



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۵۶۲۶

چاپ اول

۱۳۹۷

INSO-ISO
15626

1st Edition
2018

Identical with
ASTM E3059:2016

فناوری نانو- آموزش نیروی کار در زمینه
زیرساخت فناوری نانو- راهنما

Nanotechnology- workforce education
infrastructure-Guide

ICS: 07.030

استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۶۲۶ (چاپ اول) : سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۱-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« فناوری نانو - برای آموزش نیروی کار در زمینه زیرساخت فناوری نانو - راهنما »

رئیس:

مدیرعامل - شرکت راصد توسعه
فناوریهای نوین

سهرابی جهرمی، ابوذر
(دکترای نانوفناوری)

دبیر:

عضو هیئت علمی گروه پژوهشی اندازه-
شناسی - پژوهشگاه استاندارد

آل علی، هدی
(دکترای فیزیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه صنعت
نفت و نماینده انجمن نانوفناوری ایران

آقابزرگ، حمیدرضا
(دکترای شیمی)

کارشناس - ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

احمدی، سارا
(دکترای مواد)

کارشناس - ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

اسلامی پور، الهه
(کارشناسی ارشد زیست شناسی)

مدیر ارشد - آزمایشگاه کیمیا شنگرف
پارس

دشت بزرگی، زهرا
(دکترای شیمی تجزیه)

مدیرگروه فناوری خلأ - مرکز
میکروالکترونیک جهاد دانشگاهی شریف

حافظی، فاطمه
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

کارشناس - ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

چوخاچی زاده مقدم، امین
(کارشناسی ارشد نانوفناوری)

کارشناس - پژوهشگاه استاندارد

کریمی، مریم

(دکترای شیمی تجزیه)

عضو هیئت علمی - دانشگاه علوم پزشکی
تهران

گل بابایی، فریده

(دکترای مهندسی بهداشت حرفه ای)

عضو هیئت علمی - پژوهشگاه استاندارد

میرزایی، مریم

(دکترای فیزیک)

کارشناس - پژوهشگاه استاندارد

نوری، نینا

(دکترای شیمی تجزیه)

ویراستار:

کارشناس استاندارد - بازنشسته سازمان
ملی استاندارد ایران

سیفی، مهوش

(کارشناس ارشد مدیریت دولتی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ کلیات
۴	۵ اهمیت و کاربرد
۴	۶ مهارت و دانش عمومی
۵	۷ مفاهیم و مهارت‌هایی که باید در نظر گرفته شوند
۵	۸ مفاهیم و فنون مرتبط با زیرساخت فناوری نانو
۵	۱-۸ حداقل محتوای دوره‌های پیشنهادی
۵	۲-۸ طبقه‌بندی اتاق‌های تمیز
۵	۳-۸ اجزاء اتاق تمیز
۶	۴-۸ تجهیزات ایمنی
۶	۵-۸ مطالعات مکانی
۶	۶-۸ هود فیوم
۶	۷-۸ جعبه‌های دستکش‌دار
۶	۸-۸ آموزش
۷	۹-۸ طبقه‌بندی سطح ایمنی آزمایشگاه
۷	۱۰-۸ تجهیزات ایمنی
۷	۱۱-۸ آموزش
۷	۱۲-۸ تعاریف خلأ
۸	۱۳-۸ اجزاء سامانه خلأ
۹	۱۴-۸ سنجه‌های خلأ
۹	۱۵-۸ پمپ‌های خلأ

۱۰

۸-۱۲ کپسول‌های گاز

۱۱

کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد « فناوری نانو- آموزش نیروی کار در زمینه زیرساخت فناوری نانو- راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی ایران تهیه و تدوین شده و در هفتاد و پنجمین اجلاس کمیته ملی فناوری نانو مورخ ۱۳۹۷/۱۰/۰۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ASTM E3059:2016, Nanotechnology- Standard guide for workforce education in nanotechnology infrastructure

فناوری نانو- آموزش نیروی کار در زمینه زیرساخت - راهنما

۱ هدف و دامنه کاربرد^۱

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ارائه دستورالعمل‌هایی برای آموزش پایه‌ای نیروی کار در زمینه زیرساخت فناوری نانو که باید در سطح کارشناسی تدریس شود، است. وسعت این آموزش باید به گونه‌ای باشد که فرد را برای کار در یکی از زمینه‌های فناوری نانو مانند تحقیق، توسعه یا تولید آماده کند. فردی که چنین آموزشی دیده است، می‌تواند در به‌کارگیری، تولید، توزیع، ذخیره، استفاده یا دفع نانومواد دخالت داده شود.

۲-۱ این راهنما می‌تواند برای توسعه یا ارزشیابی برنامه آموزشی زیرساخت‌های مورد استفاده در فناوری نانو به‌کار گرفته شود. همچنین، فهرستی از موضوعات کلیدی را ارائه می‌کند که باید در برنامه آموزشی فناوری نانو در این زمینه منظور شوند، اما مواد آموزشی خاصی که در چنین برنامه‌ای استفاده می‌شود، را ارائه نمی‌دهد. این رویکرد برای نهادهای آموزشی نیروی کار در نظر گرفته شده است تا اطمینان یابند که برنامه‌های موردنیازشان را پوشش می‌دهد و آنها را قادر می‌سازد تا برنامه‌های خود را متناسب با نیازهای کارفرمایان خود تنظیم کنند.

۳-۱ مقادیر ذکر شده در سامانه بین‌المللی یکاها SI در نظر گرفته می‌شوند. هیچ واحد اندازه‌گیری دیگر در این استاندارد وجود ندارد.

۴-۱ این استاندارد ادعا نمی‌کند که به همه موارد ایمنی، در صورت وجود، می‌پردازد. مسئولیت ایجاد معیارهای ایمنی و بهداشت و تعیین قابلیت کاربرد محدودیت‌های مقرراتی قبل از استفاده بر عهده کاربر این استاندارد است.

۵-۱ این استاندارد ادعا نمی‌کند که به همه روش‌ها و مفاهیم مربوط به زیرساخت‌های فناوری نانو می‌پردازد و ممکن است دانش و مهارت‌های قابل کاربرد به شرایط بومی یا قوانین بومی موردنیاز را پوشش ندهد.

^۱ - توضیحات تکمیلی در خصوص دامنه کاربرد این استاندارد، در بند اهمیت و کاربرد (به بند ۵ مراجعه شود) ارائه شده است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵، فناوری نانو- واژگان- قسمت اول- اصطلاحات اصلی
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۵۲: سال ۱۳۸۱، اتاقهای تمیز و محیط‌های کنترل شده- قسمت اول- طبقه بندی تمیزی هوا
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۹۸: سال ۱۳۹۵، فناوری نانو- آموزش سلامت و ایمنی برای نیروی کار - راهنما

2-4 ASTM E2456, Terminology relating to nanotechnology

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳ در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف فناوری نانو ذکر شده در استاندارد ASTM E2456 و استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۰۰۰۴ به کار می‌رود.

۲-۳ تعاریف اصطلاحات خاص در این استاندارد:

۱-۲-۳

نانوساخت

nanomanufacturing

سنتز هدفمند، ایجاد و یا کنترل نانومواد و یا مراحل ساخت در نانومقیاس برای اهداف تجاری است.

[منبع: تعریف ۲-۱۱، استاندارد ملی شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۲-۲-۳

نانوماده

nanomaterial

ماده‌ای که هر بعد خارجی آن نانومقیاس است یا ساختار داخلی یا ساختار سطحی آن نانومقیاس است.

[منبع: تعریف ۲-۱، استاندارد ملی شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۳-۲-۳

نانومقیاس

nanoscale

گستره تقریباً بین ۱ nm تا ۱۰۰ nm است.

[منبع: تعریف ۲-۴۴، استاندارد ملی شماره ۱-۸۰۰۰۴: سال ۱۳۹۵]

۴-۲-۳

زیرساخت فناوری نانو

nanotechnology infrastructure

تجهیزات و امکانات پایه‌ای (مانند محیط‌های کنترل شده) که برای هدایت مناسب پژوهش، توسعه یا ساخت در مقیاس نانو مورد نیاز است.

۴ کلیات

۱-۴ این راهنما فهرستی از مباحث مربوط به زیرساخت‌های فناوری نانو مرتبط با آموزش نیروی کار فناوری نانو را مشخص می‌کند. انتخاب فنون، مفاهیم و مواد براساس منابع درونداد^۱ از صنعت، مریدان فناوری نانو و متخصصان انجام می‌شود.

۴-۲ در این فهرست، دو موضوع اول مربوط به محیط‌های کنترل شده است. بقیه موضوعات شامل سامانه‌های خلأ و گازهای تحت فشار هستند.

۵ اهمیت و کاربرد

۵-۱ هدف این راهنما، ارائه ساختار آموزشی پایه، مرتبط با زیرساخت فناوری نانو به سازمان‌هایی است که برنامه‌های آموزشی برای نیروی کار در زمینه فناوری نانو را ارائه می‌دهند. این راهنما به تشریح حداقل دانش پایه برای هر فردی که در نانوساخت، مشخصه‌یابی نانومواد و تحقیقات در زمینه نانومواد مشارکت دارند، کمک می‌کند.

۵-۲ توصیه می‌شود آموزش‌های پایه، هر فرد را برای انجام وظایف مختلف در زمینه فناوری نانو در محل کار آماده سازد. مطالب این راهنما ممکن است نیاز به یک پیش زمینه دو ساله علمی یا فناوری داشته باشد تا به اندازه کافی درک شود. عمق موضوعات باید آنقدر کافی باشد تا بین برنامه‌های کاربردی مختلف فناوری نانو مانند ساخت و مشخصه‌یابی نانومواد، نانولیتوگرافی و نانوالگودهی^۱ قابل انتقال باشد.

۵-۳ نانومواد با توجه به ویژگی‌های منحصر به فردشان می‌توانند مخاطراتی برای سلامتی و محیط زیست داشته باشند که منحصر به فرد هستند. مخاطراتی که نانومواد ممکن است داشته باشند، اگر وجود داشته باشد، از مخاطرات مواد توده‌ای^۲ / ماکروسکوپی بسیار متفاوت است.

۵-۴ از آنجایی که فناوری نانو به سرعت در حال توسعه است، فردی که در فناوری نانو آموزش دیده باشد، نیاز به شناخت تغییر و تحول آیین کارها و شیوه‌های ایمنی دارد. توصیه می‌شود افراد از روند توسعه در فناوری نانو مطلع شوند و آموزش پایه‌ای داشته باشند که آنها را قادر به تدوین روش‌ها و شیوه‌های ایمنی در حال ظهور کند.

۶ مهارت و دانش عمومی

۶-۱ جبر مقدماتی، شیمی، فیزیک و آمار در سطح کارشناسی.

۶-۲ مخاطرات زیست‌محیطی، بهداشتی و ایمنی (EHS)^۱ که نانومواد دارند می‌تواند بسیار متفاوت از مواردی باشد که مواد توده‌ای از خود نشان می‌دهند. دانشجویان باید درک اولیه‌ای از فاکتورهای منحصر به فرد EHS هنگام به‌کارگیری نانومواد داشته باشند.

1- Patterning
2- Bulk

یادآوری ۱ - برای جزئیات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۹۸ مراجعه شود.

۳-۶ دانشجویان نیز باید دانش پایه‌ای از خواص فیزیکی و شیمیایی نانومواد داشته باشند.

۷ مفاهیم و مهارتهایی که باید در نظر گرفته شوند

۱-۷ روش‌ها یا موضوعات مرتبط با آموزش نیروی کار در زمینه زیرساخت فناوری نانو همراه با موضوعات مهمی که باید برای هر روش ذکر شده به طور خاص پوشش داده شود، در بند ۸ ارایه شده است. روش‌ها یا موضوعات تکمیلی و یا هر دو، می‌تواند بر اساس موارد مورد نیاز اضافه شود.

۸ مفاهیم و فنون مرتبط با زیرساخت فناوری نانو

۱-۸ حداقل محتوای دوره‌های پیشنهادی برای آموزش نیروی کار بایستی شامل زیرساخت استفاده شده در نانوساخت، مشخصه‌یابی نانومواد یا پژوهش در زمینه نانومواد باشد.

محیط‌های کنترل شده

۲-۸ طبقه‌بندی اتاق‌های تمیز؛

۱-۲-۸ استانداردهای میزان تمیزی - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۵۲

۳-۸ اجزاء اتاق تمیز:

۱-۳-۸ گرمایش، تهویه، و سامانه تهویه مطبوع؛

۲-۳-۸ سامانه فیلترکردن (صافش) هوا؛

۱-۲-۳-۸ صافی‌های ذره‌ای هوا با کارایی بالا (HEPA)؛^۲

۲-۲-۳-۸ صافی‌های ذرات هوا با میزان نفوذ پایین (ULPA)؛^۳

۳-۳-۸ سامانه روشنایی؛

۴-۳-۸ سامانه آب یونیزه؛

۵-۳-۸ صافی برساشی؛^۴

1- Environmental, Health and Safety

2- High Efficiency Particulate Air

3- Ultra-Low Penetration Air Filter

4- Scrubbers

- ۶-۳-۸ سامانه انبارش مواد شیمیایی و پسماند شیمیایی؛
- ۴-۸ تجهیزات ایمنی:
- ۱-۴-۸ تجهیزات حفاظت شخصی؛
- ۲-۴-۸ آشکارسازهای آتش و گاز سمی و هشداردهنده‌ها؛
- ۳-۴-۸ ایستگاه‌های شستن چشم/دوش؛
- ۵-۸ مطالعات مکانی^۱ - قابلیت کاربرد اتاق یا محیط برای یک تجهیز یا ابزار خاص
- ۱-۵-۸ ارتعاش؛
- ۲-۵-۸ میدان الکترومغناطیسی؛
- ۳-۵-۸ گستره دمایی/رطوبت کنترل شده؛
- ۶-۸ هود فیوم^۲:
- ۱-۶-۸ موارد استفاده و محدودیت‌ها؛
- ۲-۶-۸ جریان ثابت؛
- ۳-۶-۸ حجم ثابت؛
- ۷-۸ جعبه‌های دستکش‌دار^۳
- ۱-۷-۸ موارد استفاده و محدودیت‌ها؛
- ۲-۷-۸ رویه‌های انتقال و پمپ کردن؛
- ۸-۸ آموزش:
- ۱-۸-۸ ایمنی؛
- ۲-۸-۸ رویه‌های پوشیدن و درآوردن لباس مخصوص متناسب با میزان تمیزی^۴؛

2- Site surveys
3- Fume
3- glove box
1- Cleanliness level

۳-۸-۸ آئین کارهای اتاق تمیز؛

محیط‌های کنترل شده زیستی^۱

۹-۸ طبقه بندی سطح ایمنی آزمایشگاه

۱-۹-۸ سطوح ایمنی زیستی^۲ در رده‌های ۱ تا ۴ .

یادآوری ۲- برای جزئیات بیشتر به مدارک ABSA/OSHA BSL مراجعه شود [1].

۱۰-۸ تجهیزات ایمنی:

۱-۱۰-۸ تجهیزات حفاظت شخصی؛

یادآوری ۳- برای جزئیات بیشتر به مرجع [2] مراجعه شود.

۲-۱۰-۸ محفظه زیستی ایمن^۳؛

۱-۲-۱۰-۸ رده‌های I-III؛

۳-۱۰-۸ امکانات گندزدایی:

۱-۳-۱۰-۸ اتوکلاو؛

۲-۳-۱۰-۸ محفظه‌ای برای فرآیند فیوم کردن؛

۱۱-۸ آموزش:

۱-۱۱-۸ ایمنی؛

۲-۱۱-۸ آئین کارهای میکروبیولوژیکی؛

سامانه‌های خلأ

۱۲-۸ تعاریف خلأ:

۲-۱۲-۸ یکاهای فشار؛

۲-۱۲-۸ گستره‌های فشار؛

2- Bio-controlled
3- Biosafety
4- Biological safety cabinet

- ۳-۱۲-۸ فشار بخار؛
- ۴-۱۲-۸ فشار مطلق و فشار نسبی؛
- ۵-۱۲-۸ جریان گاز؛
- ۱-۵-۱۲-۸ جریان ویسکوز و مولکولی؛
- ۲-۱۲-۵-۸ جریان آرام و پراغتشاش؛
- ۶-۱۲-۸ منحنی‌های پمپ کردن؛
- ۱۳-۸ اجزاء سامانه خلأ؛
- ۱-۱۳-۸ لوله کشی خلأ؛
- ۱-۱-۱۳-۸ لوله کشی خلأ انعطاف پذیر؛
- ۲-۱-۱۳-۸ لوله کشی خلأ صلب؛
- ۲-۱۳-۸ فیتینگ‌ها و فلنج‌های خلأ؛
- ۱-۲-۱۳-۸ فیتینگ‌های آرینگ^۱، فلنج‌های کلین^۲؛
- ۲-۲-۱۳-۸ اتصالات سویچ لاک^۳؛
- ۳-۲-۱۳-۸ اتصالات آب‌بندی فلزی- فیتینگ‌های VCR^۴ و فلنج‌های CF^۵؛
- ۳-۱۳-۸ فیدتروهای^۶ خلأ؛
- ۱-۳-۱۳-۸ فیدتروی خطی انعطاف پذیر و آکاردئونی؛
- ۲-۳-۱۳-۸ فیدتروی مکانیکی؛
- ۳-۳-۱۳-۸ فیدتروی فروفلوئیدیک^۷؛

1- O-ring
2- Klein Flange
3 - Swagelok
4 - Conflat
5- Vacuum Coupling Radiation
6- Feedthroughs
7-Ferrofluidic

۴-۳-۱۳-۸ فیدتروی الکتریکی؛

۵-۳-۱۳-۸ فیدتروی نوری؛

۴-۱۳-۸ شیرهای خلأ:

۱-۴-۱۳-۸ شیرهای توپی؛

۲-۴-۱۳-۸ شیرهای پروانه‌ای؛

۳-۴-۱۳-۸ شیرهای سوزنی؛

۴-۴-۱۳-۸ شیرهای دروازه‌ای؛

۱۴-۸ سنج‌های خلأ:

۱-۱۴-۸ گستره‌های سنج خلأ و مکانیزم‌های اندازه‌گیری؛

۲-۱۴-۸ سنج‌های اندازه‌گیری نیروی مستقیم:

۱-۲-۱۴-۸ سنج لوله‌بوردون^۱؛

۲-۲-۱۴-۸ فشارسنج (مانومتر) خازنی؛

۳-۱۴-۸ سنج‌های رسانایی گرمایی:

۱-۳-۱۴-۸ سنج ترموکوپل؛

۲-۳-۱۴-۸ سنج پیرانی^۲؛

۴-۱۴-۸ سنج‌های یونش:

۱-۴-۱۴-۸ سنج یونش گرمایی؛

۲-۴-۱۴-۸ آنالایزر گاز باقی‌مانده؛

۱۵-۸ پمپ‌های خلأ:

۱-۱۵-۸ پمپ رافینگ^۳؛

1- Bourdon
2- Pirani
3- Roughing

۱-۱-۱۵-۸ پمپ پره‌ای چرخشی؛

۲-۱-۱۵-۸ پمپ اسکرول خشک^۱؛

۲-۱۵-۸ پمپ خلأ بالا:

۱-۲-۱۵-۸ پمپ توربو مولکولی (پمپ توربو)؛

۲-۲-۱۵-۸ پمپ نفوذی؛

۳-۲-۱۵-۸ پمپ کرایوژنیک^۲؛

۳-۱۵-۸ پمپ ابر خلأ:

۱-۳-۱۵-۸ پمپ یونی کندوپاشی؛

۲-۳-۱۵-۸ پمپ تصعیدی تیتانیوم (TSP)^۳؛

گازهای فشرده شده

۱۶-۸ کپسول‌های گاز:

۱-۱۶-۸ اتصالات کپسول گاز CGA^۴؛

۱۷-۸ تنظیم‌کننده فشار؛

۱۸-۸ لوله کشی گاز.

1- Dry scroll
2- Cryogenic
3- Titanium sublimation pump
4- Compressed gas association

کتابنامه

[1] <http://www.absa.org/pdf/OSHABSLFactSheet.pdf>

[2] <http://www.cdc.gov/biosafety/publication/bmb15/index.htm>.

Biosafety in microbiological and biomedical laboratories, 5th Ed, published by the centers for disease control and prevention