمنی |
| نانوذرات کاتالیست | | | | - کنترل دمای داخل کوره دستگاه CVD |
| زیرلایه مشخص | | | | - جایگذاری زیرلایه و کاتالیست در مکان مشخص شده |
| ماسک مخصوص | | | | - بستن دریچه ها و ورود گاز بی اثر |
| دستکش مخصوص | | | | - راه اندازی دستگاه |
| لباس ضد حریق | | | | - تامین فشار مشخص شده و ورود گاز سورس |
| کپسول آتش نشانی | | | | - تولید نانولوله های کربنی |
| کفش محافظ | | | | - مانیتورینگ فرایند |
| عینک محافظ | | | | - فیلتراسیون و جمع آوری نانولوله های تولید شده |
| ترازوی دیجیتالی دقیق | | | | - خاموش کردن دستگاه و بازگرداندن تنظیمات اعمالی به حالت اولیه |
| | | | | - خالص سازی نانولوله های تولید شده |



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

| | زمان آموزش | | | عنوان : تولید نانولوله کربنی |
|--|--|------|------|---------------------------------|
| | جمع | عملی | نظری | |
| | | | | |
| تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی | دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط | | | |
| | <p>نگرش :</p> <ul style="list-style-type: none"> -دقت در انجام کار -نوآوری -پیروی از دستورالعمل ها - استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار | | | |
| | <p>ایمنی و بهداشت :</p> <ul style="list-style-type: none"> -رعایت اصول ارگونومی -رعایت موارد ایمنی هنگام کار - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس، ماسک، عینک، دستکش مخصوص و کفش محافظ) -نصب سیستم تهویه مناسب | | | |
| | <p>توجهات زیست محیطی :</p> <ul style="list-style-type: none"> -آراستگی محیط کار -استفاده از فیلتر های مناسب در خروجی گازهای سمی -مدیریت مصرف انرژی | | | |



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

| | زمان آموزش | | | عنوان: آنالیز نانولوله های تولید شده |
|---|--|------|------|---|
| | جمع | عملی | نظری | |
| | ۲۵ | ۱۷ | ۸ | |
| تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی | دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط | | | |
| رایانه | | | | دانش : |
| وسایل کمک آموزشی | | | | - روش های آنالیز نانولوله های کربنی |
| کپسول آتشنشانی | | | | - روش های آماده سازی نمونه برای هر آنالیز |
| جعبه کمک های اولیه | | | | - نحوه بررسی درجه خلوص و قطر آماری نانولوله های تولید شده توسط Raman Spectroscopy |
| وایت برد | | | | - نحوه اندازه گیری طول نانولوله بوسیله SEM و AFM |
| ماژیک وایت برد | | | | - نحوه مشخص کردن قطر و تعداد لایه ها با استفاده از TEM |
| تخته پاک کن | | | | - نحوه اندازه گیری خواص مکانیکی نانولوله بوسیله HRTEM و AFM |
| نوشت افزار | | | | - نحوه مشخص کردن Chirality نانولوله بوسیله Raman Spectroscopy و STM |
| منابع مورد نیاز HRTEM AFM با قابلیت جابجایی | | | | - عیوب موجود در نانولوله توسط XPS ، TEM ، STM |
| نانولوله SEM STM Raman Spectroscopy XPS TGA | | | | - نحوه مشخص کردن مدهای فرکانسی و خواص الکتریکی با استفاده از STM |
| ظروف شیشه ای مخصوص برای حمل نانولوله به آزمایشگاه | | | | - نحوه مشخص کردن خواص حرارتی و اکسیداسیون نانولوله با استفاده از TGA |
| دستکش | | | | - نحوه تحلیل نتایج آنالیز ها |
| لباس محافظ | | | | - نحوه بررسی علل بروز کیفیت نامطلوب |
| ترازوی دیجیتالی دقیق | | | | - تصحیح های لازم در تنظیمات ورودی |
| | | | | - اصطلاحات فنی به زبان انگلیسی |



استاندارد آموزش
- برگه‌ی تحلیل آموزش

| | زمان آموزش | | | عنوان: آنالیز نانولوله های تولید شده |
|--|--|------|------|--|
| | جمع | عملی | نظری | |
| | | | | |
| تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی | دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط | | | |
| | | | | مهارت : |
| | | | | -انتخاب نوع صحیح آنالیز بر حسب موارد خواسته شده |
| | | | | -مشخص کردن موارد خواسته شده از هر آنالیز |
| | | | | -آماده سازی نمونه برای آنالیز خواسته شده |
| | | | | - تحلیل داده های آنالیز |
| | | | | -تطبیق نتایج تحلیل با ماتریس مقایسه |
| | | | | -تشخیص منابع خطا |
| | | | | -تصحیح خطاهای ایجاد شده |
| | | | | نگرش : |
| | | | | -دقت در انجام کار |
| | | | | -استفاده و نگهداری مناسب و صحیح از تجهیزات و ابزار |
| | | | | - پیروی از دستورالعمل ها |
| | | | | ایمنی و بهداشت : |
| | | | | -رعایت اصول ارگونومی |
| | | | | -رعایت اصول بهداشت در حمل و نقل نانولوله های کربنی |
| | | | | -استفاده از وسایل حفاظت فردی(ماسک ، عینک ایمنی) |
| | | | | - تهیه مناسب اتاق آنالیز |
| | | | | توجهات زیست محیطی : |
| | | | | -مراقبت از عدم پخش نانولوله در محیط اطراف هنگام آنالیز |
| | | | | -آراستگی محیط کار |
| | | | | -مدیریت مصرف انرژی |



استاندارد آموزش

- برگه‌ی تحلیل آموزش

| | زمان آموزش | | | عنوان: نگهداری نانولوله های تولید شده |
|--|--|------|------|--|
| | جمع | عملی | نظری | |
| | ۱۳ | ۱۰ | ۳ | |
| تجهیزات ، ابزار ، مواد مصرفی و منابع آموزشی | دانش ، مهارت ، نگرش ، ایمنی توجهات زیست محیطی مرتبط | | | |
| رایانه | | | | دانش : |
| وسایل کمک آموزشی | | | | -اصول نگهداری صحیح نانولوله های کربنی |
| کپسول آشنشانی | | | | -مضرات تنفس گرده نانولوله و تماس آن با پوست |
| جعبه کمک های اولیه | | | | -اصول تمیز کاری منطقه آلوده به نانولوله های کربنی |
| وایت برد | | | | - اصول نگهداری درج شده در استاندارد ASTM ۲۵۳۵ |
| ماژیک وایت برد | | | | -اصول کمک های اولیه در صورت برخورد یا تنفس نانولوله های کربنی |
| تخته پاک کن | | | | مهارت : |
| نوشت افزار | | | | -محافظة و نگهداری از نانولوله های کربنی به روش های مختلف |
| ظروف شیشه ای مخصوص | | | | -انجام کمک های اولیه در صورت برخورد یا تنفس نانولوله های کربنی |
| دستکش | | | | -تمیز کردن محیط آلوده به نانولوله های کربنی |
| لباس محافظ | | | | نگرش : |
| ماسک محافظ | | | | -دقت در انجام کار |
| ترازوی دیجیتالی دقیق | | | | -جلوگیری از هدر رفت نانولوله های تولیدی |
| جاروبرقی مخصوص | | | | -پیروی از دستورالعمل ها |
| | | | | ایمنی و بهداشت : |
| | | | | -رعایت اصول ارگونومی |
| | | | | -رعایت موارد ایمنی هنگام کار |
| | | | | - استفاده از وسایل حفاظت فردی (لباس و ماسک محافظ) |
| | | | | توجهات زیست محیطی : |
| | | | | -آراستگی محیط کار |
| | | | | -جلوگیری از ورود موارد آلوده به محیط |



- برگه استاندارد تجهیزات

| ردیف | نام | مشخصات فنی و دقیق | تعداد | توضیحات |
|------|---------------------------|--|-------------------|---------|
| ۱ | رایانه | core-i۷- ۸GB ram | ۱ عدد | |
| ۲ | وسایل کمک آموزشی | سری کامل | ۱ سری | |
| | جعبه کمک های اولیه | با تمام وسایل | ۱ عدد | |
| | کپسول آتشنشانی | ۶ کیلوگرمی کف شیمیایی و CO _۲ | ۱ عدد | |
| | وایت برد | بزرگ | ۱ عدد | |
| ۳ | نرم افزار | nanotube modeler | ۱ عدد | |
| ۴ | ماژیک وایت برد | در رنگ های مختلف | از هر کدام یک عدد | |
| ۵ | بسته نمونه آماده نانولوله | کربن | ۱ بسته از هر نوع | |
| ۶ | سیستم CVD | مخصوص تولید نانولوله های کربنی | ۵ سیستم | |
| ۷ | HRTEM | با بزرگنمایی ۵ میلیون برابر | ۱ دستگاه | |
| ۸ | AFM | با قابلیت جابجایی نمونه و اندازه گیری خواص مکانیکی | ۱ دستگاه | |
| ۹ | SEM | با بزرگنمایی ۱ میلیون برابر | ۱ دستگاه | |
| ۱۰ | STM | استاندارد | ۱ دستگاه | |
| ۱۱ | Raman Spectroscopy | دارای قابلیت RBM | ۱ دستگاه | |
| ۱۲ | XPS | استاندارد | ۱ دستگاه | |
| ۱۳ | TGA | با دقت ۰.۰۱ درجه سانتیگراد | ۱ دستگاه | |
| ۱۴ | | | | |

توجه :

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



- برگه استاندارد مواد

| ردیف | نام | مشخصات فنی و دقیق | تعداد | توضیحات |
|------|---------------------|--|--------------------------|---------|
| ۱ | نانوذرات آهن | اندازه ذرات ۱ تا ۵ نانومتر | ۵ عدد در بسته های ۵ گرمی | |
| ۲ | نانوذرات کبالت | اندازه ذرات ۱ تا ۵ نانومتر | ۵ عدد در بسته های ۵ گرمی | |
| ۳ | نانوذرات نیکل | اندازه ذرات ۱ تا ۵ نانومتر | ۵ عدد در بسته های ۵ گرمی | |
| ۴ | نانوذرات پالادیم | اندازه ذرات ۱ تا ۵ نانومتر | ۵ عدد در بسته های ۵ گرمی | |
| ۵ | نانوذرات مس | اندازه ذرات ۱ تا ۵ نانومتر | ۵ عدد در بسته های ۵ گرمی | |
| ۶ | نانوذرات مولیبدنیوم | اندازه ذرات ۱ تا ۵ نانومتر | ۵ عدد در بسته های ۵ گرمی | |
| ۷ | زیرلايه Al_2O_3 | بصورت پودری | ۵ بسته ۱۰۰ گرمی | |
| ۸ | زیرلايه SiO_2 | بصورت پودری | ۵ بسته ۱۰۰ گرمی | |
| ۹ | زیرلايه Quartz | بصورت جامد در ابعاد متناسب با دستگاه | ۵ | |
| ۱۰ | کپسول گاز | CH_4 | از هر کدام ۱ عدد | |
| ۱۱ | کپسول گاز | C_2H_2 | ۵ عدد | |
| ۱۲ | کپسول گاز | C_2H_4 | ۵ عدد | |
| ۱۳ | کپسول گاز | CO | ۵ عدد | |
| ۱۴ | کپسول گاز | Toluene | ۵ عدد | |
| ۱۵ | کپسول گاز | Benzene | ۵ عدد | |
| ۱۶ | کپسول گاز | Hexane | ۵ عدد | |
| ۱۷ | کپسول گاز | نیتروژن | ۵ عدد | |
| ۱۸ | کپسول گاز | هیدروژن | ۵ عدد | |
| ۱۹ | کپسول گاز | هلیوم | ۵ عدد | |
| ۲۰ | کپسول گاز | آرگون | ۵ عدد | |
| ۲۱ | ماسک | تمام صورت دارای استاندارد $P100$ و $N100$ موسسه NIOSH و یا ماسک $NIOSH-103$ M BE | ۱۵ عدد | |
| ۲۲ | کفش | ضد حریق | ۵ | |
| ۲۳ | عینک ایمنی | دارای محافظ کناری و مطابق استاندارد ANSI ۷۸۷ | ۵ | |
| ۲۴ | لباس محافظ | ضد آتش و بصورت سرهم از جنس کتان | ۵ | |
| ۲۵ | دستکش مخصوص | نیتریلیک ضد مواد شیمیایی و با مقاومت بالا | ۵ | |

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 | ظروف شیشه ای | مخصوص حمل نانولوله به آزمایشگاه | ۱ عدد | |
| ۲ | ترازوی دیجیتالی | دارای دقت اندازه گیری ۰.۰۰۱ گرم | ۱ عدد | |
| ۳ | جاروبرقی مخصوص | دارای فیلتر با مش بالا برای جذب نانوذرات | ۱ 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 | سنتز، خواص مکانیکی و کاربردهای نانولوله های کربنی | انوشیروان فرشیدیان فر، حمید دلیر، سارا شایان | - | ۱۳۹۰ | ایران | دانشگاه فردوسی مشهد |
| ۲ | Nanotube modeler | - | - | ۲۰۱۲ | | © JCrystalSoft |
| ۳ | Carbon Nanotubes: Quantum Cylinders of Graphene | S. Saito A. Zettl | - | ۲۰۰۸ | USA | Elsevier |
| ۴ | The role of metal nanoparticles in the catalytic production of single-walled carbon nanotubes—a review | Anna Moissala ^۱ , Albert G Nasibulin ^۱ , Esko I Kauppinen | - | ۲۰۰۳ | Finland | IOP |
| ۵ | Chemical Vapor Deposition of Carbon Nanotubes: A Review on Growth Mechanism and Mass Production | Mukul Kumar, Yoshinori Ando | - | ۲۰۱۰ | Japan | American Scientific Publishers |

- سایر منابع و محتوای 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 | Methods for carbon nanotubes synthesis—review | ۲۰۱۱ | Jan Prasek, Jana Drbohlavova Jana Chomoucka Jaromir Hubalek Ondrej Jasek Vojtech Adam Rene Kizek | - | Journal of Materials Chemistry | The Royal Society of Chemistry | - |
| ۲ | Synthesis Methods of Carbon Nanotubes and Related Materials | ۲۰۱۰ | Andrea Szabó Caterina Perri Anita Csató Girolamo Giordano Danilo Vuono János B. Nagy | - | Materials | www.mdpi.com | - |
| ۳ | Carbon Nanotubes - Synthesis, Characterization, Applications | ۲۰۱۱ | Edited by Dr. Siva Yellampalli | - | Croatia | Intech | - |
| ۴ | Standard Guide for Handling Unbound Engineered Nanoscale Particles in Occupational Settings | ۲۰۱۳ | | - | ASTM International, West Conshohocken, PA | ASTM Standard E ۲۵۳۵ | - |



فهرست سایت های قابل استفاده در آموزش استاندارد

| ردیف | عنوان |
|------|---|
| ۱ | http://tmisc.ir/index.php?ctrl=product&actn=product_view&lang=۱&id=۱۷۷۴ |
| ۲ | http://tmisc.ir/index.php?ctrl=product&actn=product_view&lang=۱&id=۱۷۶۸ |
| ۳ | http://www.jcrystal.com/products/wincnt/index.htm |
| ۴ | http://sourceforge.net/projects/nanocap/ |
| ۵ | http://www.nanoscience.com/products/carbon-nanotube-synthesis/ |
| ۶ | http://web.ornl.gov/~odg/tubemain.html |
| ۷ | https://sites.google.com/site/nanomodern/Home/CNT/syncnt/laser-ablation |
| ۸ | http://www.products.cvdequipment.com/cvdapplicationlab/in_product۳/ |
| ۹ | http://www.technos.in/PECVED-process-equipments-india.php |
| ۱۰ | http://www.firstnano.com/products/easytube۳۰۰۰/ |
| ۱۱ | http://www.cheaptubes.com/cntmaterialsafetydatasheet.htm |

فهرست معرفی نرم افزارهای سودمند و مرتبط

(علاوه بر نرم افزارهای اصلی)

| ردیف | عنوان نرم افزار | تهیه کننده | آدرس | توضیحات |
|------|-----------------|------------|---|---------|
| ۱ | Lammps | | http://lammps.sandia.gov | |
| ۲ | ANSYS | | www.ansys.com | |