

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

آزمایشگاه شیمی عمومی با تأکید بر ایمنی

تألیف و گردآوری:

دکتر اعظم انارکی فیروز

استادیار دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

مهندس آرزو واعظ نائینی

کارشناس مسؤول آزمایشگاه شیمی دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

| | |
|----------------------|---|
| سر شناسنامه | : انارکی فیروز، اعظم، ۱۳۵۸- |
| عنوان و نام پدید آور | : آزمایشگاه شیمی عمومی با تأکید بر ایمنی / تألیف و گردآوری اعظم انارکی فیروز، آرزو واعظ نائینی؛ ویراستار علمی اعظم انارکی فیروز؛ ویراستار ادبی نیره فیروزی. تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، ۱۳۹۳. |
| مشخصات نشر | : ح، ۲۰۵ ص: مصور (رنگی)، جدول. |
| مشخصات ظاهری | : 978-600-6594-03-3 |
| شابک | : فیا |
| وضعیت فهرست نویسی | : یادداشت |
| یادداشت | : موضوع |
| موضوع | : آزمایشگاه‌های شیمی |
| موضوع | : آزمایشگاه‌های شیمی - پیش‌بینی‌های ایمنی |
| موضوع | : شیمی - آزمایش‌ها |
| موضوع | : شیمی - ابزار و وسایل |
| شناسه افزوده | : واعظ نائینی، آرزو، ۱۳۵۰- |
| شناسه افزوده | : دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی |
| رده بندی کنگره | : QD ۵۱ / الف ۱۳۹۳ |
| رده بندی دیوبی | : ۵۴۲/۱ |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۳۵۴۶۱۸۶ |



سازمان اسناد و کتابخانه ملی جمهوری اسلامی ایران

| | |
|--------------------|--|
| عنوان | : آزمایشگاه شیمی عمومی با تأکید بر ایمنی |
| تألیف و گردآوری | : دکتر اعظم انارکی فیروز، استادیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، مهندس آرزو واعظ نائینی (کارشناس مسؤوّل آزمایشگاه شیمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی) |
| ویراستار علمی | : دکتر اعظم انارکی فیروز |
| ویراستار ادبی | : نیره فیروزی |
| نوبت چاپ | : سوم - پاییز ۱۳۹۹ |
| انتشارات | : دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی |
| لیتوگرافی | : نگین سبز |
| چاپ | : برهان |
| طراح جلد | : دکتر اعظم انارکی فیروز |
| ناظر چاپ | : محمد معتمدی نژاد |
| کارشناس و صفحه‌آرا | : نیره فیروزی |
| شمارگان | : ۱۰۰ جلد |
| قیمت | : ۸۰.۰۰۰ تومان |
| شابک | : 978-600-6594-03-3 ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۴-۰۳-۳ |

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجائی محفوظ است.

نشانی: تهران، لویزان - کد پستی ۱۵۸۱۱-۱۶۷۸۸ - صندوق پستی ۱۶۳ - ۱۶۷۸۵ - تلفن: (۲۶۳۲) ۹ - ۲۲۹۷۰۰۶۰،

۲۲۹۷۰۰۷۰، نامبر: ۲۲۹۷۰۰۰۳، پست الکترونیکی: Publish@sru.ac.ir، وب سایت: http://Publish.sru.ac.ir

پیشگفتار

علم شیمی و آزمایشگاه شیمی به سبب گستردگی آموزشی، پژوهشی و کاربردی جایگاه ویژه‌ای در میان سایر علوم دارد. همچنین، علم شیمی به جهت کاربرد زیاد آن در صنایع، یکی از علوم است که با آزمایشگاه معنا پیدا می‌کند.

آموزش آزمایشگاه شیمی برای دانشجویان، در بهبود برخی از صنایع مانند صنایع دارویی، صنایع غذایی، صنایع آرایشی-بهداشتی و ... بسیار مؤثر و مفید خواهد بود، لذا هدف از گردآوری و نگارش این مجموعه فراگیری مطالب مربوط به آزمایشگاه شیمی و ایمنی آن می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین و اولین فصل این مجموعه "نکات کلی ایمنی در آزمایشگاه شیمی" می‌باشد که آموختن آن برای هر فردی که با مواد شیمیایی سروکار پیدا می‌کند ضروری است. با رعایت عملی نکات این فصل، احتمال ایجاد خطر برای شخص آزمایش‌کننده و محیط مربوط، به حداقل ممکن می‌رسد.

برای درست انجام دادن آزمایش، آشنا شدن با انواع وسایل، دستگاه‌ها و کاربرد آنها بسیار مهم می‌باشد که در فصل دوم به این مسئله پرداخته می‌شود.

فصل سوم و چهارم این کتاب، مهم‌ترین آزمایش‌های شیمی عمومی ۱ و ۲ توضیح داده می‌شود.

امید است مطالعه این مجموعه در یادگیری شما عزیزان مفید واقع گردد.

با تشکر

دکتر اعظم انارکی فیروز

مهندس آرزو واعظ نائینی

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|---|---|
| فصل ۱: نکات کلی ایمنی در آزمایشگاهها | |
| ۳ | ۱- نکات کلی ایمنی مربوط به کار در آزمایشگاهها |
| ۳ | ۱-۱- مقدمه |
| ۳ | ۱-۲- رعایت مقررات ایمنی |
| ۴ | ۱-۳- رفتار در آزمایشگاه |
| ۴ | ۱-۴- رعایت نظم و نظافت |
| ۷ | ۱-۵- اقدام در مقابل حادثه |
| ۷ | ۱-۶- کار پس از ساعات اداری |
| ۸ | ۱-۷- نگهداری مواد شیمیایی در محوطه آزمایشگاه |
| ۹ | ۱-۸- نحوه استفاده از شیشه آلات |
| ۹ | ۱-۹- دور ریختن زبالهها |
| ۱۰ | ۱-۱۰- نکات ایمنی که در کلیه آزمایشگاهها باید رعایت شود |
| ۱۱ | ۱-۱۱- نکاتی که در حین انجام آزمایش باید به آنها توجه داشت |
| ۱۱ | ۱-۱۲- آشنایی با خطرهای آزمایشگاههای شیمی |
| ۱۲ | ۱-۱۳- ترکیبات انفجارپذیر |
| ۱۲ | ۱-۱۴- مخلوطهایی که بالقوه خطرناک هستند |
| ۱۳ | ۱-۱۵- عوامل ایجاد انفجار و آتش سوزی در آزمایشگاه و راههای پیشگیری از آن |
| ۲۳ | ۱-۱۶- خطرهای ناشی از مواد شیمیایی سمی |
| ۲۹ | ۱-۱۷- ایجاد آزمایشگاه مخصوص آزمایشهای خطرناک |
| ۳۰ | ۱-۱۸- رعایت مقررات ایمنی در هنگام کار با مواد خطرناک |
| ۳۱ | ۱-۱۹- تشخیص محلولهای شیمیایی |
| ۳۱ | ۱-۲۰- برنامه ریزی آزمایشها و ثبت نتایج |
| ۳۴ | ۱-۲۱- علامت‌های هشداردهنده |

| | |
|----|--|
| ۳۷ | ۲۲-۱- برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) |
| ۴۳ | ۲۳-۱- دستورالعمل‌های اجرایی استاندارد (SOP) |
| ۴۳ | ۲۴-۱- نکات قابل توجه در ارتباط با مواد شیمیایی |
| ۴۸ | ۲۵-۱- منابع |

فصل ۲: کاربرد وسایل آزمایشگاه شیمی و آشنایی با گزارش نویسی آزمایش

| | |
|----|---|
| ۵۱ | ۲- آشنایی با وسایل آزمایشگاه و نحوه کارکرد آنها |
| ۵۱ | ۲-۱- چراغ گاز آزمایشگاه (بونزن) |
| ۵۲ | ۲-۲- ترازوی آزمایشگاهی |
| ۵۴ | ۲-۳- بوته چینی (کروزه چینی) |
| ۵۵ | ۲-۴- دماسنج مایعی |
| ۵۶ | ۲-۵- قطره چکان |
| ۵۷ | ۲-۶- شیشه ساعت |
| ۵۷ | ۲-۷- قیف شیشه‌ای |
| ۵۸ | ۲-۸- قیف جداکننده |
| ۵۹ | ۲-۹- بالن |
| ۶۰ | ۲-۱۰- استوانه مدرج |
| ۶۱ | ۲-۱۱- بشر |
| ۶۲ | ۲-۱۲- اسپاتول |
| ۶۳ | ۲-۱۳- بورت |
| ۶۴ | ۲-۱۴- ارلن |
| ۶۵ | ۲-۱۵- ارلن خلأ |
| ۶۵ | ۲-۱۶- قیف بوخنر |
| ۶۶ | ۲-۱۷- کپسول چینی |
| ۶۶ | ۲-۱۸- هاون چینی |
| ۶۷ | ۲-۱۹- دسیکاتور |
| ۶۹ | ۲-۲۰- پوار (مکنده پلاستیکی) |
| ۶۹ | ۲-۲۰- پیپت |
| ۷۱ | ۲-۲۲- پیکنومتر |

| | |
|----|--|
| ۷۲ | ۲۳-۲- شکل برخی از دستگاه‌های آزمایشگاهی دیگر |
| ۷۵ | ۲۴-۲- راهنمایی برای نوشتن گزارش آزمایش |
| ۷۵ | ۲۵-۲- راهنمایی برای انجام آزمایش |
| ۷۶ | ۲۶-۲- منابع |

فصل ۳: آزمایشگاه شیمی عمومی ۱

| | |
|-----|--|
| ۷۹ | ۳- مقدمه |
| ۷۹ | ۳-۱- آزمایش شماره ۱: تعیین دانسیته یا جرم حجمی جامدات، مایعات و گازها |
| ۸۴ | ۳-۲- آزمایش شماره ۲: تعیین جرم اتمی منیزیم |
| ۸۹ | ۳-۳- آزمایش شماره ۳: اندازه‌گیری گرمای انحلال |
| ۹۲ | ۳-۴- آزمایش شماره ۴: بررسی قانون بقای جرم |
| ۹۵ | ۳-۵- آزمایش شماره ۵: تعیین جرم مولکولی از طریق کاهش نقطه انجماد (قانون راول) |
| ۹۸ | ۳-۶- آزمایش شماره ۶: استوکیومتری |
| ۱۰۱ | ۳-۷- آزمایش شماره ۷: هیدرولیز |
| ۱۰۳ | ۳-۸- آزمایش شماره ۸: حلالیت |
| ۱۰۶ | ۳-۹- آزمایش شماره ۹: آشنایی با غلظت‌ها و ساختن محلول |
| ۱۱۰ | ۳-۱۰- آزمایش شماره ۱۰: مطالعه تغییرات pH هنگام خنثی شدن اسیدها و بازها |
| ۱۱۲ | ۳-۱۱- آزمایش شماره ۱۱: اندازه‌گیری حجمی (تیتراسیون) اسیدسنجی - بازسنجی |
| ۱۱۵ | ۳-۱۲- آزمایش شماره ۱۲: تیتراسیون اکسایش - کاهش (منگانومتری) |
| ۱۱۸ | ۳-۱۳- آزمایش شماره ۱۳: تیتراسیون اکسایش - کاهش (یدومتری) |
| ۱۲۱ | ۳-۱۴- آزمایش شماره ۱۴: تعیین و محاسبه سختی آب |
| ۱۲۶ | ۳-۱۵- آزمایش شماره ۱۵: بررسی اثر کاتالیزور در سرعت واکنش |
| ۱۲۸ | ۳-۱۶- منابع |

فصل ۴: آزمایشگاه شیمی عمومی ۲

| | |
|-----|-----------------------------|
| ۱۳۱ | ۴- مقدمه |
| ۱۳۶ | ۴-۱- شناسایی گروه نقره |
| ۱۴۴ | ۴-۲- شناسایی گروه مس-ارسنیک |
| ۱۵۵ | ۴-۳- شناسایی گروه آهن-روی |
| ۱۶۲ | ۴-۴- شناسایی گروه روی |
| ۱۷۰ | ۴-۵- گروه کلسیم-باریم |
| ۱۷۶ | ۴-۶- گروه قلیایی‌ها |
| ۱۸۱ | ۴-۷- شناسایی گروه آنیون‌ها |
| ۱۸۷ | ۴-۸- پرسش‌ها |
| ۱۹۱ | ۴-۹- منابع |

پیوست

| | |
|-----|---|
| ۱۹۳ | طرز ساخت معرف‌های شیمیایی در آزمایشگاه‌های شیمی |
|-----|---|

فصل اول

نکات کلی ایمنی در آزمایشگاهها

۱- نکات کلی ایمنی مربوط به کار در آزمایشگاه‌ها

۱-۱- مقدمه

آزمایشگاه‌های شیمی با وجود خطرهای بالقوه موجود، لزوماً مکان‌های خطرناکی نیستند، به شرط آن که کارکنان آن برخی نکات ابتدایی را رعایت کنند و رفتاری معقول داشته باشند. در آزمایشگاه شیمی کار هر چه باشد، تعیین سرپرست برای آن الزامی است. البته رعایت احتیاط و ایمنی مسئولیت هر شخصی است که در آزمایشگاه کار می‌کند. در صورتی که در ایمنی آزمایش پیشنهاد شده‌ای تردید باشد بهتر است به جای این امید که همه چیز درست از آب در خواهد آمد از راهنمایی‌های فردی با تجربه استفاده شود. همه کارکنان باید نسبت به کار خود مسئول باشند و از بی‌خیالی، ندانم‌کاری و عجله که می‌تواند به تصادف یا صدمه به خود یا دیگران منجر شود، پرهیز کنند.

آنها باید همواره از آنچه در اطرافشان می‌گذرد و خطرهای ممکن که چه در ارتباط با کار دیگران و چه در ارتباط با آزمایش‌های خودشان موجود است، آگاه باشند حوادث آزمایشگاهی اغلب به آن جهت رخ می‌دهد که برای به دست آوردن نتیجه بیش از حد عجله می‌شود. لذا، کارکنان آزمایشگاه باید در مورد کاری که انجام می‌دهند برخوردی عاقلانه، با احتیاط و منظم داشته باشند. به ویژه تمرکز در کار و حواس پرت نبودن توصیه می‌شود.

به همین طریق حواس پرتی دیگران را نیز باید تذکر داد. در مورد آزمایش‌ها و عملیات رایج باید توجه داشت که آشنایی زیاد باعث کم‌شدن احتیاط نشود و با این احساس که «برای من اتفاقی نخواهد افتاد» مبارزه شود.

۱-۲- رعایت مقررات ایمنی

الف) پوشیدن روپوش سفید

هیچ کس نباید در آزمایشگاه بدون روپوش سفید بلند اجازه کار داشته باشد. رنگ سفید به دلیل اینکه لکه‌ها و مواد شیمیایی ریخته‌شده بر روی آن به خوبی دیده می‌شود ارجح است.

ب) زدن عینک

علاوه بر این همه کارکنان، از جمله بازدیدکنندگان باید تمام وقت از عینک یا پوشش چشمی مناسب به منظور محافظت چشم‌ها و قسمت فوقانی صورت، استفاده کنند. همچنین، از عینک‌های طبی ایمنی و عدسی‌های درون چشمی نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد. گفتمنی است که به هنگام حادثه عینک‌های ایمنی معمولی در مقابل قطعات پرتاب‌شده درجات

حفاظتی متغیری دارند، اما در مقابل پاشیده شدن مایعات داغ و خورنده و سمی و گازها، محافظت آنها بسیار اندک است. به هر حال، در صورت پاشیده شدن مواد شیمیایی به درون چشم، اولین قدم، شست‌وشوی کامل چشم‌ها با آب تمیز می‌باشد. عدسی‌های درون چشمی مانع از شسته شدن مؤثر چشم‌ها می‌شوند و برداشتن آنها باید زیر نظر پزشک مجرب صورت گیرد. در صورت انجام آزمایش‌ها یا عملیاتی که احتمال خطر داشته باشند، استفاده از محافظ چشم چسبان یا ترجیحاً نقابی که تمام صورت را بپوشاند توصیه می‌شود.

ج) استفاده از دستکش پلاستیکی

در هنگام کار با مواد شیمیایی از دستکش‌های پلاستیکی یک‌بار مصرف استفاده شود و دقت شود که آنها سوراخ نباشند.

د) استفاده از ماسک

بهتر است در تمامی آزمایش‌هایی که با واکنش‌گرها و یا حلال‌های سمی و قرار سروکار دارند از ماسک مناسب استفاده شود و آزمایش‌های مورد نظر زیر هود مناسب انجام گیرند.

۳-۱- رفتار در آزمایشگاه

به جز در موارد اضطراری، دویدن یا فعالیت بیش از حد شتاب‌زده در آزمایشگاه و اطراف آن و همچنین شوخی کردن و رفتارهای غیر مسئولانه ممنوع است. خوردن، آشامیدن و سیگار کشیدن نیز باید در آزمایشگاه ممنوع باشد. این امر از جذب مواد سمی جلوگیری می‌کند و ممنوعیت سیگار کشیدن، مانع از آتش‌سوزی می‌شود.

۴-۱- رعایت نظم و نظافت

نظم و ترتیب همراه با نکات کلی ایمنی دیگر، عامل عمده‌ای در ایمنی آزمایشگاه است، آزمایشگاه باید همیشه تمیز و مرتب نگه داشته شود.

راه‌های عبور اطراف و میان میزها و نزدیک درهای خروجی نباید با دستگاه‌ها و وسایل اشغال شده باشد. کفپوش‌ها باید در شرایطی باشند که مانع از لیز خوردن و افتادن شوند. هرگونه آلودگی زمین یا میزها باید فوراً تمیز شود.

با توجه به میز کار آزمایشگر، می‌توان درباره مهارت او نظر داد. میز باید همیشه تمیز و خشک باشد. وسایلی که مورد استفاده نیستند، باید در قفسه‌ای که زیر میز است نگهداری شوند. در