



آزمایشگاه را سبز کنیم

افسانه تقوافر

اشاره

سلامتی جهان امروز، تحت تأثیر فعالیت‌های شیمیایی است. بنابراین دانستن زبان‌های مواد شیمیایی برای زندگی ما از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای نمونه، می‌توان بسیاری از مواد دورریز شیمیایی خطرناک را که در آزمایشگاه‌ها تولید می‌شود، با استفاده از روش‌های آسان و مناسب به مواد غیرسمی تبدیل کرد. همچنین ضایعات شیمیایی را می‌توان با روش‌های درست جمع‌آوری و به محل دفن انتقال داد. این اقدامات باید به روشی انجام گیرند که با مقررات محیط زیستی سازگار باشد. این مقاله به چگونگی دفع درست مواد زائد شیمیایی می‌پردازد که در محیط آزمایشگاه مراکز آموزشی (مدرسه، دانشگاه و...) تولید می‌شود.

کلیدواژه‌ها: محیط زیست، آزمایشگاه شیمی، مواد دورریز، ایمنی، بهداشت

جمع‌آوری و دفع مواد زائد

برای جمع و دفع درست مواد زائد شیمیایی گام‌هایی به شرح زیر توصیه شده است.

۱. برنامه‌ریزی

پیش از آغاز آزمایش، باید مواد زائد یا فراورده‌هایی که در جریان آن تولید می‌شوند مشخص شوند.

۲. بازگردانی و استفاده دوباره

آزمایش‌ها باید تا حد ممکن چنان طراحی شوند که بتوان از فراورده‌های آن‌ها به‌عنوان مواد اولیه در آزمایش‌های دیگر

استفاده کرد یا برای انجام همان آزمایش مورد بازگردانی قرار داد.

۳. جداسازی و برچسب زدن مواد زائد

مواد زائدی که برای سوزاندن یا دفن کردن جمع می‌شوند، باید جدا شوند و روی آن‌ها برچسب زده شود. برای نمونه، حلال‌های هالوژن‌دار مانند کلروفرم، کربن تتراکلرید و دی‌کلرومتان را می‌توان با هم مخلوط کرد و با عنوان «حلال‌های هالوژن‌دار» برچسب زد. برای مواد آتش‌گیر بدون هالوژن مانند اتر، نفت، دی‌اتیل اتر و تولوئن نیز باید آن‌ها را در ظرفی با پوشش عایق با هم مخلوط کرد و با عنوان «حلال‌های بدون هالوژن» برچسب زد. سپس این

مواد با توجه به مقررات شرکت تولیدکننده آن‌ها جمع‌آوری می‌شود.

۴. دفع سریع پس از جمع‌آوری

مواد زائد نباید انباشته شوند بلکه پس از انجام یک آزمایش بی‌درنگ باید دفع آن‌ها اجرا شود. انباشته شدن مواد زیان‌آور، به ویژه وقتی برچسب ندارند، خطرناک است و دور انداختن بی‌خطر آن‌ها را بسیار دشوار می‌کند.

دفع مواد شیمیایی

پیش از اجرای شیوه‌های عمومی برای دفع مواد زائد، باید به وسایل ایمنی مانند عینک ایمنی، دستکش و روپوش آزمایشگاهی مجهز شوید. دفع درست دورریز برخی مواد پرکاربرد در آزمایشگاه شیمی به شرح زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سدیم

این فلز به شدت با آب ترکیب و باعث انفجار می‌شود. شعله حاصل از فلز سدیم، موضعی و بسیار داغ است و باید آن را با ماسه یا خاموش‌کن گردی خاموش کرد. از خاموش‌کن کربن تتراکلرید یا کربن دی‌اکسید نباید استفاده شود؛ زیرا فلزهای قلیایی سدیم، پتاسیم به ویژه لیتیم (همچنین آلومینیم و منیزیم) به حالت گرد، در مقابل ترکیب‌های آلی هالوژن‌دار، مانند حلال‌های کلردار به شدت واکنش پذیرند. پس تکه یا تراشه‌های این فلزها را نباید با حلال‌های هالوژن‌دار شست؛ زیرا انفجار شدیدی روی خواهد داد.

سدیم گاهی با لایه ضخیمی از هیدروکسید یا اکسید پوشیده شده است. در این حال باید آن را با ۲- پروپانول پوشاند و در کناری گذاشت و گاهی آن را هم زد. تکه‌های خشک کوچک سدیم و لیتیم را می‌توان به بوتانول افزود و به این شیوه از بین برد. هنگام این کار باید از عینک ایمنی استفاده شود و واکنش باید زیر هواکش انجام گیرد.

پتاسیم

پتاسیم خطرناک‌ترین فلز قلیایی است که آتش گرفتن آن، با تخریب شیمیایی زیاد روی می‌دهد. این عنصر به‌طور سطحی اکسید می‌شود و لایه‌های نازک اکسید تشکیل می‌دهد که ممکن است به هنگام کار منفجر شود. سطح فلز پتاسیمی که در روغن نگهداری می‌شود نیز به‌طور سطحی اکسید می‌شود و تراشیدن لایه اکسید با چاقو می‌تواند سبب انفجار شود.

پتاسیم را به ترشیوبوتیل الکل خشک، به آرامی بیفزایید. اگر سرعت مخلوط واکنش کند است، باید از مقدار الکل بیشتری استفاده کنید. وقتی تمام فلز وارد الکل شد، مخلوط را با آب رقیق کنید و پس از خنثی‌سازی دور بریزید. نمونه‌های پتاسیم را - که با لایه ضخیمی از اکسید پوشیده شده است - می‌توان با افزودن مقدار زیادی ۲- پروپانول از بین برد.

منیزیم

به اندازه ۱g تراشه منیزیم را در ۲۰۰ mL آب بریزید و به آرامی و با هم زدن، ۵ mL هیدروکلریک اسید پنج درصد به آن بیفزایید. مخلوط را ۲۴ ساعت در دمای اتاق به حال خود بگذارید و سپس با مقدار زیادی آب در دست‌شویی بریزید. گرد منیزیم را می‌توان به این روش از بین برد اما از آنجا که هنگام افزودن اسید رقیق، واکنش بسیار شدیدی روی می‌دهد، باید مخلوط منیزیم و آب را در حمام یخ، سرد کرد.

جیوه

ترکیب‌های دارای جیوه به یکی از این سه شکل شیمیایی جیوه عنصری، نمک‌های معدنی و ترکیب‌های آلی یافت می‌شوند که به ترتیب سمیت آن‌ها افزایش می‌یابد. جیوه از راه ریه جذب می‌شود و بخار آن بسیار خطرناک است. جیوه در برابر دستگاه عصبی به عنوان یک سم باعث لرزش، تحریک‌پذیری، جنون، کوری و مرگ می‌شود. تنها راه مؤثر برای جلوگیری از مسمومیت با جیوه، پیشگیری از تماس با آن است.

به طور کلی نمک‌های جیوه (II) از جیوه (I) سمی‌ترند. ترکیب‌های مایع و آلی جیوه - که از راه تنفس یا پوست به شدت جذب می‌شوند - سمی و خطرناکند اما مواد جامد آلی جیوه‌دار، سمیت کمتری دارند.

عنصر جیوه به راحتی تبخیر می‌شود و بخار آن به شدت سمی است. سطح جیوه هرگز نباید در برابر هوا قرار گیرد و باید حتماً با آب پوشیده شود. لازم است هرگونه کار با جیوه زیر هواکش انجام گیرد و برای جمع‌آوری قطره‌های ریخته شده این فلز از سینی استفاده شود. گفتنی است محل آلوده شده با بخار جیوه را باید با خمیر گوگرد و آهک پوشاند.

مخلوط خاک اره-روی ماده مناسبی برای پوشاندن قطره‌های جیوه و جمع‌آوری آن‌ها از حفره‌ها و شکاف‌های سطح است. بخار جیوه در خلل و فرج ذره‌های خاک اره نفوذ می‌کند و بر سطح گرد روی موجود در مخلوط می‌نشیند. تکه‌های بزرگ جیوه بایستی به صورت مکانیکی جمع‌آوری شود و با تخمین زدن جرم باقی‌مانده، مخلوط خاک اره - روی را به نسبت تقریبی ۱:۲۰ به آن افزود. خاک اره - روی باید به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه روی سطح بماند. سپس آن‌ها را از سطح، جارو کرد، به طوری که هیچ اثری از آن باقی نماند. این مواد را در کیسه پلاستیکی ریخته، در آن را با گره زدن بسته ببندید و با علامت‌گذاری مناسب در ظرف دیگری قرار می‌دهیم تا به طور مناسب از بین برده شود. ابزاری که برای رفت و روب به کار رفته است، باید در کیسه پلاستیکی در بسته نگهداری شود تا در موارد بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

رفع مسمومیت ناشی از ترکیب‌های جیوه

۱. بیمار را به استراحت وادار کنید.
۲. خوردن شیر، سفیده تخم مرغ یا یک قاشق آلومین در آب سرد

مواد دورریز شیمیایی نباید انباشته شود بلکه لازم است پس از انجام آزمایش بی‌درنگ و به روش مناسب دفع شود



۳. یک قاشق چایخوری سدیم تیوسولفات در ۲۳۶ میلی لیتر آب بریزید و به بیمار بدهید.

کلر

کلر با هیدروژن یا هیدروکربن در نور، واکنش انفجاری دارد. همچنین می‌تواند سبب آتش گرفتن سریع اثر معمولی شود و بر بسیاری از ترکیب‌ها مانند دی بوران‌ها و ترشیوبوتیل الکل به شدت اثر کند.

کلر و برم پس از ورود به محلول قلیایی رقیق، هیپوهالوژنیت تشکیل می‌دهند. هیپوهالوژنیت به‌عنوان محلول سفیدکننده کاربرد دارد. همچنین می‌توان سمیت آن را به کمک واکنش با سدیم تیوسولفات زدود. محلول واکنش را با مقدار کافی آب شست و شو می‌دهند و تخلیه می‌کنند.

فلوئور

فلوئور بر بسیاری از مواد، به شدت اثر می‌کند به طوری که برم و ید در حضور فلوئور، حتی در دمای اتاق آتش می‌گیرند. همچنین با آب و برخی حلال‌های آلی مانند کربن تتراکلرید، کلروفرم، هگزان و ... واکنش انفجاری دارد.

این گاز را می‌توان با سدیم بیکربنات جامد یا زغال چوب در صافی جامد واکنش داد. هیدروژن فلوئورید سمی و محلول‌های آبی آن را، با شیر آهک در $\text{pH}=12$ ، به‌صورت کلسیم فلوئورید نامحلول، بی‌اثر می‌کنند. برای این کار باید جدیدترین روش‌های ایمنی را به کاربرد و از بطری‌های اتیلنی به‌عنوان ظرف واکنش استفاده کرد.

تری اکسید گوگرد

بهترین راه سم‌زدایی این گاز، انتقال آن به داخل سولفوریک اسید غلیظ است. اولتوم تشکیل شده را، قطره قطره به مخلوط آب و یخ اضافه کنید. محلول‌های حاصل را می‌توان به دقت با سود سوزآور خنثی و با مقدار زیادی آب در دستشویی تخلیه کرد.

گوگرد دی اکسید

این گاز را می‌توان با سود سوزآور جذب کرد و با مقدار زیادی آب در دستشویی شست و تخلیه کرد.

پتاسیم پرمنگنات

پتاسیم پرمنگنات در pH اسیدی، بازی، خنثی، به‌عنوان اکسنده‌ای قوی در برابر برخی ترکیب‌های آلی، عمل می‌کند. این ماده حتی به حالت جامد می‌تواند اتیلن گلیکول، گلیسرین، استیک اسید و استیک انیدرید را هم شعله‌ور کند. افزودن سولفوریک اسید غلیظ به محلول پتاسیم پرمنگنات با تشکیل پرمنگنیک اسید، به انفجار می‌انجامد.

برای دفع دورریزهای این ماده ۵ g پتاسیم پرمنگنات را در ۲۰۰ mL محلول یک مولار سدیم هیدروکسید بریزید و به آن به مقدار ۱۰ g سدیم متابی سولفیت بیفزایید. رنگ ارغوانی مخلوط باید از بین برود، و گرنه باید سدیم متابی سولفیت بیشتری اضافه کنید. پس از ۳۰ دقیقه هم‌زدن، آن را با ۲۰۰ mL آب رقیق کنید و پس از صاف کردن دور بریزید. اکسنده باقی مانده را با افزودن چند قطره مایع زیر صافی به چند قطره محلول پتاسیم یدید با غلظت ۱۰ درصد آزمایش کنید. مخلوط را با هیدروکلریک اسید یک مولار اسیدی کنید و یک قطره محلول نشاسته به‌عنوان شناساگر به آن بیفزایید. رنگ آبی پررنگ مربوط به وجود اکسنده است. در این صورت، این دستور کار را دوباره اجرا کنید تا رنگ آبی این آزمون دیده نشود.

سم‌زدایی آزمایشگاه از گازها

گازهای کاهنده: سم‌زدایی این گازها با استفاده از کلسیم هیپوکلریت انجام می‌شود.

گازهای اکسنده: این گازها به درون یک عامل کاهنده مانند Na_2SO_3 هدایت می‌شوند.

* منابع

1. Warner, J. Green chemistry: Theory and practice, Oxford university, 1998.
2. Muller. K. R., Chemical Waste, Handling and Treatment, 1986.
3. Li, E and etal *Journal of Chemical Education*, January 2003 .
4. Safety in the Chemical Laboratory, Vol 4, Vol 3.
5. *Journal of Chemical Education*, November, 1994.
6. *Journal of Chemical Education*, January, 1991.

جدول ۱ پاک سازی سریع مواد شیمیایی خورنده محیط‌های آزمایشگاه

روش پاک سازی	مواد شیمیایی
از سدیم بی کربنات استفاده کنید. با یک اسفنج یا ابر ماده جذب می شود.	اسیدها، مواد آلی
از سدیم بی کربنات یا کلسیم اکسید استفاده کنید سپس با یک اسفنج یا ابر ماده را جمع کنید (این روش فقط بر HF بی اثر است).	اسیدها، مواد غیر آلی
از آب استفاده نکنید. به وسیله شن یا سدیم بی کربنات جمع آوری و جذب ماده را انجام دهید.	اسید کلریدها
با یک ابر یا اسفنج ماده را جذب و جمع آوری کنید.	آلدهیدها
از سدیم بی سولفیت استفاده کنید و با یک ابر یا اسفنج ماده را جذب و جمع آوری کنید	آمین های آلیفاتیک
با یک ابر یا اسفنج ماده را جذب و جمع آوری کنید. از تماس پوستی یا تنفس آن بپرهیزید.	آمین های آروماتیک، آمین های آروماتیک هالوژن دار
با اسید یا خنثی کننده های شیمیایی خنثی کنید و با یک ابر یا اسفنج جذب و جمع آوری کنید.	بازها (قلیایها)
با یک ابر یا اسفنج ماده را جذب و جمع آوری کنید.	کربن دی سولفید (آتشگیر و سمی)
با یک ابر یا اسفنج ماده را جذب و جمع آوری کنید. از تماس پوستی یا تنفس آن بپرهیزید.	کلروهیدرین ها
با یک ابر یا اسفنج، ماده را جذب و جمع آوری کنید.	هیدروکربن های هالوژن دار
از سدیم بی کربنات استفاده کنید.	هالیدها (آلی یا غیر آلی)
از سدیم بی سولفیت استفاده کنید.	اکسنده ها
از سدیم بی کربنات استفاده کنید.	کاهنده ها