بسم الله الرحمن الرحیم

آزمایشگاه شیمی عمومی با تأکید بر ایمنی

تألیف و گردآوری:

دکتر اعظم انارکی فیروز

دانشیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

مهندس آرزو واعظ نائینی

کارشناس مسؤول آزمایشگاه شیمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

سر شناسنامه	:	**انارکی فیروز، اعظم، ۱۳۵۸-**
عنوان و نام پدید آور	:	**آزمایشگاه شیمی عمومی با تأکید برایمنی/ تألیف و گردآوری اعظم انارکی فیروز، آرزو واعظ نائینی؛ ویراستار علمی اعظم انارکی فیروز؛ ویراستار ادبی نیره فیروزی.**
مشخصات نشر	:	**تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، ۱۳۹۳.**
مشخصات ظاهری	:	**ح، ۲۰۵ ص.: مصور (رنگی)، جدول.**
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۴-۰۳-۳
وضعیت فهرست نویسی	:	**فیپا**
یادداشت	:	**کتابنامه.**
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 /۱۸الف آ۴ ۱۳۹۳**
رده بندی دیویی	:	**۵۴۲/۱**
شماره کتابشناسی ملی	:	**۳۵۴۶۱۸۶**

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

عنوان	:	آزمایشگاه شیمی عمومی با تأکید بر ایمنی
تألیف و گردآوری	:	دکتر اعظم انارکی فیروز، دانشیار دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، مهندس آرزو واعظ نائینی (کارشناس مسؤول آزمایشگاه شیمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی)
ویراستار علمی	:	دکتر اعظم انارکی فیروز
ویراستار ادبی	:	نیره فیروزی
نوبت اول	:	تابستان ۱۳۹۳
نوبت چهارم	:	پاییز ۱۴۰۱
انتشارات	:	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
لیتوگرافی و چاپ	:	نگین سبز - برهان
طراح جلد	:	دکتر اعظم انارکی فیروز
ناظر چاپ	:	محمد معتمدی نژاد
کارشناس و صفحه‌آرا	:	نیره فیروزی
شمارگان	:	۱۰۰ جلد
قیمت	:	۱۱۰.۰۰۰ تومان
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۴-۰۳-۳ ISBN: 978-600-6594-03-3

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

نشانی: تهران، لویزان – کد پستی ۱۶۷۸۸-۱۵۸۱۱ – صندوق پستی ۱۶۳ – ۱۶۷۸۵ – تلفن: (۲۶۳۲) ۹ – ۲۲۹۷۰۰۶۰، ۲۲۹۷۰۰۷۰، نمابر: ۲۲۹۷۰۰۰۳، پست الکترونیکی: publish@sru.ac.ir، وب سایت: http://publish.sru.ac.ir

پیشـــگفتار

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 علومی 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

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

۱-۲۲- برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) ۳۷
۱-۲۳- دستورالعمل‌های اجرایی استاندارد (SOP) ۴۳
۱-۲۴- نکات قابل توجه در ارتباط با مواد شیمیایی ۴۳
۱-۲۵- منابع ۴۸
فصـــل ۲: کاربرد وسایل آزمایشگاه شیمی و آشنایی با گزارش‌نویسی آزمایش
۲- آشنایی با وسایل آزمایشگاه و نحوه کارکرد آنها ۵۱
۲-۱- چراغ گاز آزمایشگاه (بونزن) ۵۱
۲-۲- ترازوی آزمایشگاهی ۵۲
۲-۳- بوته چینی (کروزه چینی) ۵۴
۲-۴- دماسنج مایعی ۵۵
۲-۵- قطره چکان ۵۶
۲-۶- شیشه ساعت ۵۷
۲-۷- قیف شیشه‌ای ۵۷
۲-۸- قیف جداکننده ۵۸
۲-۹- بالن ۵۹
۲-۱۰- استوانه مدرج ۶۰
۲-۱۱- بشر ۶۱
۲-۱۲- اسپاتول ۶۲
۲-۱۳- بورت ۶۳
۲-۱۴- ارلن ۶۴
۲-۱۵- ارلن خلأ ۶۵
۲-۱۶- قیف بوخنر ۶۵
۲-۱۷- کپسول چینی ۶۶
۲-۱۸- هاون چینی ۶۶
۲-۱۹- دسیکاتور ۶۷
۲-۲۰- پوار (مکنده پلاستیکی) ۶۹
۲-۲۰- پیپت ۶۹
۲-۲۲- پیکنومتر ۷۱

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

فصـــل ۳: آزمایشگاه شیمی عمومی ۱

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

فصـــل ۴: آزمایشگاه شیمی عمومی ۲

۴- مقدمه **۱۳۱**

۴-۱- شناسایی گروه نقره ۱۳۶

۴-۲- شناسایی گروه مس- ارسنیک ۱۴۴

۴-۳- شناسایی گروه آهن- روی ۱۵۵

۴-۴- شناسایی گروه روی ۱۶۲

۴-۵- گروه کلسیم- باریم ۱۷۰

۴-۶- گروه قلیایی‌ها ۱۷۶

۴-۷- شناسایی گروه آنیون‌ها ۱۸۱

۴-۸- پرسش‌ها ۱۸۷

۴-۹- منابع ۱۹۱

پیـــوست

طرز ساخت معرف‌های شیمیایی در آزمایشگاه‌های شیمی ۱۹۳

فصـــل اول

نکات کلی ایمنی در آزمایشگاه‌ها

۱– نکات کلی ایمنی مربوط به کار در آزمایشگاه‌ها

۱–۱– مقدمه

آزمایشگاه‌های شیمی با وجود خطرهای بالقوهٔ موجود، لزوماً مکان‌های خطرناکی نیستند، به شرط آن‌که 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 درخواهد آمد از راهنمایی‌های فردی با تجربه استفاده شود. همهٔ 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 ممکنی 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 دست‌آوردن 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 حواس‌پرت نبودن توصیه می‌شود.

به همین طریق حواس‌پرتی 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

علاوه‌بر این همهٔ 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. گفتنی است که به هنگام حادثه عینک‌های ایمنی معمولی در مقابل قطعات پرتاب‌شده درجات

حفاظتی متغیری دارند، اما در مقابل پاشیده‌شدن مایعات داغ و خورنده و سمی و گازها، محافظت آنها بسیار اندک است. به هرحال، 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 قّرار سروکار دارند از ماسک مناسب استفاده شود و آزمایش‌های مورد نظر زیر هود مناسب انجام گیرند.

۱–۳– رفتار در آزمایشگاه

به جز در موارد اضطراری، دویدن یا فعالیت بیش از حد شتاب‌زده در آزمایشگاه و اطراف آن و همچنین شوخی‌کردن 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.

۱–۴– 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 دربارهٔ 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