



.....
سرشناسه :
عنوان و پدیدار آور :
مشخصات نشر : تهران : دعوت،
۱۳۸۷.
مشخصات ظاهري :
شابك :
وضعیت فهرستنویسی : فیپا .
موضوع :
موضوع :
شناسه افزوده :
رده بندی کنگره :
رده بندی دیویی :
شماره کتابخانه ملی :

.....



آزمایشگاه سبز؛ از آرزو تا عمل



آزمایشگاه سبز؛ از آرزو تا عمل
جواد صفری
رمضان شریفی جندانی

اماده سازی: مهندس زهره زرنگار
ناظر چاپ: محمدعلی حیدری
چاپ و صحافی: الهادی
چاپ اول: ۱۳۸۷
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت: ۳۵۰۰ تومان

جواد صفری

(عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان)

مهندس رمضان شریفی جندانی

شابك: ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۰۹-۲۷-۸

© حقوق چاپ و نشر محفوظ است

نشر دعوت؛ تهران ۸۸۳۳۴۰۹۴ کاشان ۴۴۵۵۸۰۳ همراه
۰۹۱۳۲۷۶۳۶۶۸

www.davatpub.com Email: info@davatpub.com

۲۱	منیزیم
۲۱	فسفر قرمز
۲۲	فسفر سفید
۲۲	جیوه
۲۳	جمع‌آوری و بازیابی جیوه
۲۵	مقابله با مسمومیت ناشی از ترکیب‌های جیوه
۲۵	سرب
۲۶	طریقه‌ی دفع نمک‌های سرب
۲۶	نمک‌های محلول کادمیم
۲۷	نمک‌های محلول آنتیموان
۲۸	بازیابی ضایعات نیکل
۲۸	پتاسیم پرمنگنات
۲۹	نقره‌نیتريد
۳۰	نقره‌نیترات
۳۰	تهیه‌ی فولمینیک‌اسید
۳۱	بازیابی ضایعات نقره
۳۲	سدیم‌آمید
۳۳	هیدریدهای فلزی
۳۳	سدیم‌هیدرید، پتاسیم‌هیدرید
۳۳	سدیم‌بوروهیدرید
۳۴	سدیم‌سیانوبوروهیدرید
۳۵	عوامل اکسنده‌ی قوی
۳۶	انواع اسیدها
۳۶	پیکریک‌اسید
۳۶	اگزالیک‌اسید
۳۶	کرومیک‌اسید
۳۸	هیدروژن سیانید

فهرست

۱۰	پیش‌گفتار
۱۱	مقدمه
۱۳	اولویت روش‌های دفع زواید شیمیایی
۱۳	قواعد عمومی برای جمع‌آوری ضایعات شیمیایی
۱۴	شیوه‌های عمومی برای دفع ضایعات شیمیایی
۱۴	دفع مواد توسط آب
۱۵	خنثی‌کردن اسید - باز
۱۶	کاستن حجم محلول‌های رقیق نمک‌های معدنی
۱۶	بازگردانی حلال
۱۶	واکنش‌های ویژه‌ی دوراندازی
۱۶	راه‌های ورود مواد سمی به بدن
۱۷	جذب
۱۷	استنشاق
۱۷	جذب مستقیم
۱۸	مواد سرطان‌زا
۱۸	آمین‌های آروماتیک و هیدرازین‌های استخلاف‌شده
۱۹	ترکیب‌های N - نیتروزو
۱۹	عوامل آلکیل‌دارکننده
۱۹	هیدروکربن‌های آروماتیک تک‌حلقه‌ای و چندحلقه‌ای
۲۰	دفع مواد
۲۰	سدیم
۲۱	پتاسیم

۳۹	سولفوریک اسید	۵۸	کربن مونوکسید
۳۹	هیدروفلوئوریک اسید و هیدروژن فلئورید	۵۸	هیدروکربن های گازی
۳۹	سیانیدهای محلول	۵۸	هیدروژن سولفید
۴۰	چگونگی تأیید اتمام یون سیانید	۵۸	هیدروژن سلنید
۴۰	پراکسید	۵۹	آرسین
۴۱	آب اکسیژنه	۵۹	استیین
۴۱	فسژن در تولوئن	۵۹	فسفین
۴۲	تری فسژن	۵۹	دی بوران
۴۲	هیدرازین	۶۰	مونوسیلان
۴۳	دفع ضایعات هیدرازین	۶۰	بخار جیوه
۴۴	ترکیب های گوگردار	۶۰	چند روش برای تخریب مواد شیمیایی خطرناک
۴۶	بنزن سولفونیل کلرید و پاراتولوئن سولفونیل کلرید	۶۲	معرفی روش های تخریب
۴۷	کمپلکس بوران - THF	۶۲	تخریب دی متیل سولفات و دی اتیل سولفات
۴۷	بوتیل لیتیم	۶۲	تخریب متیل متان سولفونات، اتیل متان سولفونات و ...
۴۹	لیتیم آلومینیوم هیدرید	۶۳	تخریب N-متیل اورتان، متیل کربامات و اورتان
۵۰	ترکیب های آلی فلزی	۶۳	تخریب β - پروپیولاکتون و سیکلوسرین
۵۰	بنزن	۶۴	بحث و نتیجه گیری
۵۱	نمک های پرکلرات	۶۴	آیا می دانید ...
۵۲	جانشین پرکلرات ها	۶۷	ایمنی کار با کپسول های گاز
۵۳	سم زدایی و تخریب گازهای سمی در آزمایشگاه	۶۹	تازه های شیمی
۵۳	کلر	۶۹	روشی جدید برای از بین بردن مواد سمی
۵۳	فلئور	۷۰	دفع ضایعات مخلوط های بی فنیل چندکلردار
۵۴	فسژن	۷۱	ضمیمه ی ۱: حد آستانه ی برخی مواد شیمیایی خطرناک
۵۵	تری اکسید گوگرد	۷۱	جامدهای بسیار سمی
۵۵	گوگرد دی اکسید	۷۱	گازهای سمی خطرناک
۵۵	هیدروژن سیانید	۷۲	مایعات سمی خطرناک و تحریک کننده
۵۸	سیانوزن کلرید	۷۳	آلکیل برمیدها و کلریدها

۷۴	آمین‌های آروماتیک و آلیفاتیک
۷۴	فنول‌ها و ترکیب‌های نیتروآروماتیک
۷۵	ضمیمه‌ی ۲: کلاپس و شک
۷۶	ضمیمه‌ی ۳: دفع پسماندهای مواد شیمیایی خورنده
۷۸	فهرست منابع
۷۹	معرفی کتاب‌های منتشرشده

پیش‌گفتار

استفاده‌ی پایدار از مواد شیمیایی به منظور تأمین اهداف اقتصادی و اجتماعی جامعه‌ی جهانی، امری اساسی و ضروری است. نیازهای روزمره‌ی بشر موجب گردیده که کاربرد این مواد روزبه‌روز گسترده‌تر و وسیع‌تر گردد. اما دفع ضایعات آن‌ها نیز مسأله‌ی مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

در این کتاب سعی شده است تا ترکیب‌های شیمیایی خطرناک معرفی شود و چگونگی دفع ضایعات آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گیرد تا آزمایشگاه شیمی، به آزمایشگاهی سبز برای سرسبزی و طراوت پژوهش تبدیل شود.

این اثر حاصل تلاش دسته جمعی عزیزانی است که لازم می‌دانم از همه‌ی آن‌ها تشکر و قدردانی نمایم. از معاونت پژوهشی و فن‌آوری دانشگاه کاشان که در چاپ این کتاب همکاری لازم را نمودند، سپاسگزاری می‌نمایم.

جواد صفری

عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان

مقدمه

ما در دنیایی زندگی می‌کنیم که تا حد بسیار زیادی تحت تأثیر فعالیت شیمیدانان است. بنابراین توجه به خطراتی که مواد شیمیایی برای انسان و زندگی او دارد، ضروری و دارای اهمیت ویژه‌ای است. همیشه در آزمایشگاه‌های شیمی مقدار زیادی پسماند مواد شیمیایی تولید می‌شود که باید با روش‌های بی‌خطر دفع شوند. سرپرستان چنین آزمایشگاه‌هایی باید با خطرات و روش‌های دفع این ضایعات آشنایی داشته و موظف به اجرای دفع ضایعات باشند.

به منظور به حداقل رساندن ورود پسماندهای شیمیایی به محیط، هم‌چنین از لحاظ رعایت قوانین رسمی و پیمانی، ضایعات شیمیایی باید جداسازی و برحسب محتویات، برچسب زده شوند.

ما می‌توانیم بسیاری از مواد دورریز شیمیایی خطرناک را، با استفاده از روش‌های آسان و مؤثر به مواد غیررسمی تبدیل کنیم. مطلوب ما، تبدیل این مواد شیمیایی به محصولات بی‌خطر است و یا ضایعات شیمیایی به صورت زباله‌ی معمولی جمع‌آوری شوند یا دست کم آسان‌تر به محل دفن زباله‌ها حمل شوند. البته همه‌ی این اعمال باید به روشی انجام گیرد که با مقررات زیست‌محیطی سازگاری داشته باشد. هدف ما سندیت‌دادن به شرایط دقیق واکنش‌ها است، به طوری که افراد تعلیم‌دیده بتوانند روش‌های مورد نظر را به صورت تکرارپذیر انجام دهند.

۳- جداسازی ضایعات و برچسب‌زنی: ضایعاتی که برای سوزاندن یا دفن کردن جمع‌آوری می‌شوند، باید به‌طور مناسبی جدا و بر ظروف جمع‌آوری آن‌ها برچسب‌های واضحی زده شود. برای مثال، حلال‌های هالوژن‌دار نظیر کلروفرم، کربن‌تتراکلرید و دی‌کلرومتان را می‌توان با هم مخلوط و با برچسب حلال‌های هالوژن‌دار مشخص کرد. همین‌طور حلال‌های آتشگیر غیرهالوژن‌دار نظیر اترنفت، دی‌اتیل‌اتر، تولوئن و متانول را می‌توان در ظرفی که پوشش ضدحریق داشته باشد، مخلوط کرد و بر آن برچسب حلال‌های غیرهالوژن‌دار را زد. این‌گونه ضایعات را باید پیش از ارسال، بنابر مقررات شرکت جمع‌آوری‌کننده، بسته‌بندی کرد و برچسب زد.

۴- دفع سریع ضایعات پس از جمع‌آوری: ضایعات شیمیایی نباید انباشته گردند؛ بلکه باید پس از خاتمه‌ی واکنش، هرچه زودتر دفع شوند. انباشته‌شدن این‌گونه مواد به‌خصوص بدون داشتن برچسب، خطرناک است و راه دوراندازی بی‌خطر آن‌ها را بسیار مشکل می‌کند.

۳- شیوه‌های عمومی برای دفع ضایعات شیمیایی

پیش از اجرای شیوه‌هایی که در زیر آورده می‌شود، باید از وسایل ایمنی شخصی مناسبی نظیر عینک ایمنی، دستکش و روپوش آزمایشگاهی استفاده کرد.

۱-۳- دفع مواد توسط آب

تعدادی از مواد شیمیایی بسیار واکنش‌پذیر را می‌توان از طریق واکنش با آب به روشی بسیار کنترل‌شده تخریب کرد. این ترکیب‌ها شامل فلزهای باریم، کلسیم، استرانسیم و ترکیب‌های کلسیم‌کاربید، کلروتتری‌متیل‌سیلان، دی‌کلرودی‌متیل‌سیلان، متیل‌تری‌کلروسیلان،

۱- اولویت روش‌های دفع زواید شیمیایی خطرناک

شواهد زیادی وجود دارند که نشان می‌دهند روش‌های دفع زواید شیمیایی خطرناک، کامل و بدون عیب و نقص نمی‌باشند و در آینده باید اصلاح شوند. سازمان محیط زیست آمریکا، اولویت روش‌های دفع مواد شیمیایی خطرناک را به ترتیب زیر تعیین کرده است:

۱. حذف یا کاهش مواد زاید در نقطه‌ی تولید

۲. غلیظ‌سازی زواید و جداسازی آن‌ها

۳. مبادله‌ی زواید

۴. بازیابی مواد و انرژی

۵. تصفیه یا سوزاندن در کوره

۶. دفن در زمین

بعضی اوقات از چند روش فوق برای دفع مناسب پس‌مانده‌های شیمیایی خطرناک استفاده می‌شود. در حال حاضر، نگهداری مواد شیمیایی در زیرزمین و سوزاندن در کوره از متداول‌ترین روش‌های دفع این زواید است.

۲- قواعد عمومی برای جمع‌آوری ضایعات شیمیایی از آزمایشگاه

۱- برنامه‌ریزی: پیش از شروع آزمایش، برنامه‌ی بازگرداندن یا دفع مواد اضافی یا محصولات حاصل از آزمایش باید مشخص باشد.

۲- تجدید مصرف یا بازگردانی: آزمایش‌ها باید تا جایی که ممکن است، طوری طرح‌ریزی شوند که محصولات یا به‌عنوان مواد اولیه در آزمایش‌های دیگر به کار روند یا بتوان آن‌ها را برای مصرف در همان آزمایش که بار دیگر انجام می‌شود، بازگردانی کرد.

۳-۳- کاستن حجم محلول‌های رقیق نمک‌های معدنی

وقتی در آزمایشی حجم زیادی از یک محلول رقیق حاوی یون‌های فلزات سنگین ایجاد می‌شود که نمی‌توان آن را در فاضلاب ریخت، باید محلول را در ظرف تبخیر بزرگی (یا ظرف دیگری که سطح وسیعی برای محلول ایجاد کند) ریخت و زیر هود گذاشت تا تبخیر شود و باقی‌مانده را برای دوراندازی بسته‌بندی کرد و برچسب زد.

۳-۴- بازگردانی حلال

اگر در آزمایشی مقدار قابل ملاحظه‌ای از یک حلال مصرف شود، از نظر اقتصادی به صرفه است که آن را در آزمایشگاه در ظرفی که برای این کار علامت‌گذاری شده، جمع‌آوری کرد و برای مصرف مجدد در همان آزمایش، تقطیر کرد. با این روش حلال‌هایی نظیر دی‌کلرومتان، الکل‌ها و اترنفت به خوبی بازیافت می‌شوند. لازم است تقطیر زیر هود انجام شود و باید به خاطر داشت که الکل‌ها و اترنفت آتشگیر هستند.

۳-۵- واکنش‌های ویژه‌ی دوراندازی

بعضی از مواد شیمیایی را می‌توان با اعمال ساده‌ای در آزمایشگاه دفع یا بازگردانی کرد. در برخی واکنش‌ها ترکیب‌های استفاده‌شده به مواد کاملاً بی‌خطری تبدیل می‌شوند و در موارد دیگر، مواد حاصل خطر کم‌تری نسبت به مواد اولیه دارند.

۴- راه‌های ورود مواد سمی به بدن

تعداد بسیاری از ترکیب‌های موجود در آزمایشگاه به‌خصوص آزمایشگاه آلی سمی هستند؛ در نتیجه دقت و ایمنی در کار به منظور جلوگیری از ورود مواد خارجی به بدن، اهمیت به‌سزایی دارد و هر فردی که در آزمایشگاه کار می‌کند، باید با نکات ایمنی آشنا باشد. راه‌های ورود مواد سمی به بدن عبارتند از:

۳-۲- خنثی‌کردن اسید - باز

لینیم آلومینیم‌هیدرید، لیتیم‌هیدرید، پتاسیم‌ترسیوبوتوکسید، سیلیسیم‌تتراکلرید، سدیم‌اتوکسید و سدیم‌متوکسید هستند. در برخی موارد برای ملایم‌کردن واکنش از طریق جذب گرمای تولیدشده، از یخ خردشده (در مورد کلروسولفونیک‌اسید) یا یخ خردشده و آب (در مورد فسفرنتوکسید) استفاده می‌شود.

اسیدهای معدنی رقیق ضایع یا زایدی نظیر هیدروکلریک‌اسید، سولفوریک‌اسید، نیتریک‌اسید و استیک‌اسید را می‌توان با محلول‌های رقیق ضایع یا زاید سدیم‌هیدروکسید، پتاسیم‌هیدروکسید یا باز رقیق دیگری خنثی کرد. باید به محلول‌های رقیق اسید یا باز، آن‌قدر آب افزود تا از نظر قدرت بیش از یک مولار نباشد. آن‌گاه باز را به اسید (در حالی که هم‌زده می‌شوند یا به طریقی خوب مخلوط می‌شوند) به آرامی اضافه می‌کنند. اگر لازم باشد باید در محلول یخ ریخت تا دما زیر ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد نگه‌داشته شود. pH محلول مخلوط‌شده‌ی نهایی باید حدود ۷ باشد و در مقابل تورنسل خنثی شود.

اگر فقط اسید ضایع برای جمع‌آوری وجود دارد، می‌توان آن را تا زیر یک مولار رقیق کرد و سپس سدیم‌کربنات جامد یا محلول ۵ درصد سدیم‌هیدروکسید به آن افزود و خوب مخلوط کرد تا این‌که محلول نسبت به تورنسل خنثی شود. اگر فقط باز ضایع وجود داشته باشد، باید آن را تا زیر یک مولار یا غلظتی در حدود ۵ درصد رقیق کرد و به آرامی هیدروکلریک‌اسید یا استیک‌اسید رقیق (یک مولار) به آن افزود. محلول خنثی را می‌توان در فاضلاب ریخت و با آب شست‌وشو داد.

۵- مواد سرطانزا

بسیاری از ترکیب‌های آلی در انسان تولید غده‌ی سرطانی می‌کنند؛ هرچند ممکن است بیماری تا چند سال قابل تشخیص نباشد. آگاهی از مقررات رایج درباره‌ی استفاده از این ترکیب‌ها در آزمایشگاه‌های پژوهشی و آموزشی، از جانب مسؤولین ایمنی ضروری است. در صورت کار با مواد سرطانزا یا مشکوک به سرطان‌زایی، باید تا حد ممکن از استنشاق بخارها یا آلوده‌شدن پوست جلوگیری کرد. برچسب‌زدن بطری‌ها و ظروف محتوی این ترکیب‌ها لازم است، برچسب‌ها باید شامل اخطارهای مناسب باشند. مواد سرطانزا باید در ظروف دربسته و در صورت امکان در زیر هود نگهداری شوند.

سازمان‌های بهداشتی طبقه‌بندی سه‌گانه‌ای از مواد سرطانزا تهیه کرده‌اند. این سه دسته مواد عبارتند از "سرطانزا برای انسان"، "مشکوک به سرطان‌زایی" و "سرطان‌زای آزمایشی". ساخت و استفاده‌ی مواد دسته‌ی اول منع قانونی دارد. مواد دسته‌ی دوم مشمول محدودیت‌های کنترل هستند و مواد دسته‌ی سوم، آن‌هایی هستند که سخت‌گیری کم‌تری در مورد آن‌ها اعمال می‌شود. خطرناک‌ترین مواد سرطان‌زایی که شناخته شده است و در آزمایشگاه‌ها با آن‌ها سروکار داریم، در این بخش عنوان می‌شوند:

۵-۱- آمین‌های آروماتیک، هیدرازین‌های استخلاف‌شده و مشتق‌های آن‌ها

تمامی این مواد را باید بالقوه سرطانزا در نظر گرفت؛ این دسته موادی هستند که برای متخصص شیمی آلی بزرگ‌ترین خطر محسوب می‌شوند، چون حتی اگر تماس بسیار کم هم باشد، قادر هستند منشأ تشکیل غده گردند. فهرست زیر شامل برخی از زیان‌آورترین مواد است:

۴-۱- جذب (از طریق دهان)

این امر خوشبختانه در آزمایشگاه رایج نیست؛ اما در صورتی که آلودگی با مواد غذایی، نوشابه، دخانیات و یا از طریق استفاده‌ی نادرست از پی‌پت اتفاق افتد، مشکل‌ساز می‌شود. باید از خوردن، نوشیدن یا استعمال دخانیات در آزمایشگاه پرهیز کرد. قراردادن بطری‌های بزرگ شیر و نوشابه در یخچال‌های آزمایشگاهی ممنوع است. علاوه بر ضرر فروبردن دود سیگار، تفکافت بخارهای بسیاری از مواد فرار بر اثر تماس با آتش سیگار یا پیپ، محصولات سمی ایجاد می‌کنند (مثلاً کربن‌تتراکلرید، فشرن می‌دهد) که خطرآفرین هستند.

۴-۲- استنشاق (به درون شش‌ها)

این رایج‌ترین راه جذب مواد شیمیایی سمی به شکل گاز، بخار، گرد و غبار یا ذرات ریز است. تمامی گردهای سمی، مایعات فرار و گازها را فقط باید در زیر یک هود خوب به کار برد. بوکردن بخار ترکیب‌های ناشناخته به منظور شناسایی نیز باید با احتیاط بسیار انجام گیرد.

۴-۳- جذب مستقیم (از طریق پوست به درون جریان خون)

این نیز راه رایجی برای جذب مواد سمی به شکل مایع، جامد یا گاز است. از طریق پوشیدن دستکش‌های لاستیکی یا پلاستیکی، علاوه بر روپوش سفید، خطر را می‌توان کاهش داد.

در صورتی که ماده‌ای سمی به‌طور اتفاقی روی پوست بریزد، باید با آب سرد فراوان و در صورت نیاز با کمی صابون شسته شود. بهتر است از کاربرد حلال‌ها به منظور شست‌وشوی مواد شیمیایی ریخته‌شده روی پوست خودداری کرد. چون این کار ممکن است فرآیند جذب از طریق پوست را تسریع کند. مقدار حد آستانه‌ی مواد شیمیایی سمی در ضمیمه‌ی ۱ آمده است.

۲. ترکیب‌های فسفردار و گوگردار: هگزا فنیل فسفر آمید؛ تیواستامید؛ تیواوره؛ ۳،۱- پروپان سولتون.

۳. پنبه‌ی نسوز: استنشاق گرد و غبار و الیاف پنبه‌ی نسوز می‌تواند بیماری ریوی معلول‌کننده و در نهایت کشنده‌ی آژستویس را موجب شود که اغلب در مراحل بعدی به سرطان ریه تبدیل می‌گردد. استفاده‌ی صنعتی از پنبه‌ی نسوز در جوامع غربی به شدت تحت کنترل است.

۶- دفع مواد

۶-۱- سدیم

این فلز به شدت با آب ترکیب شده، باعث انفجار می‌شود. آتش فلز سدیم موضعی و بسیار داغ می‌باشد و بهتر است آن را با ماسه خفه کرد یا از خاموش‌کن گردی استفاده نمود. از خاموش‌کن کربن‌تتراکلرید یا کربن‌دی‌اکسید نباید استفاده شود؛ زیرا فلزات قلیایی سدیم، پتاسیم و لیتیم (و هم‌چنین سایر فلزات مثل آلومینیوم و منیزیم) به‌ویژه در حالت پودری، در مقابل ترکیب‌های آلی هالوژن‌دار، به‌خصوص حلال‌های کلردار معمولی مانند کربن‌تتراکلرید به شدت واکنش‌پذیر هستند. پس تکه یا تراشه‌های این فلزات را نباید با حلال‌های هالوژن‌دار شست؛ زیرا انفجار شدیدی رخ خواهد داد.

دفع: سدیم را که گاهی اوقات با قشر ضخیمی از هیدروکسید یا اکسید پوشیده شده است، باید با پروپان ۲-ال پوشاند و در کناری گذاشت و گاهی آن را هم زد تا تمام ذرات سدیم از بین برود.

تکه‌های کوچک و ضایع سدیم (و لیتیم) را می‌توان به بوتانول خشک افزود و به این شیوه از بین برد. هنگام این کار باید از عینک و دستکش‌های ایمنی استفاده شود و واکنش باید در زیر هود انجام گیرد.

۲- استیل آمینو فلوئورن؛ ۲- آمینو آزوتولون؛ ۴- آمینو استیلین؛ ۴- آمینو بی‌فنیل (و ۴- نیترو بی‌فنیل)؛ ۳- آمینو ۱-۲،۴- تری‌آزول؛ اورامین و ماژنتا؛ ۴،۴- دی‌آمینو بی‌فنیل (بنزیدین)؛ ۴،۴- دی‌آمینو ۳،۳- دی‌کلرو بی‌فنیل؛ ۴،۴- دی‌آمینو ۳،۳- دی‌متیل بی‌فنیل؛ ۴،۴- دی‌آمینو ۳،۳- دی‌متوکسی - بی‌فنیل (دی‌آنیزیدین‌ها)؛ دی‌متیل آمینو آزوبنزن (زرد کره‌ای)؛ ۱،۱- دی‌متیل هیدرازین؛ هیدرازین؛ متیل هیدرازین؛ N- فنیل-۲- نفتیل آمین؛ ۲- نفتیل آمین؛ ۱- نفتیل آمین.

۵-۲- ترکیب‌های N- نیتروزو

نیتروز آمین‌ها [R'.N(NO).R] و نیتروز آمیدها [R'.N(NO)CO.R] را باید بالقوه سرطان‌زا دانست؛ چون بیش‌تر ترکیب‌هایی از این نوع، روی حیوانات آزمایشگاهی فعالیت شدیدی از خود نشان داده‌اند. برخی از این ترکیب‌ها که بیش‌تر در آزمایشگاه با آن‌ها برخورد می‌شود، عبارتند از:

N- متیل -N- نیتروزو آنیلین؛ N- متیل -N- نیتروزو اوره؛ N- متیل -N- نیتروزو اورتان؛ N- نیتروزو دی‌متیل آمین؛ N- نیتروزو پیریدین.

۵-۳- عوامل آلکیل‌دارکننده

آزیریدین و برخی مشتق‌های آن؛ بیس (کلرومتیل) اتر؛ دی‌آزومتان؛ کلرومتیل‌متیل اتر؛ دی‌متیل سولفات؛ یدومتان؛ اپی کلروهیدرین؛ خردل‌های نیتروژن $(R.N(CH_2.CH_2Cl)_2)$ ؛ β - پروپیولاکتون.

۵-۴- هیدروکربن‌های آروماتیک تک‌حلقه‌ای و چندحلقه‌ای

۱. هیدروکربن‌های هالوژن‌دار: کربن‌تتراکلرید؛ کلروفرم؛ وینیل کلرید؛ ۲،۱- دی‌بروماتان؛ ۴،۱- دی‌کلرو بوتن؛ هگزا کلرو بوتادی‌ان.

بیفزایید. مخلوط واکنش را هم بزنیید تا تمامی فسفر حل شود (زمان حل شدن بستگی به فسفر دارد؛ اگر بعد از ۲۴ ساعت فسفر حل نشد، پتاسیم برمات بیش‌تری بیفزایید). پس از حل شدن فسفر، ۱۶ گرم سدیم متابی سولفیت برای از بین بردن رنگ برم اضافه کنید. در نهایت مخلوط واکنش را دور بریزید.

۶-۵- فسفر سفید

احتیاط! فسفر سفید در هوا خودبه‌خود آتش می‌گیرد؛ به همین دلیل فقط در زیر آب آن را از بین ببرید.

۵ گرم فسفر سفید را زیر آب حبه‌حبه کنید. سپس به آن ۸۰۰ میلی‌لیتر محلول مس یک مولار بیفزایید. بگذارید مخلوط واکنش در یک بشر دو لیتری زیر هود به مدت یک هفته بماند. رسوب را صاف کنید و در حالی که آن را مرطوب نگه می‌دارید به ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول تازه‌ی سدیم هیپوکلریت ۵٫۲۵ درصد اضافه کنید. به منظور اکسایش تمامی مس فسفید به مس فسفات، مدت یک ساعت مخلوط را هم بزنیید. مخلوط واکنش را دور بریزید. (با مقدار فراوان آب).

رفع سوختگی ناشی از فسفر: سوختگی فسفر باید توسط محلول یک درصد مس سولفات پوشیده شود. اگر هرگونه احتمال وجود فسفر باقی‌مانده در سوختگی باشد، شخص را برای درمان بیش‌تر به یک بیمارستان برسانید؛ در حالی که محل سوخته‌شده را با پنبه‌ی استریل آغشته به محلول یک درصد مس سولفات پوشانیده‌اید.

۶-۶- جیوه

ترکیب‌های دارای جیوه به سه شکل شیمیایی پیدا می‌شود که به ترتیب سمیت آن‌ها افزایش می‌یابد: **جیوه‌ی عنصری، نمک‌های معدنی و ترکیب‌های آلی.**

۶-۲- پتاسیم

پتاسیم خطرناک‌ترین فلز قلیایی است و آتش‌سوزی آن، با تخریب شیمیایی زیاد اتفاق می‌افتد. این عنصر به‌طور سطحی اکسید می‌شود و فیلم‌های اکسیدی می‌دهد که ممکن است به هنگام کار، انفجار ایجاد کند. اکسایش سطحی، برای فلز پتاسیم که داخل روغن نیز نگهداری می‌شود، رخ می‌دهد و تراشیدن فیلم اکسید با چاقو می‌تواند آغازگر انفجار باشد.

دفع: پتاسیم را به ترسیوبوتیل‌الکل خشک با سرعتی که واکنش سریع انجام نگیرد، بیفزایید. اگر مخلوط واکنش گرانبه و سرعت آهسته باشد، مقدار الکل بیش‌تری اضافه کنید. وقتی از تمام شدن فلز مطمئن شدید، مخلوط را با آب رقیق کنید و پس از خنثی‌سازی دور بریزید. نمونه‌های پتاسیم را که با لایه‌ی ضخیمی از اکسید پوشیده شده، می‌توان با افزودن تکه‌ها به مقدار زیادی از پروپان ۲-ال از بین برد.

۶-۳- منیزیم

تراشه‌های منیزیم (یک گرم) را در آب (۲۰۰ میلی‌لیتر) بریزید و به آرامی و با هم‌زدن به آن هیدروکلریک‌اسید ۵ درصد (۵ میلی‌لیتر) بیفزایید. مخلوط را پس از آن که ۲۴ ساعت در دمای اتاق ماند، 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 شدید است، باید مخلوط منیزیم و آب را در حمام یخ سرد کرد.

۶-۴- فسفر قرمز

یک گرم فسفر قرمز به ۵۰۰ میلی‌لیتر سولفوریک‌اسید ۵ ر ۰ مولار اضافه کرده، به محلول حاصل ۱۲ گرم پتاسیم برمات (به همراه هم‌زدن)

حفره‌ها و شکاف‌های سطح است. بخار جیوه در خلل و فرج آن نفوذ می‌کند و بر روی پودر روی که با خاک اره کاملاً پراکنده شده است، ته‌نشین می‌شود.

هنگامی که جیوه ریخته شد، باید بلافاصله سطح را جهت جلوگیری از هرگونه تأثیر احتمالی فلز مسدود کرد. قسمت‌های حجیم جیوه را به صورت مکانیکی جمع‌آوری می‌کنیم و با تخمین‌زدن وزن باقی‌مانده، مخلوط خاک اره - روی را به نسبت تقریبی ۱:۲۰ به آن می‌افزاییم. خاک اره - روی باید به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه روی سطح بماند. سپس آن‌ها را از روی سطح جارو می‌کنیم؛ به طوری که هیچ اثری باقی نماند. این مواد را در کیسه‌ی پلاستیکی ریخته، در آن را به‌طور کامل می‌بندیم و با علامت‌گذاری مناسب در ظرف دیگری قرار می‌دهیم تا به‌طور مقتضی از بین برده شود. ابزاری که برای رفت و روب به کار رفته است، باید در کیسه‌ی پلاستیکی در بسته نگهداری شود تا در موارد بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

روش دیگری که به تازگی برای واکنش با خرده‌های جیوه پیشنهاد شده است، استفاده از یک ورقه‌ی مسی مستطیل‌شکل (۱۰×۵ سانتی‌متر) با ضخامت ۰٫۱ میلی‌متر است. یک لبه‌ی آن را برای ملغمه شدن سطح، در محلول رقیق مرکوریک‌نیترات فرو برید. سپس سطحی که جیوه روی آن ریخته شده، با ورق مس جارو کنید. سطح با لبه‌ی ملغمه‌شده، زاویه‌ی بسیار کوچکی تشکیل می‌دهد. مقدار زیادی جیوه به‌طور شگفت‌انگیزی به مس می‌چسبد و با سرازیر کردن ورق مس روی یک بشر، می‌توان جیوه را جمع‌آوری کرد. قسمت عمده‌ی جیوه از روی ورقه به داخل بشر می‌ریزد. با تکرار این عمل می‌توان تمام جیوه را جمع‌آوری کرد.

جیوه از راه ریه جذب می‌شود و بخار آن خطرناک است. جیوه یک سم سیستم عصبی است و باعث لرزش، تحریک‌پذیری، جنون، کوری و مرگ می‌شود. پیشگیری تنها اقدام مؤثر برای جلوگیری از مسمومیت با جیوه است.

به‌طور کلی نمک‌های جیوه (II) از جیوه (I) سمی‌تر می‌باشند. ترکیب‌های مایع و آلی جیوه از طریق استنشاق یا جذب پوستی به شدت سمی و خطرناک هستند؛ اما جامدات آلی جیوه‌دار سمیت کم‌تری دارند.

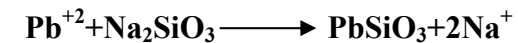
عنصر جیوه به راحتی تبخیر می‌شود و تأثیر بخار آن به شدت سمی و مزمین است. سطح جیوه هرگز نباید در معرض هوا قرار گیرد و باید حتماً با آب پوشیده شود. لازم است هرگونه کار با جیوه در زیر هود انجام گیرد و برای جمع‌آوری قطرات ریخته‌شده، از سینی استفاده شود. فضای آلوده‌شده با بخار جیوه را باید با خمیر گوگرد و آهک پوشاند.

۶-۶-۱- جمع‌آوری و بازیابی جیوه

به‌طور معمول جیوه‌ی ریخته‌شده را پس از واکنش با گوگرد یا ترکیب‌های گوگرددار با جارو برقی جمع‌آوری می‌کنند. روش‌های دیگری نیز وجود دارد که در آن‌ها از تماس فیزیکی صفحات مسی یا مواد اسفنجی برای ملغمه‌کردن یا به دام‌انداختن جیوه استفاده می‌کنند. در یک روش پیشنهادی ساده از مخلوط گرد روی (zn) و خاک اره به نسبت وزنی ۱:۱ برای ملغمه‌کردن جیوه و بخار آن استفاده می‌شود. ویژگی این روش به دام‌انداختن جیوه و بخار آن و ایجاد مخلوط تقریباً بی‌ضرری است که فاقد آلودگی می‌باشد. خاک اره ماده‌ی مناسبی جهت انتقال روی (zn) و جمع‌آوری قطرات جیوه از

ترکیب‌های سرب سموم قدرتمندی هستند که اثر جمعی دارند و از جذب آن‌ها حتی در مقادیر کم باید خودداری کرد. ترکیب‌های آلی سرب (مثل سرب‌تترااتیل) فرار هستند و از استنشاق بخار آن‌ها باید پرهیز کرد. جذب پوستی این مواد نیز خطرناک است.

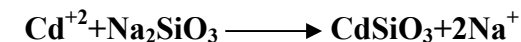
۶-۷-۱- طریقه‌ی دفع نمک‌های سرب



نمک محلول سرب (۰.۰۴ مول) را در آب (۲۰۰ میلی‌لیتر) حل کرده، محلولی از سدیم‌متاسیلیکات ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ، ۳۴ گرم) در آب (۲۶۰ میلی‌لیتر) را، با هم‌زدن به آن بیفزایید. رسوب را صاف کنید یا در زیر هود بگذارید تا مایع رویی تبخیر شود. باقی‌مانده‌ی جامد را پس از خشک‌شدن، دسته‌بندی کنید و برای دفن در یک زمین پست محفوظ برچسب بزنید.

۶-۸- نمک‌های محلول کادمیم

این نمک‌ها را می‌توان به روش ذکرشده دفع کرد:



نمک محلول کادمیم (۰.۰۵ مول) را در آب (۲۰۰ میلی‌لیتر) حل کنید و محلولی از سدیم‌متاسیلیکات (۲۵ گرم) در آب (۲۰۰ میلی‌لیتر) را به آن بیفزایید. رسوب سفید سدیم‌سیلیکات بلافاصله تشکیل می‌شود. مخلوط را در دمای ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه گرم کنید تا واکنش کامل شود. مخلوط را سرد کرده، رسوب را صاف نامیید یا این‌که در یک لگن بزرگ در زیر هود بگذارید تا مایع رویی

۶-۶-۲- مقابله با مسمومیت ناشی از ترکیب‌های جیوه

۱. بیمار را به استفراغ وادار کنید.
۲. شیر، سفیده‌ی تخم‌مرغ یا یک قاشق آلومین در آب سرد تجویز نمایید.
۳. یک قاشق چایخوری سدیم‌تیوسولفات در ۲۳۶ میلی‌لیتر آب تجویز نمایید.
۴. با کلاپس (به ضمیمه‌ی ۲ مراجعه شود) مبارزه کنید.

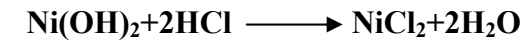
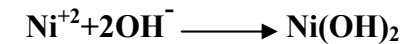
۶-۷- سرب

سرب فلزی سمی است و مصرف بسیار زیادی دارد، از این رو مطالعات زیادی بر روی آن انجام گرفته است، ولی هنوز هم اطلاعات زیادی درباره‌ی آن در دست نیست. سرب علاوه بر آزمایشگاه‌ها در معادن، مغازه‌های جوشکاری، مغازه‌های باتری و رادیاتورسازی یافت می‌شود.

سرب از راه دستگاه معده، رودی و تنفسی و همچنین از طریق پوست می‌تواند جذب شود. سرب وارد خون شده، در استخوان‌ها، مغز، اعصاب محیطی و مغز استخوان ذخیره می‌شود. مسمومیت سرب ممکن است یک نوروپاتی محیطی (افتادگی مچ دست یا فلج شل و ول دست) را به وجود آورد. سرب با چندین آنزیم برای تهیه‌ی هموگلوبین تداخل می‌نماید که باعث آنمی، کاهش شمارش رتیکولویست‌ها و منقوط‌شدن سلول‌های قرمز می‌شود.

استاندارد جدید یا بالاترین حد نرمال برای سرب در خون اطفال، ۳۰ میکروگرم در دسی‌لیتر و استاندارد برای بزرگسالان ۶۰ میکروگرم در دسی‌لیتر است.

۶-۱۰- بازیابی ضایعات نیکل به صورت نیکل کلرید



به محلول حاوی نیکل، محلول آبی ۲۰ درصد سدیم هیدروکسید را آنقدر بیفزایید تا رسوب نیکل هیدروکسید تشکیل نشود. جامد سبز رنگ را صاف کنید و تا اندازه‌ای شست‌وشو دهید که نسبت به تورنسل خنثی شود. ماده‌ی جامد را در محلول هیدروکلریک اسید ۶ مولار حل کرده، تا سه برابر حجم اولیه با آب رقیق کنید و هر نوع ناخالصی را صاف نمایید. محلول را بگذارید تا تبخیر شود. باقی‌مانده نیکل کلرید است که می‌توان آن را با نوبلور کردن در اتانول، خالص‌تر کرد.

۶-۱۱- پتاسیم پرمنگنات

پتاسیم پرمنگنات در انواع pH (اسیدی، بازی، خنثی) یک اکسنده‌ی قوی است. حتی به حالت جامد نیز می‌تواند برخی ترکیب‌های آلی مانند اتیلن گلیکول، گلیسرین، استیک اسید و استیک‌انیدرید را شعله‌ور نماید. افزودن سولفوریک اسید غلیظ به محلول پتاسیم پرمنگنات با تشکیل پرمنگنیک اسید، به انفجار می‌انجامد.

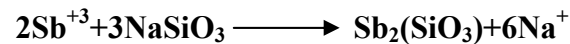
دفع: ۵ گرم پتاسیم پرمنگنات را در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول یک مولار سدیم هیدروکسید بریزید و به آن ۱۰ گرم سدیم متابی سولفیت بیفزایید؛ رنگ ارغوانی مخلوط باید از بین برود. در غیر این صورت، سدیم متابی سولفیت بیش‌تری اضافه کنید. پس از ۳۰ دقیقه هم‌زدن، آن را با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب رقیق کنید و پس از صاف کردن دور بریزید. اکسنده‌ی باقی‌مانده را به‌وسیله‌ی افزایش چند قطره مایع زیر صافی به چند قطره محلول پتاسیم‌یدید ۱۰ درصد آزمایش کنید. مخلوط را با هیدروکلریک اسید یک مولار اسیدی نمایید و یک قطره محلول

تبخیر شود. ماده‌ی جامد را خشک کنید و برای دفن در زمین پست محفوظ برچسب بزنید.

در صورت آسیب‌دیدن با ترکیب‌های کادمیوم به گونه‌ی زیر عمل کنید:

۱. بیمار را وادار به استفراغ کنید.
۲. شیر، سفیده‌ی تخم‌مرغ یا یک قاشق آلبومین در آب سرد تجویز کنید.
۳. با کلاپس مبارزه کنید.

۶-۹- نمک‌های محلول آنتیموان



دفع: نمک‌های محلول آنتیموان (۰.۲ مول) را در آب (۱۵۰ میلی‌لیتر) حل کرده، محلول را تا ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد گرم کنید. به این محلول داغ، محلولی از سدیم متاسیلیکات (۱۵ گرم در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب) را با هم‌زدن بیفزایید. رسوب سفید آنتیموان سیلیکات به سرعت تشکیل می‌شود. رسوب را صاف نمایید. جامد را خشک کنید و برای دفن در زمین پست محفوظ برچسب بزنید.

در صورت مسمومیت با ترکیب‌های آنتیموان مطابق این روش عمل نمایید:

۱. بیمار را وادار به استفراغ کنید.
۲. چای غلیظ یا دو قاشق چایخوری تانیک اسید در آب گرم تجویز کنید.
۳. شیر یا سفیده‌ی تخم‌مرغ یا یک قاشق چایخوری از آلبومین در آب سرد تجویز نمایید.
۴. با کلاپس مبارزه کنید.

نشاسته به عنوان شناساگر به آن بیفزایید. رنگ آبی پررنگ نشان‌دهنده‌ی ماده‌ی اکسنده است. در این صورت دستور کار را تکرار کنید. در آزمایشگاه‌های پیشرفته وجود منگنز در مایع زیر صافی را با استفاده از طیف‌سنجی جذب اتمی در ۷۹٫۵ نانومتر تعیین می‌کنند. در صورتی که مقدار آن کم‌تر از ۱ ppm باشد، رضایت‌بخش است.

در صورت مسمومیت با پرمنگنات‌ها به شرح زیر عمل کنید:

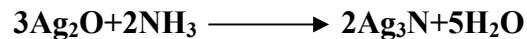
۱. بیمار را وادار به استفراغ کنید.

۲. شیر یا سفیده‌ی تخم‌مرغ یا یک قاشق آلومین در آب سرد تجویز نمایید.

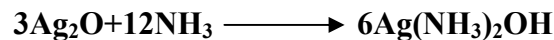
۳. پنج میلی‌لیتر آب‌اکسیژنه ۳ درصد را در نصف لیوان آب که کمی توسط استیک‌اسید اسیدی شده، به بیمار بدهید.

۴. با کلاپس مبارزه کنید.

۶-۱۲- نقره‌نیتريد



نقره‌اکسید می‌تواند با محلول آبی آمونیاک یا در معرض بخار آمونیاک، جامد فلزمانند سیاهی را ایجاد کند که نقره‌نیتريد (نقره‌ی غرش‌کننده) نام دارد. اگر نقره‌اکسید در محلول آبی آمونیاک زیادی (بیش از ۴ مول برای یک مول نقره) حل شود، محلول شفاف رنگ نقره‌آمین‌هیدروکسید تهیه می‌شود که اصولاً خطرناک نیست.



نقره‌نیتريد خشک یکی از حساس‌ترین ترکیب‌های موجود است و می‌تواند با کوچک‌ترین برخورد، حتی با ضربه‌ی افتادن یک قطره آب منفجر شود. انفجار طبق واکنش روبرو است:



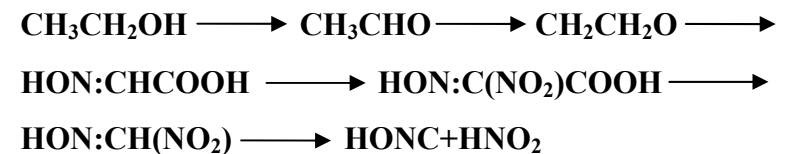
دفع: برای دفع نقره‌نیتريد بهتر است با افزایش آمونیاک آبی رقیق (دو نرمال) یا محلول غلیظ آمونیوم‌کربنات یا محلول دیگری که بتواند نیتريد را حل کند، به محلول نقره‌آمین غیرقابل انفجار تبدیل کرد.

۶-۱۳- نقره‌نیتترات

متداول‌ترین ترکیب شیمیایی نقره است که در بیش‌تر آزمایشگاه‌های آموزشی دیده می‌شود. این ترکیب یک اکسنده‌ی قوی و فوق‌العاده سمی است. به‌طور معمول از ترکیب‌های نقره به علت گرانبها بودن آن، در مقادیر کم استفاده می‌شود.

نقره‌نیتترات به خوبی در استون، اتانول و در برخی حلال‌های آلی حل می‌شود. این محلول‌ها در صورت داشتن مقدار خیلی کمی از مواد اکسنده، قابل انفجار خواهند بود. تماس بین اتانول و نقره‌نیتترات به‌ویژه در حضور اسید، خطرناک است؛ زیرا در این حالت فولمینات تشکیل می‌شود (حوادث آزمایشگاهی جدی از شستن رسوب نقره‌نیتترات صاف‌شده با اتانول گزارش شده است). هر تماس بین یک اکسنده‌ی قوی مثل نقره‌نیتترات و مواد آلی به‌طور بالقوه خطرناک است.

۶-۱۳-۱- تهیه‌ی فولمینیک‌اسید

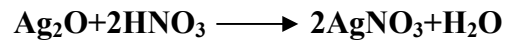
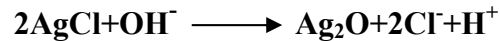
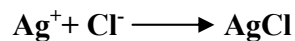


هنگامی که محلول آمونیاکی نقره‌نیتترات (شناساگر تولنس)، برای مدتی پس از مصرف باقی بماند، در آن‌ها نقره‌آزید (AgN_3) انفجارپذیر تشکیل می‌شود. از این رو شناساگر تولنس باید همیشه به صورت تازه تهیه شود.

دفع: واکنشگر مصرف نشده (نقره نیترات آمونیاکی) را باید با افزودن محلول آبی سدیم کلرید از بین برد.

۶-۱۳-۲- بازیابی ضایعات نقره به صورت نیترات

محلول‌های حاوی ضایعات نقره را که از آزمایشگاه‌های مختلف به دست آمده‌اند، می‌توان مورد استفاده قرار داد و نقره نیترات را بازیابی کرد. روش شرح داده شده برای محلول‌هایی است که یون سیانید نداشته باشند. کلیه‌ی اعمال باید در زیر هود انجام شود و آزمایشگر باید از عینک، دستکش و روپوش استفاده کند.



شرح: به محلول آبی حاوی یون نقره، آن قدر هیدروکلریک اسید (۶ مولار) بیفزایید تا دیگر جامدی رسوب نکند. رسوب را صاف کنید و ضایعات جامد دیگر را که حاوی نقره است، روی هم بریزید. مواد را در بشر ریخته، تا دو برابر حجمشان محلول ۴ درصد سدیم هیدروکسید (محلول خورنده است)، در حالی که هم می‌زنیم (در صورت امکان به صورت مکانیکی)، به مدت ۳۰ دقیقه بجوشانید. بگذارید رسوب ته‌نشین شود و مایع را دور بریزید.

به جامد مرطوب باقی‌مانده، آب (حدود ۵۰ میلی‌لیتر) بیفزایید. جامد را با آب شسته، در زیر هود آن را به محلول نیتریک اسید غلیظی (عامل اکسنده‌ی قوی و فوق‌العاده خورنده) که در حال به‌هم خوردن است، به آرامی بیفزایید. مقدار اسید باید به اندازه‌ای باشد که اکسید تیره را به بلورهای سفید نیترات تبدیل کند. محلول را تا سه برابر

حجمش با آب رقیق کرده، هر نوع رسوب را جدا کنید (و به ضایعات نقره‌ی ابتدایی اضافه کنید). محلول زیر صافی را در تبخیرکننده‌ی چرخان تا خشک‌شدن و به دست‌آوردن بلورهای نقره نیترات قرار دهید. بیمار مسموم‌شده با ترکیب‌های نقره را به طریقه‌ی زیر یاری کنید:

۱. بیمار را به استفراغ وادارید.

۲. آن قدر آب نمک به بیمار بدهید تا استفراغ کند و معده شست‌وشو داده شود.

۳. در مورد ترکیب‌های نقره سیانید در حدود ۵ میلی‌لیتر آب اکسیژنه به بیمار بدهید، سپس به او دلستر یا داروهای محرک بدهید.

۶-۱۴- سدیم‌آمید

این ترکیب مانند پتاسیم به صورت سطحی اکسید می‌شود و فیلم‌های اکسیدی می‌دهد که ممکن است به هنگام کار موجب انفجار شوند. بیش‌تر به صورت دانه‌ای است و به شدت با آب واکنش می‌دهد. گرد آن محرک و خورنده است.

احتیاط! برخی مواد واکنش‌پذیر تاریخ مصرف کوتاهی دارند. مثلاً پایداری سدیم‌آمید فقط دو ماه است.

دفع: ۵ گرم سدیم‌آمید (NaNH_2) را در ۲۵ میلی‌لیتر تولوئن غوطه‌ور کنید و به آهستگی و با احتیاط ۳۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد را ضمن هم‌زدن اضافه نمایید. NaNH_2 به سدیم‌اتوکسید و آمونیاک تبدیل می‌شود. هنگامی که واکنش کامل شد، مخلوط واکنش را با ۵۰ میلی‌لیتر آب رقیق کنید. لایه‌ها را از هم جدا نمایید و آن‌ها را دور بریزید؛ تجهیزات آلوده را قبل از شستن با اتانول بشویید.

تکه‌هایی از سدیم‌آمید را که به صورت زرد در آمده‌اند، نباید در هاون کوبید. بلکه باید با مخلوط کردن با آمونیوم کلرید جامد از بین برد.

۶-۱۵-۳- سدیم سیانوبور هیدرید

این ترکیب یک هم‌ارز سیانید به وجود می‌آورد؛ به همین منظور از محلول سدیم هیپوکلریت استفاده نمایید. هیدرید به هیدروژن کلرید و سیانید به سیانات که از سمیت کم‌تری برخوردار است، اکسید می‌شود. در دستور کار کاهش، از متانول به عنوان حلال استفاده نمایید و واکنش را در زیر هود و در $\text{pH}=3$ انجام دهید.

هر گرم سدیم سیانوبور هیدرید (NaBH_3CN) جامد را در ۱۰ میلی‌لیتر آب حل کنید. اگر لازم شد، مخلوط واکنش را با آب رقیق کنید تا غلظت به ۱۰ درصد برسد. محلول را هم بزینید و به ازای هر گرم سدیم سیانوبور هیدرید موجود در محلول، ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیپوکلریت اضافه کنید. مخلوط واکنش را سه ساعت هم بزینید و آن را به روش زیر، تجزیه نمایید و دور بریزید.

برای هر ۸۰ میلی‌لیتر محلول استخراج با اثر که احتمالاً حاوی سیانید است، ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیپوکلریت و ۱۵۰ میلی‌لیتر متانول بیفزایید تا یک لایه (فاز) ایجاد شود. مخلوط واکنش را به مدت ۳ ساعت هم بزینید و به صورتی که در زیر شرح داده می‌شود، تجزیه کنید.

گازهای خروجی از ظرف واکنش را از درون سدیم هیپوکلریت عبور دهید. سپس بگذارید چند ساعت به حال خود بماند. پس از اطمینان از عدم وجود یون سیانید در محلول، آن را دور بریزید.

جهت اطمینان از عدم وجود یون سیانید در محلول، چند قطره از مخلوط واکنش را به چند قطره محلول پتاسیم پدید ۱۰ درصد بیفزایید و آن را با هیدروکلریک اسید یک مولار اسیدی کنید و یک قطره چسب نشاسته به عنوان شناساگر بیفزایید. رنگ آبی سیر نشان‌دهنده وجود ماده‌ی اکسنده است.

۶-۱۵-۱- هیدریدهای فلزی

خطر: لیتیم هیدرید، سدیم هیدرید، پتاسیم هیدرید و کلسیم هیدرید، همگی به شدت با آب واکنش می‌دهند و هیدروژن آزاد می‌کنند. حرارت واکنش می‌تواند موجب آتش‌سوزی انفجاری گردد.

دفع: مقدار هیدرید فلزی اضافی یک واکنش را، باید با افزودن احتیاط آمیز اتیل استات یا استون از بین برد.

۶-۱۵-۱- سدیم هیدرید، پتاسیم هیدرید

سدیم هیدرید و پتاسیم هیدرید به‌طور عموم به صورت پاشیده در روغن معدنی عرضه می‌شود. به ازای هر گرم پاشیده‌ی هیدریدی، ۲۵ میلی‌لیتر ایزواکتان خشک (۲،۲،۴-تری‌متیل‌پنتان) اضافه کنید و مخلوط را تحت نیتروژن به هم بزینید. به ازای هر گرم پاشیده‌ی هیدریدی، به آرامی ۱۰ میلی‌لیتر n -بوتیل‌الکل بیفزایید. پس از ۳۰ دقیقه یا هنگامی که واکنش به‌طور کامل خاتمه یافت. به ازاء هر گرم پاشیده‌ی هیدریدی، ۲۵ میلی‌لیتر آب سرد اضافه کنید و سپس آن‌ها را دور بریزید.

۶-۱۵-۲- سدیم بورو هیدرید

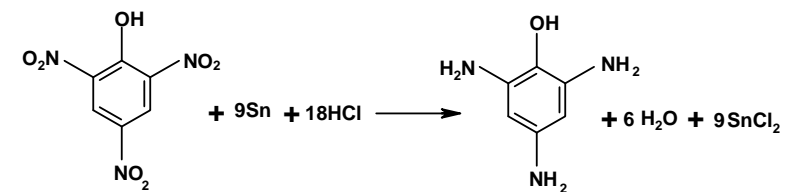
این ترکیب در آب تقریباً پایدار است و برای تجزیه‌ی از اسید استفاده می‌شود.

دفع: ترکیب جامد را در آب حل کنید و اگر لازم باشد محلول آبی آن را با آب رقیق کنید؛ به‌طوری که غلظت آن بیش از ۳ درصد نشود. برای ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول، یک میلی‌لیتر استیک اسید آبی ۱۰ درصد حجمی، تحت نیتروژن (همراه هم‌زدن) به آن بیفزایید. پس از خاتمه‌ی واکنش، آن را دور بریزید.

۱۷-۶- انواع اسیدها

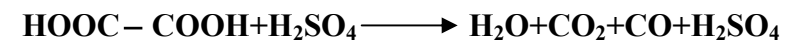
۱-۱۷-۶- پیکریک اسید

پیکریک اسید جامد مرطوب و محلول‌های آبی رقیق را می‌توان با قلع و هیدروکلریک اسید غلیظ به آمین غیرمنفجره تبدیل کرد. واکنش باید در زیر هود انجام شود.



۲-۱۷-۶- اگزالیک اسید

اگر اگزالیک اسید را در سولفوریک اسید غلیظ گرم کنند، به کربن دی‌اکسید، کربن مونوکسید و آب تجزیه می‌شود.



در صورت مسمومیت با اگزالیک اسید بیمار را به‌گونه‌ی زیر یاری کنید:

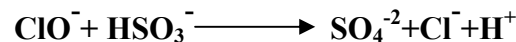
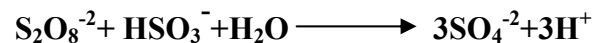
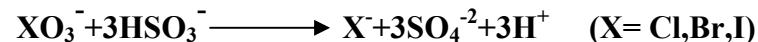
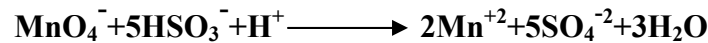
۱. با مصرف خردل بیمار را وادار به استفراغ کنید.
۲. شیر یا یک قاشق چایخوری از آلبومین تخم‌مرغ در آب سرد را به بیمار بدهید.
۳. با کلاپس مقابله کنید.

۳-۱۷-۶- کرومیک اسید

استفاده از کرومیک اسید یکی از خطرناک‌ترین فعالیت‌های آزمایشگاهی محسوب می‌شود. خطرهای آنی کار با کرومیک اسید

۶-۱۶- عوامل اکسنده‌ی قوی

محلول ترکیب‌هایی نظیر: پتاسیم پرمنگنات، سدیم کلرات، سدیم برمات، سدیم یدات، سدیم پریدات، سدیم پرسولفات، کلسیم هیپوکلریت را پیش از ریختن به درون فاضلاب باید کاهش داد تا از وقوع واکنش‌های کنترل نشده در سیستم فاضلاب جلوگیری شود. عمل کاهش را می‌توان با محلول آبی ۱۵ درصد سدیم بی‌سولفیت تازه تهیه‌شده، انجام داد. پس از خاتمه‌ی واکنش، محلول خنثی را در فاضلاب بریزید (همراه با مقداری آب). برای تشخیص پایان واکنش در مواردی که خاتمه‌ی واکنش همراه با تغییر رنگ نیست، از محلول پتاسیم یدید یا کاغذ یدید نشاسته استفاده می‌شود. واکنش‌های انجام شده عبارتند از:



کلسیم هیپوکلریت، چون کم‌محلول است، مقداری از آن ته‌نشین می‌شود. به ازای هر ۱۰ میلی‌لیتر از محلول ۱۰ درصد هیپوکلریت، ۱۰ میلی‌لیتر از محلول بی‌سولفیت بیفزایید و حدود ۲۴ ساعت هم بزنید... پس از اطمینان از تمام‌شدن ماده‌ی اکسنده، محلول را خنثی و رسوب را صاف نمایید. رسوب را در زباله‌دان و محلول خنثی را در فاضلاب بریزید.

بی‌شمار است؛ مخلوط‌کردن محلول غلیظ سدیم (یا پتاسیم) دی‌کرومات یا کروم‌تری‌اکسید با سولفوریک‌اسید غلیظ، واکنش گرم‌زای شدیدی ایجاد می‌کند. سمیت کروم کاملاً به اثبات رسیده است؛ کروم(VI) جهش‌زا می‌باشد و از کروم(III) سمی‌تر است که احتمال دارد از پایداری کروم(III) در سیستم‌های زیست‌شناختی و عدم توانایی آن در آمیزش سریع بافت‌ها ناشی شود. مروری تازه بر سمیت ژنتیک ترکیب‌های کروم نشان می‌دهد که در تماس‌های مداوم شغلی با ترکیب‌های کروم(VI) خطر سرطان ریه وجود دارد.

دفع: خنثی کردن این اسید فرآیندی دو مرحله‌ای است:

۱. کاهش کروم(VI) به کروم(III) با بی‌سولفیت

۲. خنثی کردن اسید

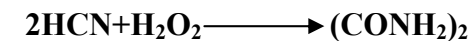
برای جلوگیری از خرابی مجاری فاضلاب قبل از رقیق کردن محلول خنثی شده، باید فلزات سنگین از اسید خنثی شده، رسوب‌گیری شود. اگر یون‌های سنگین وجود داشته باشد، از بین بردن کرومیک‌اسید به عنوان محلولی از فلزات سنگین بسیار گران تمام می‌شود؛ به طوری که برای رسوب‌گیری و در کپسول قراردادن کروم، هزینه‌ی سنگینی لازم است. پس از خنثی کردن می‌توان آن‌ها را رقیق کرد و در فاضلاب ریخت. دفن کردن زیادی محلول‌های کروم توجه کم‌تری را جلب کرده است.

هنگامی که برای پاک کردن باقی‌مانده‌ی قیری ظروف، به آن‌ها مخلوط‌های کرومیک‌اسید یا نیتریک‌اسید غلیظ همراه با گرم کردن افزوده می‌شود، انفجارهای شدیدی رخ می‌دهد. برای شستن این ظرف‌ها به جای کرومیک‌اسید از مواد دیگری نیز می‌توان استفاده کرد که تقریباً همان کارایی را داشته باشد. یکی از این شوینده‌ها

EDTA - ارگانوسولفونات است؛ این شوینده غیراسیدی است، یون‌های سمی ندارد و در محیط زیست تجزیه‌پذیر است. سولفونات آلی مثل یک ماده‌ی فعال در سطح عمل می‌کند، در حالی که EDTA در کیلیت‌سازی و تضعیف بار بین‌آلودگی‌ها و ظروف شیشه‌ای مؤثر می‌باشد. این شوینده از سایر شوینده‌های رقیب بهتر است و تهیه، استفاده و نگهداری و از بین بردن آن خطرهای کم‌تری به همراه دارد. استفاده از این شوینده، مقدار اسید ذخیره‌شده در آزمایشگاه را کاهش می‌دهد، خطرهایی که پژوهشگران را تهدید می‌کند کم می‌شود و هزینه‌ی از بین بردن مواد شیمیایی خطرناک را پایین می‌آورد.

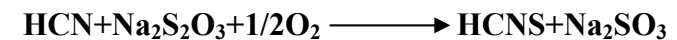
۶-۱۷-۴- هیدروژن‌سیانید

به آسانی توسط مواد اکسنده مورد حمله قرار می‌گیرد. سپس ضمن واکنش با هیدروژن پراکسید، محلول بی‌ضرری به دست می‌آید. در غیر این صورت سیانیک‌اسید تشکیل می‌شود:



واکنش‌ها:

۱. هیدروژن‌سیانید در آب آهسته به فرمیک‌اسید آب‌کافت می‌شود.
۲. کلر با محلول آبی هیدروژن‌سیانید (HCN) واکنش داده، سیانوژن کلرید سمی را تشکیل می‌دهد.
۳. در مجاورت اکسیژن جو، سدیم‌تیوسولفات با HCN، تیوسیانیک‌اسید می‌دهد.



روش دفع: روش دفع معمول HCN و محلول‌های آن، شامل واکنش هیپوکلریت‌های قلیایی یا واکنش با قلیاها و نمک‌های فرو است. (توضیحات بیشتر را در روش دفع سیانیدهای محلول ببینید.)

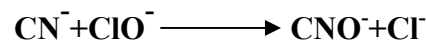
۶-۱۷-۵- سولفوریک اسید (غلیظ و دودکننده)

اختلاط آن با آب باید با احتیاط انجام گیرد و به منظور جلوگیری از پاشیدن و ترشح باید جریان باریکی از آن در آب سرد ریخته شود.
دفع: به خنثی‌سازی اسید و باز در بحث مقدماتی (بخش ۳-۲) مراجعه شود.

۶-۱۷-۶- هیدروفلوئوریک اسید و هیدروژن فلئورید

هر دو به راحتی با شیشه واکنش می‌دهند و بافت‌های آلی را به سرعت تخریب می‌کنند. باید از دستکش ضخیم لاستیکی نو که سوراخ نبودن آن به دقت آزمایش شده است، استفاده کرد. سوختگی پوست را باید فوراً تحت مراقبت پزشکی قرار داد.

در صورت سوختگی با فلئوریک اسید: به پزشک مراجعه کنید و به مدت ۱۰ تا ۲۰ دقیقه با جریان آب شست‌وشو دهید، در حالی که شخص را به پزشک می‌رسانید، سوختگی‌ها را با خمیر منیزیم اکسید گلیسیرین بپوشانید یا در الکل ۷۰ درصد سرد فرود برید. سوختگی ناشی از اسیدهای قوی و هم‌چنین برم و کلر را فوراً با مقدار زیادی آب شست‌وشو دهید و با محلول ۵ درصد سدیم‌بی‌کربنات و بعد با پماد بوتزین‌پیکرات یا پماد بوریک یا ژله‌ی نفت خام بپوشانید.

۶-۱۸- سیانیدهای محلول: سدیم سیانید، پتاسیم سیانید

محلول‌های آبی سدیم و پتاسیم سیانید به شدت سمی هستند. این سیانیدهای محلول را می‌توان با سفیدکننده‌ی خانگی به سیانات غیرسمی اکسید کرد. در هنگام کار باید از دستکش و عینک ایمنی استفاده کرد و واکنش را در زیر هود انجام داد.

دفع: محلول‌های سدیم یا پتاسیم سیانید را با آب تا غلظتی زیر دو درصد رقیق کنید. روی هر ۵۰ میلی‌لیتر از محلول، ۵ میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد سدیم‌هیدروکسید بیفزایید. سدیم یا پتاسیم سیانید جامد (یک گرم) را در ۵۰ میلی‌لیتر از محلول سدیم‌هیدروکسید یک درصد حل کنید. روی هر ۵۰ میلی‌لیتر از این محلول سیانید، ۶۰ تا ۷۰ میلی‌لیتر از محلول سفید خانگی را به آرامی و با هم‌زدن بیفزایید. پس از اطمینان از وجود نداشتن سیانید، محلول را همراه مقدار زیادی آب در فاضلاب بریزید.

۶-۱۸-۱- چگونگی تأیید اتمام یون سیانید

یک میلی‌لیتر از محلول را برداشته، در لوله‌ی آزمایش بریزید. دو قطره از محلول ۵ درصد فروسولفات تازه تهیه‌شده را به آن بیفزایید. محلول را ۳۰ ثانیه جوشانیده و تا دمای اطاق سرد کنید. سپس به آن دو قطره محلول یک درصد فریک کلرید اضافه نمایید. اگر یون سیانید باقی مانده باشد، رسوب آبی‌رنگ تشکیل خواهد شد.

۶-۱۹- پراکسیدها

تشخیص و انهدام پراکسیدها در اترها و آلکن‌ها: نمونه‌ای از اتر یا آلکن (یک میلی‌لیتر) را در لوله‌ی آزمایش بریزید و به آن پتاسیم‌یدید و استیک‌اسید یخی بیفزایید. ظهور رنگ زرد تا قهوه‌ای، وجود پراکسید را نشان می‌دهد.

دفع: وقتی وجود پراکسید تشخیص داده شد، می‌توان آن را با محلول سدیم‌متابی‌سولفیت از بین برد؛ بدین ترتیب که روی ۱۰۰ میلی‌لیتر از اتر یا آلکن، ۲۰ میلی‌لیتر از محلول آبی سدیم‌متابی‌سولفیت ۵۰ درصد تازه تهیه‌شده بیفزایید. مخلوط را برای

۶-۲۲- تری فسژن

یک جامد بلوری پایدار با دمای ذوب ۷۹ تا ۸۳ درجه‌ی سانتی‌گراد است که جانشین مناسب‌تری برای فسژن می‌باشد. با احتیاط ۲۰ میلی‌لیتر محلول سدیم‌هیدروکسید ۲۰ درصد را به ۲ گرم تری‌فسژن اضافه کنید و مخلوط را به مدت یک شب هم بزنید. برای جلوگیری از جذب CO₂ جو، ظرف واکنش را با کاغذ آلومینیومی بپوشانید. کامل‌بودن عمل تخریب را با افزودن یک میلی‌لیتر از مخلوط واکنش به ۹ میلی‌لیتر تولوئن بیازمایید. به مخلوط واکنش منیزیم‌سولفات بی‌آب بیفزایید و مخلوط را تکان دهید. سپس اجازه دهید تا رسوب ته‌نشین شود. محلول تولوئن را همان‌گونه که برای فسژن شرح داده شد، تجزیه کنید و مخلوط واکنش را دور بریزید.

۶-۲۳- هیدرازین

در سال ۱۸۷۵ امیل فیشرفرمول N₂H₄ و جرم مولکولی ۳۲٫۰۵ را برای هیدرازین پیش‌بینی کرد. دوازده سال بعد کورتیوس، هیدرازین را به صورت آبدار جداسازی کرد. در سال ۱۸۹۳ دوبراین، هیدرازین را بدون آب جداسازی کرد و در نهایت راشینگ اولین روش تهیه را در سال ۱۹۰۷ ارائه داد.

خواص فیزیکی: مایعی دودکننده و بی‌رنگ است که خاصیت بازی آن کم‌تر از آمونیاک می‌باشد. در غلظت ۴-۹ میلی‌گرم بر مترمکعب در هوا بوی آن قابل تشخیص است. محدوده‌ی قابل انفجار در هوا برابر ۴٫۷ تا ۱۰۰ درصد است. هیدرازین بدون آب به راحتی منفجر می‌شود. برای کاهش خصلت انفجاری آن را با یک گاز بی‌اثر رقیق یا در آب حل می‌کنند.

سه دقیقه تکان دهید. دو لایه از هم جدا نمایید و اتر یا آلکن را روی سدیم یا منیزیم‌سولفات خشک کنید.

۶-۲۰- آب‌اکسیژنه

محلول تجارتي آب‌اکسیژنه (محلول ۳۰ درصد) به کندی تجزیه می‌شود و می‌توان آن را در سرما نگهداری کرد. اما محلول غلیظ و به‌ویژه محلول ۹۰ درصد آن بسیار خطرناک است. ناخالصی‌های فلزی از قبیل آهن، مس، کروم و سرب حتی در حد بسیار اندک، آب‌اکسیژنه را به صورت انفجاری، تجزیه می‌کنند.
دفع: توسط محلول سدیم‌متابی‌سولفیت.

۶-۲۱- فسژن در تولوئن

با احتیاط ۲۰ میلی‌لیتر محلول ۲۰ درصد (وزنی - حجمی) از فسژن در تولوئن را، به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم‌هیدروکسید ۲۰ درصد بیفزایید و مخلوط را در بالن ۵۰۰ میلی‌لیتری به مدت یک شب هم بزنید. برای جلوگیری از جذب کربن‌دی‌اکسید جو، ظرف واکنش را با کاغذ آلومینیومی بپوشانید. مخلوط واکنش را برای اطمینان از خاتمه‌ی تخریب تجزیه کنید. لایه‌های آلی و آبی را جدا کنید و آن‌ها را دور بریزید. وجود فسژن باقی‌مانده را، با استفاده از روش تجزیه‌ای زیر مشخص کنید.

۱۰۰ میلی‌لیتر از مخلوط واکنش را به ۲ میلی‌لیتر ترکیب ۲-متوکسی‌اتانول اضافه کنید. سپس یک میلی‌لیتر محلول ۵ درصد (وزنی - حجمی) ۴- (۴-نیتروبنزیل)پیریدین در ۲-متوکسی‌اتانول، به آن بیفزایید. جذب محلول را در ۴۷۵ نانومتر با استفاده از یک شاهد مناسب مشخص کنید.

میلی گرم بر لیتر هیدرازین، می‌تواند برای موجودات زنده خطرناک و سمی باشد.

از روش‌های دیگر دفع هیدرازین، می‌توان به سوزاندن هیدرازین با حلال‌های هیدروکربنی، رقیق کردن با آب زیاد و اکسایش با موادی مانند هیدروژن پراکسید و کلسیم هیپوکلریت اشاره کرد.

اگر هیدرازین روی سطح زمین یا محل نگهداری ریخته شده باشد، آن را با آب تا غلظت کم‌تر از ۴۰ درصد رقیق می‌کنند و روی ناحیه‌ی مزبور را کف می‌پاشند تا هیدرازین تبخیر نشود؛ سپس مراحل بالا را انجام می‌دهند.

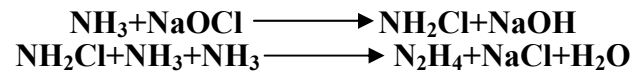
۶-۲۴- ترکیب‌های گوگردار

سدیم هیپوکلریت، سدیم سولفید را به سولفات، کربن‌دی‌سولفید را به کربن‌دی‌اکسید و سولفوریک‌اسید، تیوفنل را به فنیل‌دی‌سولفید و سایر ترکیب‌های گوگردار را به سولفونیک‌اسیدهای متناظرشان اکسید می‌کند. مرحله‌ی آغازی در اکسایش تیول‌ها، تولید دی‌سولفید متناظر است. در مرحله‌ی بعد اتیل و بوتیل‌دی‌سولفیدها بیش‌تر به سولفونیک‌اسیدهای متناظرشان اکسید می‌شوند. موقع تخریب بوتان‌تیول یا بوتیل‌دی‌سولفید، برای حل کردن بوتیل‌دی‌سولفید تقریباً حل‌ناپذیر، افزودن تریتون ۱۰۰-X لازم است و بگذارید واکنش کامل گردد. در دستور کار از محلول سدیم هیپوکلریت تازه استفاده کنید:

الف) متیل‌دی‌سولفید، تیوفنل، سدیم سولفید و کربن‌دی‌سولفید

۶۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیپوکلریت ۵ درصد و ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید یک مولار را در دمای اتاق هم بزنید. ۰٫۵ مول متیل‌دی‌سولفید (۴٫۷ گرم، ۵٫۴ میلی‌لیتر) یا ۰٫۵ مول کربن‌دی‌سولفید (۳٫۸ گرم، ۳ میلی‌لیتر) یا ۰٫۱ مول تیوفنول (۱۱ گرم،

تهیه:



کاربرد:

۱. سوخت موشک
۲. حد واسط در تهیه‌ی مواد، دفع آفات گیاهی مثل مالئیک‌اسید، داروهای از قبیل ایزونیازید و هیدرازالین
۳. بازدارنده‌ی خوردگی در آب دیگ‌های صنعتی.

منابع طبیعی:

۱. گیاه توتون: در هر نخ سیگار ۲۳ تا ۴۳ نانوگرم هیدرازین وجود دارد.
۲. آنزیم نیتروژفاز

منابع مصنوعی: تخلیه‌ی تصادفی، استعمال و از بین‌بردن نادرست ضایعات هیدرازین.

حمل و نقل: طبق مقررات بین‌المللی، حمل و نقل هیدرازین آبدار و محلول‌های آبی آن باید در ظرف‌هایی فلزی با لایه‌های پلی‌اتیلنی، ظروف فولادی یا پلاستیکی در بسته صورت گیرد.

۶-۲۳-۱- دفع ضایعات هیدرازین

برای دفع ضایعات هیدرازین، دست کم آن را تا غلظت ۴۰۰ گرم بر لیتر رقیق کرده، سپس با محلول رقیق سولفوریک‌اسید خنثی می‌نمایند و به همراه آب زیاد وارد فاضلاب می‌کنند. محلول‌های ۰٫۱

کامل بودن عمل تخریب به صورتی که در زیر شرح داده می‌شود، کنترل نمایید و آن را دور بریزید.

ترکیب‌های ذکر شده با استفاده از کروماتوگرافی گازی شناسایی می‌شوند. پیش از تجزیه، توان اکسندگی محلول را باید با اضافه کردن سدیم متابی‌سولفیت از بین برد. در هر مورد تخریب بیش از ۹۹ درصد به دست می‌آید.

مقدار سولفید باقی مانده را، با افزایش ۲۰ میلی‌لیتر مخلوط واکنش به ۱۰ میلی‌لیتر محلول سدیم بی‌سولفیت ۱۰ درصد (وزنی - حجمی) و اسیدی کردن این مخلوط با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر هیدروکلریک‌اسید دو مولار می‌توان تشخیص داد. نمونه‌ی ۲ میلی‌لیتری از این محلول را به ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد (وزنی - حجمی) از $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ بیفزایید. رسوب سیاه مس سولفید نشانگر سولفید باقی مانده است.

۶-۲۵- بنزن سولفونیل کلرید و پاراتولون سولفونیل کلرید

الف) ۵ میلی‌لیتر بنزن سولفونیل کلرید یا ۵ گرم پاراتولون سولفونیل کلرید را به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید ۲٫۵ مولار بیفزایید. روی ظرف را بپوشانید و محلول واکنش را در دمای اتاق به مدت ۳ ساعت (در مورد بنزن سولفونیل کلرید) یا ۲۴ ساعت (در مورد پاراتولون سولفونیل کلرید) هم بزنید. پس از اطمینان از کامل بودن واکنش، به روش کروماتوگرافی (که شرح آن در زیر آمده است) مخلوط واکنش را خنثی نمایید و دور بریزید.

ب) ۵ میلی‌لیتر بنزن سولفونیل کلرید یا ۵ گرم پاراتولون سولفونیل کلرید را به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید ۲٫۵ مولار بیفزایید. مخلوط واکنش را به مدت یک ساعت بازروانی کنید. پس از سرد کردن، مخلوط را برای کامل بودن واکنش تجزیه کنید. سپس آن را خنثی نمایید و دور بریزید.

۲۵٫۱۰ میلی‌لیتر) یا ۰٫۱ مول سدیم سولفید (۷٫۸ گرم) را در چندین مرحله و در مدت یک ساعت اضافه کنید. مخلوط واکنش را برای یک ساعت دیگر هم بزنید. اگر تیوفنل تخریب شود، فنیل‌دی‌سولفید جامد را با صاف کردن خارج کنید. قابلیت اکسایش لایه‌ی آبی را با اضافه کردن چند قطره مخلوط واکنش به چند قطره محلول پتاسیم‌یدید ۱۰ درصد (وزنی - حجمی) کنترل نمایید. ابتدا با هیدروکلریک‌اسید یک مولار اسیدی کنید، سپس یک قطره محلول نشاسته به عنوان شناساگر بیفزایید، رنگ آبی سیر نشان‌دهنده‌ی وجود ماده‌ی اکسنده است. مخلوط واکنش را از نظر خاتمه‌ی عمل تخریب به صورتی که در زیر شرح داده شده است کنترل کنید و آن را دور بریزید.

ب) بوتان تیول، بوتیل‌دی‌سولفید، اتان تیول و اتیل‌دی‌سولفید

۶۰۰ میلی‌لیتر از محلول سدیم هیپوکلریت ۵٫۲۵ درصد و ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید یک مولار را در دمای اتاق هم بزنید. اگر تخریب بوتان تیول یا بوتیل در سولفید مورد نظر است، ۳٫۲ میلی‌لیتر تریتون X-۱۰۰ اضافه کنید. ۰٫۵ مول اتیل‌دی‌سولفید (۱٫۶ گرم، ۶۱ میلی‌لیتر) یا ۰٫۵ مول بوتیل‌دی‌سولفید (۸٫۹ گرم، ۹٫۵ میلی‌لیتر) یا ۰٫۱ مول اتان تیول (۶٫۲ گرم، ۷٫۴ میلی‌لیتر) یا ۰٫۱ مول بوتان تیول (۹ گرم، ۱۰٫۷ میلی‌لیتر) را در چندین مرحله به مدت یک ساعت اضافه نمایید. مخلوط واکنش را به مدت ۱۸ ساعت هم بزنید. با افزودن چند قطره مخلوط واکنش به چند قطره محلول پتاسیم‌یدید ۱۰ درصد (وزنی - حجمی)، اکسندگی لایه‌ی آبی را کنترل نمایید. مخلوط را با هیدروکلریک‌اسید یک مولار اسیدی کنید و یک قطره محلول نشاسته به عنوان شناساگر به آن بیفزایید. رنگ آبی سیر نشان‌دهنده‌ی وجود ماده‌ی اکسنده است. مخلوط واکنش را جهت

(۲،۲،۴-تری‌متیل‌پنتان) تهیه نمایید و یک میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از ۱،۱-فنانترولین را به عنوان شناساگر به آن بیفزایید. این محلول را روی الک مولکولی ۴ آنگستروم (A°) به مدت یک شب خشک کنید. ۱۵ میلی‌لیتر از مخلوط ۱-بوتانول و ایزواکتان را تحت نیتروژن در یک حمام یخ هم بزینید و با احتیاط ۵ میلی‌لیتر از محلول ۵۵ ر ۱ مولار بوتیل‌لیتیم در هگزان را به آن بیفزایید. پس از ده دقیقه یا هنگامی که واکنش به ظاهر متوقف شده است، رنگ مخلوط را کنترل نمایید. اگر رنگ محلول قرمز باشد، نشان‌دهنده‌ی بوتیل‌لیتیم زیادی است؛ مقادیر بیش‌تری از مخلوط ۱-بوتانول و ایزواکتان را به آن بیفزایید تا رنگ محلول زرد شود. هنگامی که مخلوط واکنش زرد شد، ۱۰ میلی‌لیتر آب به مخلوط اضافه کنید. مخلوط را به مدت یک شب هم بزینید. لایه‌های به دست آمده را جدا کنید و دور بریزید.

ب) در روش دیگر بوتیل‌لیتیم را با پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان واکنش دهید تا گروه‌های لیتیم‌سیلانوات قابل مهارشدن تشکیل شود. این واکنش را تحت نیتروژن و با تدارک تهویه برای مقادیر قابل ملاحظه‌ی گازی که از طریق حباب‌ساز به وجود می‌آید، انجام دهید. مخلوطی هم‌حجم از پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان ۲۰۰ (با گرانی ۵ سانتی‌استوک، از نوع آلدریچ ۷-۳۱۷۶۶ یا معادل آن) و تتراهیدروفوران خشک حاوی ۲٫۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از ۱،۱-فنانترولین به عنوان شناساگر تهیه کنید. ۴ میلی‌لیتر از مخلوط پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان و تتراهیدروفوران را تحت نیتروژن هم زده و با احتیاط، ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۵۵ ر ۱ مولار بوتیل‌لیتیم در مخلوط پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان و تتراهیدروفوران به آن بیفزایید. مخلوط را به مدت یک ساعت هم بزینید، لایه‌های به دست آمده را جدا کنید و دور بریزید.

دستور کار زیر برای تجزیه‌ی دو ماده‌ی فوق مفید است:

۱۰۰ میلی‌لیتر از مخلوط واکنش را با یک میلی‌لیتر محلول ۲۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر استیک‌اسید در متانول خنثی کنید. عمل تجزیه را با HPLC فاز معکوس و با استفاده از حلال استونیتریل و آب به نسبت ۶۰ به ۴۰ انجام دهید. حلال را از ستون میکروزورب C₈ به قطر داخلی ۴٫۶ میلی‌متر و ارتفاع ۲۵۰ میلی‌متر، مجهز به ستون محافظی به قطر داخلی ۴٫۶ میلی‌متر و ارتفاع ۱۵ میلی‌متر از همان ماده یا سیستمی مشابه با آن با سرعت یک میلی‌لیتر بر دقیقه عبور دهید. ۲۰ میلی‌لیتر از نمونه را تزریق کنید و از آشکارساز UV در ۲۵۴ نانومتر استفاده نمایید.

زمان‌های تقریبی بازداری برای بنزیل‌سولفونیل کلرید ۶٫۵ دقیقه و برای پاراتولون‌سولفونیل کلرید ۷٫۹ دقیقه است. تخریب در هر دو مورد بیش‌تر از ۹۹٫۹۸ درصد است.

۶-۲۶- کمپلکس بوران-THF (BH₃.THF)

کمپلکس بوران-THF به‌طور آهسته و کنترل‌شده استون را می‌کاهد.

۳۰ میلی‌لیتر محلول یک مولار بوران-THF در تتراهیدروفوران را تحت نیتروژن به ۳۰ میلی‌لیتر استون (به همراه هم‌زدن) بیفزایید. پس از ۵ دقیقه، ۳۰ میلی‌لیتر آب اضافه کنید. هنگامی که واکنش به ظاهر خاتمه یافت، ۳۰ میلی‌لیتر آب بیفزایید و مخلوط را دور بریزید.

۶-۲۷- بوتیل‌لیتیم

دو روش زیر بررسی شده است:

الف) این واکنش را تحت نیتروژن و با تدارک تهویه برای مقادیر قابل ملاحظه‌ای گاز که از طریق یک حباب‌ساز به وجود می‌آید، انجام دهید. محلول ۱۰ درصد (وزنی - حجمی) از ۱-بوتانول در ایزواکتان

۶-۲۸- لیتیم آلومینیوم هیدرید (LiAlH_4)

این ترکیب در واقع مخلوطی از دو کاهنده‌ی قوی (دو هیدرید LiH و AlH_3) است که به حالت جامد، در هوا به‌ویژه در هوای مرطوب به سرعت مشتعل می‌شود. افزودن گرد این ترکیب به یک بالن تقطیر حاوی یک اتر مانند دی‌اتیل‌اتر، ۲،۱-دی‌متوکسی‌اتان، تتراهیدروفوران و دی‌اکسان می‌تواند موجب اشتعال آنی شود. برای اطفای آن می‌توان از گرد کمک گرفت. آب نه تنها آتش را خفه نمی‌کند، بلکه موجب شعله‌ور شدن آن می‌شود. از کربن‌دی‌اکسید نیز نباید برای خاموش کردن آن استفاده شود. کاهش بسیاری از مواد آلی از قبیل بنزوئیل‌پراکسید و بنزآلدهید با LiAlH_4 می‌تواند به واکنش‌های انفجاری منجر شود.

پس از هر آزمایش، باقی‌مانده‌ی این کاهنده را می‌توان با افزودن محتاطانه‌ی مقادیر زیاد اتیل‌استات تجزیه و تخریب کرد. از انبار کردن لیتیم آلومینیوم هیدرید در آزمایشگاه باید اجتناب کرد، آن را می‌توان به مقدار کم و در داخل خشکانه و دور از هوا و رطوبت نگهداری کرد.

برای تخریب و دفع این ترکیب سه روش زیر بیان شده است:

الف) این واکنش را تحت نیتروژن و با تدارک تهویه برای مقادیر قابل ملاحظه‌ای گاز که از طریق یک حباب‌ساز به وجود می‌آید، انجام دهید. برای این کار از حمام یخ استفاده کنید. LiAlH_4 را در حلال مناسبی هم بزینید و برای هر n گرم LiAlH_4 موجود، به آهستگی n میلی‌لیتر آب اضافه کنید. به ترتیب n میلی‌لیتر محلول سدیم‌هیدروکسید ۱۵ درصد و $3n$ میلی‌لیتر آب بیفزایید و مخلوط را برای مدت ۲۰ دقیقه به شدت هم بزینید. رسوب دانه‌ای تشکیل شده را صاف نمایید. لایه‌های آلی و آبی مایع زیر صافی را جدا کنید و دور بریزید.

ب) این واکنش را تحت نیتروژن و با تدارک تهویه برای مقادیر قابل ملاحظه‌ای گاز که از طریق یک حباب‌ساز بیرون می‌آید، انجام دهید. در حمام یخ LiAlH_4 را در حلالی مناسب هم زده، به ازای هر گرم LiAlH_4 ، به آرامی ۶ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد بیفزایید. اتانول نسبت به آب با شدت کم‌تری واکنش می‌دهد. هنگامی که واکنش کامل به نظر آمد، با احتیاط حجمی از آب برابر با حجم اولیه‌ی واکنش به آن بیفزایید و لایه‌های آلی و آبی را جدا کنید و دور بریزید.

ج) LiAlH_4 را تحت نیتروژن با استفاده از یک حمام یخ در حلالی مناسب هم بزینید و به ازای هر گرم LiAlH_4 به آرامی ۱۱ میلی‌لیتر اتیل‌استات بیفزایید. اتیل‌استات نسبت به آب با شدت کم‌تری واکنش می‌دهد؛ واکنش آن آهسته و کنترل شده است و هیدروژن هم طی واکنش متصاعد نمی‌شود. هنگامی که واکنش کامل به نظر آمد، حجمی از آب برابر با حجم اولیه‌ی واکنش به آن بیفزایید و لایه‌های آلی و آبی مایع زیر صافی را جدا کنید و دور بریزید.

۶-۲۹- ترکیب‌های آلی فلزی

برخی از مواد آلی فلزی، از جمله فلزات قلیایی مانند متیل‌لیتیم، n - بوتیل‌لیتیم، ترکیب‌های آلی فلزات قلیایی خاکی مثل منیزیم و آلومینیوم، روی و کادمیوم (مثل دی‌متیل‌کادمیوم) بر آب به شدت اثر می‌کنند. پس از پایان واکنش (آزمایش)، برای تخریب باقی‌مانده‌ی این مواد، آن‌ها را با احتیاط و به تدریج در آب و یخ وارد می‌کنند.

۶-۳۰- بنزن

استنشاق بخار بنزن اثر مزمن و جمعی دارد که به کم‌خونی و در نهایت سرطان خون تبدیل می‌شود. افراد بسیار کمی قادر هستند بوی بخار بنزن را در غلظتی کم‌تر از ۷۵ ppm (یعنی هفت برابر حد آستانه)

مصارف:

۱. به عنوان ماده‌ی خشک‌کننده: منیزیم و باریم پرکلرات بی‌آب در بسیاری موارد به عنوان خشک‌کننده و عامل آب‌زدا استفاده شده‌اند.
۲. برای بررسی یون‌های کمپلکس.
۳. بررسی‌های الکتروشیمیایی: متداول‌ترین پرکلرات‌ها به این منظور استفاده می‌شود؛ مانند: فلزات قلیایی یا تتراآلکیل‌آمونیم پرکلرات‌ها که در ولت‌سنجی به عنوان الکترولیت پشتیبان در حلال‌های آبی و غیرآبی به کار می‌روند.

خطرات: به‌طور کلی آن دسته از نمک‌های پرکلرات که کووالانسی هستند، مانند پرکلرات‌های فلزات سنگین و آلی خطرناک می‌باشند. این نمک‌ها در مقابل ضربه حساس هستند و فقط باید در مقادیر کم استفاده شوند. در به کار بردن اسپاتول یا هم‌زن برای هم‌زدن مکانیکی هر پرکلرات جامدی یا از به کار بردن پرکلرات در حضور یک ماده‌ی آلی آمیخته با یک اسید قوی جداً خودداری کنید.

۶-۳۱-۱- جانشین پرکلرات‌ها در واکنش‌های شیمیایی

چون استفاده از پرکلرات‌ها همیشه با احتمال انفجار همراه است، در صورت امکان، بهتر است از ماده‌ی دیگری به جای پرکلرات استفاده شود. اگرچه هیچ‌یک از یون‌ها تمام ویژگی‌های منحصر به‌فرد پرکلرات‌ها را ندارند، ولی در بسیاری موارد شاید بتوان از نیترات‌ها، سولفات‌ها یا حتی یون‌های هالید به جای پرکلرات استفاده کرد؛ بدون این‌که در ماهیت واکنش شیمیایی مورد نظر تأثیر نامطلوبی بگذارد. یک دسته از یون‌هایی که می‌توانند در بسیاری از موارد مفید باشند، فلوئوروآنیون‌هایی نظیر تترافلوئوروبورات (BF_4^-) و هگزاfluورو فسفات (PF_6^-) هستند.

تشخیص دهند. در صورتی که بوی بنزن قابل تشخیص باشد، به مقدار زیان آوری استنشاق شده است. به عنوان یک حلال عمومی بنزن را می‌توان تقریباً در تمامی موارد با تولوئن (حد آستانه‌ی ۱۰۰ ppm) که فراریت و سمیت کم‌تری دارد، جانشین کرد.

۶-۳۱-۳- نمک‌های پرکلرات

نمک‌های پرکلرات دسته‌ای از مواد هستند که به‌طور معمول فعالیت شیمیایی کم‌تری نسبت به پرکلریک‌اسید اولیه دارند و به مراتب پایدارتر می‌باشند. عدم فعالیت و خواصی که به آن‌ها اشاره خواهد شد، باعث مصرف زیاد آن‌ها در آزمایشگاه‌های شیمی شده است؛ بدون این‌که خاصیت انفجاری که در نهان نمک‌های پرکلرات قرار گرفته است، مورد توجه قرار گیرد.

خواص:

۱. **خصلت یونی زیاد:** بر اساس ارزیابی انجام‌گرفته، پرکلرات الکترون‌گاتیوی بسیار بالای ۴۲۴۴ دارد؛ بنابراین یون تمایل زیادی به کاتیون‌ها و مولکول‌های حلال دارد. مفهوم اول به معنی دارابودن انرژی شبکه‌ی بالا است و مفهوم دوم به معنی زیادبودن انرژی حلال‌پوشی می‌باشد.
۲. **انحلال‌پذیری زیاد در حلال‌های گوناگون:** انرژی حلال‌پوشی زیاد عامل مهمی در انحلال‌پذیری زیاد پرکلرات‌ها است.
۳. **بی‌اثری نسبت به اکسایش و کاهش:** پرکلرات‌ها به صورت الکتروشیمیایی اکسید نمی‌شوند یا کاهش پیدا نمی‌کنند. این خاصیت، آن‌ها را برای مطالعات الکتروشیمیایی در حلال‌های گوناگون بسیار ارزشمند ساخته است.
۴. **توانایی کمپلکس‌دهندگی ضعیف.**

۷- سم‌زدایی و تخریب گازهای سمی در آزمایشگاه

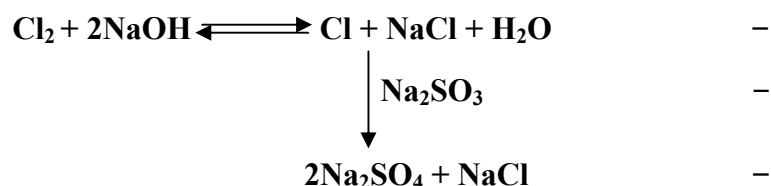
گازهای کاهنده: سم‌زدایی این گازها توسط کلسیم‌هیپوکلریت انجام می‌شود.

گازهای اکسنده: به درون عامل کاهنده (مثل Na_2SO_3) هدایت می‌شوند.

۷-۱- کلر

خطر: گازی است مهاجم که با هیدروژن یا هیدروکربن در نور منفجر می‌شود. کلر هم‌چنین می‌تواند اثر معمولی را سریع و آبی مشتعل و بر بسیاری از ترکیب‌های از قبیل دی‌بوران‌ها، ترسیوبوتانول به شدت اثر کند.

دفع: این گاز (همین طور برم)، پس از انتقال به داخل محلول قلیایی رقیق، هیپوهالوژنیت تشکیل می‌دهد. هیپوهالوژنیت را به عنوان محلول سفیدکننده به کار می‌برند؛ هم‌چنین می‌توان سمیت آن را از طریق واکنش با سدیم‌تیوسولفات زدود. محلول واکنش را با مقدار کافی آب شست‌وشو می‌دهند و تخلیه می‌کنند.



۷-۲- فلوئور

خطر: بر بسیاری از مواد به شدت اثر می‌کند؛ به‌طوری که برم و ید در حضور فلوئور حتی در دمای اتاق آتش می‌گیرند. هم‌چنین بر آب و

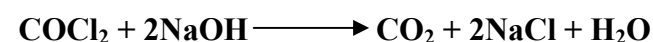
برخی حلال‌های آلی مانند کربن‌تتراکلرید، کلروفرم، هگزان و ... به صورت انفجاری اثر می‌کند.

دفع: این گاز را می‌توان با بی‌کربنات جامد، آهک سوددار یا زغال‌چوب در صافی جامدی واکنش داد. هیدروژن‌فلوئورید سمی و محلول‌های آبی آن را، با شیر آهک در $\text{pH}=12$ به صورت کلسیم‌فلوئورید نامحلول بی‌اثر می‌کنند.

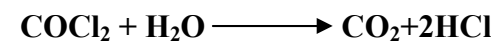
نکته: برای این کار باید جدیدترین روش‌های احتیاطی ایمنی را به کار برد و از بطری‌های اتیلنی به عنوان ظرف واکنش استفاده کرد.

۷-۳- فسژن

فسژن که در تهیه‌ی مواد اهمیت زیادی دارد، با انتقال به داخل محلول سدیم‌هیدروکسید سوزآور ۱۵ درصد (محلول‌های فسژن باید قطره قطره به مقدار اضافی سدیم‌هیدروکسید اضافه شوند) و با هم‌زدن به مدت یک ساعت در دمای اتاق تخریب می‌شود. مخلوط واکنش را می‌توان پس از خنثی‌کردن با هیدروکلریک‌اسید در مقادیر کم در دست‌شویی تخلیه کرد.



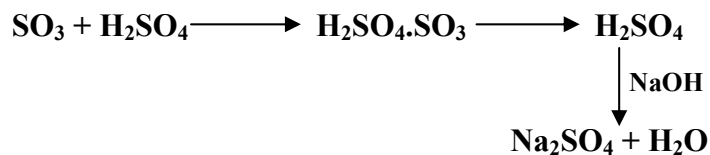
آب‌کافت فسژن با تعلیقی از زغال فعال، روش دفع بسیار ساده و اقتصادی است. سرعت آب‌کافت دو برابر روش آب‌کافت معمولی است. به‌طورکلی یک حجم از زغال، قادر به تخریب ۴۰ تا ۷۰ حجم فسژن است. آب باید به مقدار کافی ریخته شود تا غلظت HCl تولیدی ضمن آب‌کافت از ۱۰ درصد تجاوز نکند. غلظت‌های بیش‌تر از این، از کامل‌شدن آب‌کافت فسژن جلوگیری می‌کند.



یک نوع واکنش سم‌زدایی که استفاده‌ی دیگری هم دارد، انتقال فستون به داخل تتراهیدروفوران در مجاورت دی‌متیل‌فرمامید (DMF) یا روی کلرید (ZnCl₂) است که بر اثر حلقه‌گشایی تتراهیدروفوران منجر به تولید ۴،۱-دی‌کلروپوتان می‌شود. این دی‌هالید را می‌توان برای مصارف دیگر به کار برد.

۴-۷- تری‌اکسید گوگرد

بهترین راه سم‌زدایی از این گاز، انتقال آن به داخل سولفوریک‌اسید غلیظ است. اولئوم 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.

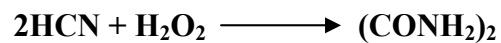


۵-۷- گوگرددی‌اکسید (SO₂)

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

۶-۷- هیدروژن سیانید (HCN)

به آسانی با عوامل اکسنده مورد حمله قرار می‌گیرد. سپس ضمن واکنش مناسب با هیدروژن‌پراکسید، محصول بی‌ضرری به دست می‌آید.



کلر با هیدروژن‌سیانید واکنش می‌دهد و سیانوژن کلرید سمی را تشکیل می‌شود که در ادامه سم‌زدایی آن گفته خواهد شد. روش دفع معمول هیدروژن‌سیانید و محلول‌های آن، شامل واکنش با هیپوکلریت‌های قلیایی یا واکنش با قلیاها و نمک‌های فرو است (جدول ۱ را ببینید).

جدول ۱. راه‌های دفع گازهای آزمایشگاهی

گاز سمی	روش دفع
آرسین	از داخل محلول هیپوهالیت عبور دهید یا با محلول آبی AgNO ₃ یا KOH واکنش دهید تا As ₂ O ₃ تشکیل شود؛ سپس عملیات را ادامه دهید.
اتیلن‌اکسید	از داخل محلول HCl رقیق سرد عبور دهید (گلیکول تشکیل می‌شود)
استیبین	از داخل محلول هیپوهالیت عبور دهید.
بخار جیوه	روی بستر زغال فعال حاوی ید، جذب سطحی کنید.
بخارهای حلال	روی سطح زغال فعال جذب یا متراکم گردد.
دی‌بوران	از داخل آب عبور دهید تا بوریک‌اسید و هیدروژن (خطرناک) تشکیل شود؛ در قلیا هیپوبورات تشکیل می‌شود که با اسیدی کردن می‌توان آن را تجزیه کرد.
سیانوژن کلرید	از داخل محلول NaOH ۱۵ درصد عبور دهید.
فستون	از داخل محلول NaOH ۱۵ درصد یا تعلیق زغال غعال عبور دهید.
فسفین	از داخل محلول هیپوهالیت یا AgNO ₃ عبور دهید.
فلوئور	از داخل یک صافی گاز پر شده با NaHCO ₃ یا آهک سوددار عبور دهید.

از یک صافی پر شده با مخلوطی از زغال فعال و هوپکالیت (hopcalite) عبور دهید.	کربن مونوکسید
از داخل محلول سود سوزآور رقیق عبور دهید و هیپوکلریت تشکیل شده را با محلول $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ تجزیه کنید.	کلر
از داخل اتانول عبور دهید و محلول حاصل را بسوزانید. از داخل محلول های Na_2SO_3 و $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ عبور دهید.	گاز فرمالدهید گازهای اکسنده
از داخل محلول $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ عبور دهید.	گازهای کاهنده
از داخل محلول غلیظ H_2SO_4 عبور دهید و سپس التوم تشکیل شده را قطره قطره به مخلوط آب و یخ اضافه و سپس با NaOH خنثی کنید.	گوگردتری اکسید
از داخل محلول NaOH ۱۵ درصد عبور دهید	گوگردی اکسید
از داخل محلول هیپوهالیت عبور دهید.	مونو سیلان
از داخل محلول NaOH ۱۵ درصد عبور دهید.	هیدروژن برمید
از داخل محلول KOH ۱۵ درصد عبور دهید و در ادامه آن را به عنصرش کاهش دهید.	هیدروژن تلورید
از داخل محلول KOH ۱۵ درصد عبور دهید و در ادامه آن را به عنصرش کاهش دهید.	هیدروژن سلنید
از داخل تعلیق فریک هیدروکسید عبور دهید.	هیدروژن سولفید
از داخل محلول رقیق NaOH عبور دهید، سیانید تشکیل شده را با محلول $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ اکسید و با مقدار زیادی آب رقیق کنید.	هیدروژن سیانید
از داخل آب آهک در pH ۱۲ عبور دهید. (از یک بالن پلی اتیلنی استفاده کنید).	هیدروژن فلئورید
از داخل محلول NaOH ۱۵ درصد عبور دهید.	هیدروژن کلرید
با رعایت احتیاطهای ایمنی مناسب آن‌ها را بسوزانید.	هیدروکربن‌ها

۷-۷- سیانوزن کلرید

سم‌زدایی با هیپوکلریت امکان‌پذیر است. در آزمایشگاه سیانوزن را باید با افزایش آن به سود سوزآور رقیق (همراه سیانات) تخریب کرد.

۷-۸- کربن مونوکسید (CO)

جذب این گاز توسط مخلوطی از زغال فعال و هوپکالیت (منگنز دی‌اکسید و مس‌اکسید) صورت می‌گیرد، در این روش کربن مونوکسید (CO) به کربن دی‌اکسید (CO_2) تبدیل می‌شود. در پژوهش‌های جدید از خوشه‌های $[\text{Rh}_6(\text{Co})_{16}]$ به عنوان کاتالیزگر برای اکسایش CO به CO_2 استفاده شده است.

۷-۹- هیدروکربن‌های گازی (متان، اتان، پروپان، اتیلن و استیلن)

تخریب آن‌ها به وسیله‌ی سوزاندن انجام می‌شود. به دلیل خطر انفجار و اطمینان از کنترل مطلوب فرآیند احتراق، مراقبت‌های ویژه لازم است.

۷-۱۰- هیدروژن سولفید (H_2S)

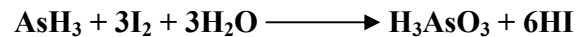
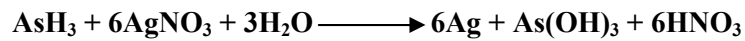
سم‌زدایی این گاز نیز به وسیله‌ی احتراق انجام می‌شود؛ این کار حتی در مقادیر آزمایشگاهی باید با نهایت احتیاط انجام گیرد. هیدروژن سولفید در ظروف کوچک توسط محلول نمک فلز سنگین بهتر تخریب می‌شود و برای این منظور، تعلیقی از آهن(II) هیدروکسید ارزان‌ترین منبع است.

۷-۱۱- هیدروژن سلنید

این گاز را می‌توان از داخل محلول پتاسیم هیدروکسید ۱۵ درصد عبور داد تا به عنصر سلنیم تبدیل شود.

۱۲-۷- آرسین

با شعله‌ی آبی کم‌رنگی می‌سوزد و تولید آرسنیک می‌کند که خود ماده‌ای سمی است. محلول‌های آبی آرسین به سرعت به ترکیب‌های آرسنیک تجزیه می‌شوند و این ترکیب‌ها را می‌توان به صورت کلسیم‌آرسنات رسوب داد. بی‌اثر کردن مقادیر کم آرسین در آزمایشگاه، از طریق اکسایش آرسنواسید با نقره‌نیتрат، با ید بهتر انجام می‌گیرد.



عبوردادن آرسین از داخل مقدار کافی آب برم یا محلول هیپوبرومیت قلیایی نیز توصیه شده است.

۱۳-۷- استین

استین را با عبور از داخل عوامل اکسنده‌ی قوی (هیپوهالوژنیت‌ها، آب برم، KMnO_4) تخریب می‌کنند.

۱۴-۷- فسفین

با عبور از داخل محلول هیپوکلریت، به فسفات اکسید می‌شود.

۱۵-۷- دی‌بوران

خطر: به شدت بر آب اثر می‌کند و ممکن است آتش بگیرد. این ترکیب‌ها در دمای اطلاق با آزاد کردن هیدروژن تجزیه می‌شوند. هیدروژن حاصل پس از مخلوط شدن با هوا آتش می‌گیرد. دی‌بوران‌ها را نباید در کربن‌دی‌اکسید وارد کرد؛ زیرا با کربن‌دی‌اکسید واکنش می‌دهد.

دی‌بوران را می‌توان با گذراندن آن از درون آب به بوریک‌اسید و هیدروژن (خطر!) تجزیه کرد. دی‌بوران با عوامل اکسنده به شدت واکنش می‌دهد (مثلاً با کلر منفجر می‌شود).

۱۶-۷- مونوسیلان (SiH_4)

ضمن عبور از داخل محلول‌ها یا تعلیق عوامل اکسنده‌ی قوی مثل کلرید آهک، هیپوکلریت با KMnO_4 سم‌زدایی می‌شود و سیلیسیک‌اسید تشکیل می‌دهد. باید توجه داشت که واکنش مونوسیلان با هالوژن‌ها انفجارآمیز است.

۱۷-۷- بخار جیوه

حذف بخار جیوه از گازها به وسیله‌ی عمل جذب سطحی امکان‌پذیر است. اما جاذب‌های معمول مناسب نیستند؛ برای این کار باید از جاذب‌های آغشته‌شده و جاذب‌هایی که موادی را بر آن‌ها (به عنوان بستر) نشانده‌اند استفاده کرد. به‌طور مثال زغال فعال آغشته به اسیدهای معدنی یا ید مناسب است.

زغال فعالی که گوگرد، Na_2S ، NaHS ، Na_2S_x ، تیوسیانات‌ها و تیوسمی‌کاربازیدها را تا ۴۰ درصد وزنی بر آن‌ها نشانده‌اند، برای این کار استفاده می‌شوند. با این روش سرعت خروج بخار جیوه از هوا تا ۹۹ درصد می‌رسد.

۸- چند روش معتبر برای تخریب مواد شیمیایی خطرناک

در آزمایشگاه‌های آموزشی و پژوهشی، مواد شیمیایی خطرناک زیادی وجود دارد؛ ولی روش‌های معدودی برای تخریب آن‌ها به موادی با سمیت کم‌تر شناخته شده است. ترکیب‌های بررسی‌شده عبارتند از: دی‌متیل‌سولفات (DMS)، دی‌اتیل‌سولفات (DES)، متیل‌سولفونات

۸-۱-۱- معرفی روش‌های تخریب

توجه: زمان‌هایی که در واکنش‌های زیر داده شده است، نتایج خوبی هستند که در شرایط تجربی مشخص شده‌اند؛ ولی ممکن است عواملی مانند: اندازه، شکل بالن و سرعت هم‌زدن در زمان واکنش مؤثر باشند. در صورت کامل‌نبودن واکنش، دو لایه آشکار خواهد شد و هم‌زدن باید تا وقتی که مخلوط کاملاً یکنواختی به دست آید، ادامه یابد.

۸-۱-۱-۱- تخریب دی‌متیل‌سولفات و دی‌اتیل‌سولفات

۱۰ میلی‌لیتر DMS یا DES را فوراً به بالن ۵۰۰ میلی‌لیتری محلول سدیم‌هیدروکسید یک مولار که به سرعت هم زده می‌شود، اضافه می‌کنیم. بعد از ۱۵ دقیقه آخرین ذرات DMS و بعد از سه ساعت آخرین ذرات DES وارد محلول می‌شود، به طوری که دیگر هیچ یک از آن‌ها در محلول قابل تشخیص نخواهد بود.

این روش را برای تخریب مقادیر بزرگ‌تر هم می‌توان به کار برد. بنابراین ۱۰۰ میلی‌لیتر DMS وارد محلول شده و دیگر قابل تشخیص نخواهد بود. نتایج مشابهی نیز برای DES به دست می‌آید، ولی انحلال بسیار کند صورت می‌گیرد. بعد از ۲۴ ساعت (زمان کامل واکنش) هیچ اثری از DES در محلول دیده نمی‌شود. مخلوط واکنش باید از نظر کامل‌شدن تخریب مورد آزمایش قرار گیرد و با ضایعات آبی بی‌خطر دور ریخته شود.

۸-۱-۲- تخریب متیل‌متان‌سولفونات، اتیل‌متان‌سولفونات، بوتادی‌ان

دی‌اپوکسید و ۳،۱- پروپان‌سولفورن

الف) یک میلی‌لیتر از ترکیب را به ۵۰ میلی‌لیتر محلول سدیم‌هیدروکسید یک مولار اضافه می‌کنیم و مخلوط به دست آمده را یک ساعت برای PS، ۶ ساعت برای MMS، ۲۰ ساعت برای BDE و

(MMS)، اتیل‌متان‌سولفونات (EMS)، N-متیل‌اورتان (MUT)، N-

اتیل‌اورتان (EUT)، β -پروپیولاکتون (BPL) و سیکلوسرین (CS).

از میان این مواد، DES و DMS به صورت گسترده‌ای به عنوان واکنشگرهای آلکیل‌دارکننده استفاده می‌شود، استرهای سولفونیک‌اسید (EMS, MMS, Ps) به عنوان جهش‌زای آزمایشگاهی، BDE برای ایجاد اتصال پل‌های عرضی بسپارها و به عنوان عامل جلوگیری از فساد، استرهای کاربامیداسید (EUT, MUT, MC, UT) در تهیه‌ی مواد آلی، BPL در تهیه‌ی ترکیب‌های آلی و به عنوان استریل‌کننده و CS به عنوان آنتی‌بیوتیک به کار می‌روند. حتی اگر این ترکیب‌ها در آزمایشگاه هم زیاد مورد استفاده قرار نگیرند، در انبارها با آن‌ها مواجه خواهیم بود.

برای تجزیه‌ی این ترکیب‌ها، از بازهای قوی استفاده شده است؛ اگر بازهای قوی مؤثر نباشند، از پتاسیم‌پرمنگنات در سولفوریک‌اسید برای تجزیه‌ی β -پروپیولاکتون و سیکلوسرین استفاده می‌شود. بسیاری از این ترکیب‌ها خطرناک هستند و باید با دقت بسیار در زیر هود با آن‌ها کار کرد. دی‌متیل‌سولفات بسیار فرار و سمی است، سوختگی‌های شدیدی ایجاد می‌کند و به ریه‌ها و کلیه‌ها و کبد آسیب می‌رساند.

DMS و DES به عنوان مواد سرطان‌زا برای حیوانات آزمایشگاهی شناخته شده‌اند و ممکن است برای انسان نیز سرطان‌زا باشند. MPL، PS، BDE، EMS و MMS برای حیوانات آزمایشگاهی سرطان‌زا هستند.

اخطار: مشخص شده است تعدادی از این ترکیب‌ها در حیوانات آزمایشگاهی سرطان ایجاد می‌کنند و همه‌ی آن‌ها برای انسان نیز سرطان‌زا هستند. پس باید جزء مواد خطرناک تلقی شوند و فقط در زیر هود و با روش مناسب با این ترکیب‌ها کار کرد.

۸-۲- بحث و نتیجه‌گیری

از واکنش EUT, MUT, UT, MC, PS, BDE, EMS, MMS و DES با بازهای قوی در شرایط ویژه‌ای که در روش‌های تخریب معرفی شد، پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که تمام ترکیب‌ها به‌طور کامل تخریب می‌شوند و هیچ اثری از این ترکیب‌ها وجود ندارد. هیچ تمایلی برای تشکیل مجدد ترکیب‌ها دیده نمی‌شود و مخلوط‌های نهایی جهش‌زا نیستند.

تنها مورد استثنایی تخریب BDE با محلول سدیم‌هیدروکسید یک مولار بود که مخلوط حاصل کاملاً جهش‌زا است. ولی تخریب BDE با سدیم‌هیدروکسید ۵ مولار مخلوط نا جهش‌زایی ایجاد می‌کند. بنابراین احتیاط آن است که برای تخریب BDE از سدیم‌هیدروکسید ۵ مولار استفاده شود.

۹- آیا می‌دانید ...

۱. تماس مستمر با برخی از مواد شیمیایی سبب پدید آمدن بافت‌های سرطانی می‌شود.
۲. ۲،۱- دی‌کلرواتان؛ ۲،۲،۱،۱- تتراکلرواتان؛ ۲،۱،۱- تری‌کلرواتان؛ تری‌کلرواتیلن؛ اتیلن‌ایمین؛ دی‌کلروبنزیدین؛ کربن‌تتراکلرید؛ آکریلو نیتریل و کرومات‌ها مشکوک به سرطان‌زایی هستند.
۳. پنبه‌ی نسوز (آزبست)، بنزیدین، وینیل کلرید سرطان‌زا هستند و اغلب بیماری‌های کلیوی و کبدی را ایجاد می‌کنند.
۴. اغلب ترکیب‌های مس سمی هستند، انباشت سرب و ترکیب‌های آن در بدن، ایجاد مسمومیت می‌کنند. جیوه و ترکیب‌های آن نیز اغلب سمی هستند و از راه پوست وارد بدن شده، در آنجا انبار می‌شوند، تعدادی از ترکیب‌های آلی فسفر سمی می‌باشند و از راه پوست جذب بدن می‌شوند.

۴۸ ساعت برای EMS هم می‌زنیم. در پایان زمان مورد نظر، مخلوط باید از نظر کامل‌شدن تخریب، مورد آزمایش قرار گیرد و با ضایعات آبی بی‌خطر دور ریخته شود.

ب) یک میلی‌لیتر از ترکیب را به ۱۰ میلی‌لیتر محلول سدیم‌هیدروکسید ۵ مولار بیفزایید و مخلوط را یک ساعت برای PS، ۲ ساعت برای MMS، ۲۲ ساعت برای BDE و ۲۴ ساعت برای EMS هم می‌زنیم. در پایان زمان مورد نظر، مخلوط باید از نظر کامل‌شدن تخریب، مورد آزمایش قرار گیرد و با ضایعات آبی بی‌خطر دور ریخته می‌شود.

۸-۱-۳- تخریب N-متیل‌اورتان، متیل‌کربامات و اورتان

۵۰ میلی‌گرم از ترکیب را به ۱۰ میلی‌لیتر محلول سدیم‌هیدروکسید ۵ مولار بیفزایید. مخلوط برای ۴ ساعت بازروانی می‌شود. در پایان این زمان، محلول را به حال خود بگذارید تا سرد شود، سپس از نظر کامل‌شدن تخریب، مورد آزمایش قرار می‌دهیم و با ضایعات آبی بی‌خطر دور می‌ریزیم.

۸-۱-۴- تخریب β- پروپیولاکتون و سیکلوسرین

۰.۵ میلی‌لیتر (۵۷۳ میلی‌گرم) β- پروپیولاکتون یا ۰.۵ گرم سیکلوسرین را در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید (سولفوریک‌اسید) ۳ مولار بریزید. ۴۸ گرم پتاسیم‌پرمنگنات همراه با هم‌زدن به مخلوط اضافه کنید. مخلوط به دست آمده را در دمای اتاق برای ۱۸ ساعت هم بزنید و سپس به‌وسیله‌ی آسکوربیک‌اسید رنگ‌زدایی و توسط سدیم‌بی‌کربنات خنثی نمایید. مخلوط واکنش باید از نظر کامل‌شدن تخریب، مورد آزمایش قرار گیرد و با ضایعات آبی بی‌خطر دور ریخته شود.

در صورت امکان از ترکیب‌های یادشده، باید دوری جست. در صورت سروکار داشتن با این مواد، باید با به کار بردن روش‌های ایمنی، از تنفس آن‌ها و امکان جذب‌شدن از راه پوست جلوگیری کرد.

۵. پرکلریک‌اسید می‌تواند به شدت با مواد آلی از جمله چوب‌پنبه، پارچه، لاستیک یا چوب واکنش دهد. علاوه بر این دودی که از اسید مایع خارج می‌شود، توسط این مواد جذب شده، آن‌ها را به شدت مشتعل یا منفجر می‌کند. به این دلیل پرکلریک‌اسید را نباید زیر هودی که چارچوب آن چوبی باشد، یا نزدیک هر ماده‌ی آلی دیگری نگهداری کرد.

۶. تکه‌هایی از سدیم‌آمید که زردرنگ شده، نباید در هاون کوبیده شود؛ بلکه باید با مخلوط کردن آمونیوم کلرید جامد از بین برود.

۷. در انتخاب یک ماده‌ی خشک‌کن علاوه بر قدرت خشک‌کنندگی، مناسب بودن آن با ماده‌ی خشک‌شونده را هم باید در نظر گرفت. سولفوریک‌اسید غلیظ که با آب، بازها و آمین‌ها واکنش شدید و گرمازا می‌دهد، خشک‌کننده‌ی مناسبی برای این مواد نیست. هم‌چنین فسفریک‌انیدرید (P_2O_5) که بسیار آب‌دوست است، یک خشک‌کننده‌ی عالی است؛ ولی برای خشک‌کردن الکل‌ها، اسیدها، آمین‌ها و کتون‌ها مناسب نیست.

۸. سدیم‌آزید (NaN_3) که به عنوان یک باکتری‌کش به کار می‌رود، اگر به صورت محلول آبی در ظروف فلزی به‌ویژه مس قرار بگیرد، می‌تواند به آزید فلزی انفجاری تبدیل شود.

۹. نقره‌آزید (AgN_3) یک ماده‌ی منفجره است. این ترکیب در محلول نیترات‌نقره‌ی آمونیاکی (واکنشگر تولنس) تولید می‌شود. به همین دلیل باید این واکنشگر را هنگام مصرف تهیه و باقی‌مانده را تخریب کرد. برای تخریب باقی‌مانده‌ی واکنشگر تولنس، از سدیم کلرید استفاده می‌شود.

۱۰. لیتیم‌آلومینیم‌هیدرید ($LiAlH_4$) با آب به شدت ترکیب می‌شود و با حلال‌های آلی نیز نباید تماس پیدا کند.

۱۱. کلسیم‌استیلید (CaC_2) معروف به کاربید، به آسانی با آب ترکیب می‌شود و استیلن آزاد شده، در صورت تراکم مستقل می‌شود.

۱۳. مخلوط تیونیل کلرید ($SOCl_2$) و تتراهیدروفوران به نسبت ۲ به ۱ قابل انفجار است. مطالعات حرارتی روی سیستم نشان می‌دهد که اگر مخلوطی از این دو ترکیب، بدون هم‌زدن تا دمای ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت داده شود، واکنش سریع و شدیدی انجام می‌شود، به طوری که دما و فشار به سرعت و به مقدار زیاد افزایش می‌یابد. محصولات این واکنش عبارتند از: گاز SO_2 ، بیس (۴-کلرو بوتیل)‌اتر و ۴-دی‌کلرو بوتان. علت انفجار را تولید ناگهانی گاز SO_2 می‌دانند.

۱۴. رایج‌ترین مواد ناپایدار موجود در آزمایشگاه چه هستند؟ جدول ۲ را مشاهده کنید.

جدول ۲: رایج‌ترین مواد شیمیایی ناپایدار در آزمایشگاه

عامل	مثال
پروکسید	آب اکسیژنه
پروکسید فلزی	سدیم پراکسید
هیدروپراکسید	ترسیوبوتیل‌هیدروکسید
پراکسید	دی‌ترسیوبوتیل‌پراکسید
پراسید	پراستیک‌اسید
پرانیدرید	پراستیک‌انیدرید
پراستر	ترسیوبوتیل‌پربنزوات
اوزونید	اوزون
پرکلرات	پرکلریک‌اسید، پرکلرات‌های آلی و معدنی
پلی‌نیترو	تترانیترومتان، تری‌نیتروگلیسرین، تری‌نیتروتولون
فولمینات	جیوه‌فولمینات
هالوآمین - هالوآیمید	بروموآستامید
نمک دی‌آزونیوم	بنزن‌دی‌آزونیوم کلرید، نقره‌آزید، ید‌آزید

نکنید. برای بازکردن شیر کپسول‌های حاوی گاز سمی فسژن، کلر، هیدروژن، سولفید، آرسین، فسفین، دی‌بوران و ... ماسک بزنید. این کار را به هیچ وجه به تنهایی انجام ندهید.

جدول ۳: رنگ کپسول‌های گاز.

گاز	فرمول	رنگ قراردادی روی کپسول
استیلن	C ₂ H ₄	حنایی‌رنگ
هیدروژن کلرید	HCl	خرمایی روشن
آمونیاک	NH ₃	سبز روشن+اسکلت سر
کربن‌دی‌اکسید	CO ₂	سبز روشن
گوگرددی‌اکسید	SO ₂	خاکستری
آرگون	Ar	سبز روشن+اسکلت سر
نیتروژن	N ₂	زرد
دوتریم	D ₂	سیاه
نیتروژن‌دی‌اکسید	NO ₂	قرمز
هلیوم	He	سبز روشن+اسکلت سر
گوگرد هگزاfluوئورید		قهوه‌ای(بلوطی)
هیدروژن	SF ₆	سبز سیر
هیدروژن سولفید	H ₂	قرمز
هیدروکربن‌های مایع	H ₂ S	سبز روشن+اسکلت سر
کریپتون	R-H	صورتی
متان	Kr	قهوه‌ای
نیتروژن مونو کسید	CH ₄	صورتی
نئون	NO	سبز روشن+اسکلت سر
ایتیلن اکسید	Ne	سبز روشن+اسکلت سر
اکسیژن	(CH ₂)O	صورتی
نیتروژن پنتو کسید	O ₂	سفید
زنون	N ₂ O ₅	آبی
	Xe	قهوه‌ای

۱۰- ایمنی کار با کپسول‌های گاز تحت فشار

کپسول‌های حاوی گاز تحت فشار، به صورت مایع یا محلول از نوع بی‌اثر تا سوزاننده، سوزنده و اشتعال‌پذیر در هوا و یا سمی و خورنده را باید با احتیاط به کار برد. پیش از به کار بردن گاز، با بررسی رنگ قراردادی روی کپسول (جدول ۳) باید از جنس گاز آن مطمئن شوید.

فشارشکن روی کپسول، باید متناسب با جنس گاز باشد. وزن کپسول پرشده، هرگز نباید از مجموع وزن کپسول و حداکثر وزن گاز که برای کپسول مجاز است، تجاوز کند. مقدار گاز درون کپسول را با فشارسنج تعیین نکنید، برای این منظور کپسول را وزن کنید.

برای مونوکسید نباید از فشارشکن‌های انشعاب‌دار حاوی نیکل استفاده کنید، زیرا کمپلکس نیکل-کربونیل تشکیل می‌شود که صد بار سمی‌تر از گاز کربن مونوکسید است.

لازم است کپسول‌های کوچک (یک لیتری) را روی پایه‌ای، ثابت و محکم کنید. ضمن پرهیز از انبار کردن این کپسول‌ها در آزمایشگاه، کپسول‌های موجود در انبار را مرتب بازرسی نمایید.

کپسول را باید با چرخ‌دستی مخصوصی که به همین منظور ساخته شده است، حمل کرد. از روش‌های دیگر جابه‌جایی مانند حمل با دست یا چرخاندن آن اجتناب کنید. زیرا خطر افتادن کپسول و زخمی شدن حامل وجود دارد.

باز و بست کردن کپسول گاز، باید با دقت و احتیاط انجام گیرد. اگر شیر کپسول سفت شده و باز نمی‌شود، با یک اسفنج یا پارچه‌ی خیس‌شده با آب گرم، میله‌ی آن را به آرامی گرم کنید. اگر مؤثر نبود، به آن فشار وارد نکنید (استفاده از چکش و ضربه هم خطرآفرین است). پس از استفاده از گاز، شیر فشارشکن را در حالی که شیر انتهایی فشارسنج باز است، به آرامی باز کرده، سپس بدون فشار و زورآزمایی، شیر را ببندید. هیچ شیر کپسولی به‌ویژه کپسول اکسیژن را چرب

این روش، مولکول‌های سمی به فرآورده‌های جانبی، سازگار با محیط زیست و بی‌خطری مانند کربن، کلسیم‌هیدروکسید و کلسیم‌کلرید تبدیل می‌شود.

این روش به‌ویژه برای از بین بردن ترکیب‌های آلی هالوژن‌دار مانند: DDT، PCB و کلروبنزن مؤثر است. برای مثال در یک آزمایش بیش از ۹۹...۹۹ درصد PCB به همراه کلسیم‌اکسید از بین رفت. ولی برای از بین بردن یک نمونه‌ی DDT شش‌ونیم ساعت وقت لازم بود.

این روش هم‌چنین دارای مزیت‌هایی در مقایسه با فرآیند دفع ضایعات مانند جذب گرمایی، پالایش با کلسیم‌اکسید و زباله‌سوزی است. در این فرآیندها با استفاده از دمای بالا، مواد سمی تولید و نشر می‌شود، ولی آسیاب گلوله‌ای در محفظه‌ی نفوذناپذیری قرار دارد و در دمای پایین عمل می‌کند. استفاده از دمای پایین باعث کاهش فعالیت مواد فرار و تولید گازهای زیان‌بخش در مقایسه با زباله‌سوزها می‌شود. به علاوه می‌توان وسایل مورد نیاز را در محل استفاده کرد و هیچ نیازی به انتقال ضایعات شیمیایی نیست.

۱۱-۲- دفع ضایعات مخلوط‌های بی‌فنیل چندکلردار با فن‌آوری جدید
وزارت انرژی آمریکا، از فن‌آوری الکترون حلال‌پوشیده برای دفع ۴۰ بشکه ضایعات مخلوط پرتوزا استفاده کرد. در این فرآیند دستی غیرگرمایی، ضایعات با آمونیاک بی‌آب در یک واکنشگاه تحت فشار مخلوط می‌شوند. با افزودن یک فلز قلیایی به این محصول و انحلال در NH_3 یک عامل کاهنده تولید می‌شود که ضایعات را تجزیه می‌کند.

هنگام کارکردن با این گازها، کیفیت و مرغوبیت کپسول و قطعات ضمیمه‌ی آن، مهم‌ترین نقش را در ایمنی دارد که باید ضمن استفاده از دستگاه‌های کنترل مداوم سرعت گاز خروجی و وجود یک سیستم قطع خودکار گاز بر ایمنی آن‌ها افزود. لازم است آزمایشگاه به آشکارساز گاز مجهز باشد تا در صورت نشر گاز، فوراً آژیر خطر به صدا درآید.

وجود یک سیستم جاذب یا انهدام گاز ضروری است. بهتر است با آب و یک تخریب‌کننده گرمایی بشوید. در این حالت دقیق کردن با نیتروژن مفید است. قسمت خروجی منهدم‌کننده را همواره کنترل کنید، به‌خصوص اگر به کارآیی آن شک دارید. روغن موجود در پمپ‌های خلأ، برخی از گازها را در خود حل می‌کند. با دقت و حوصله و ضمن استفاده از ماسک و زیر یک هود قوی، روغن پمپ را عوض کنید.

۱۱- تازه‌های شیمی

۱۱-۱- روشی جدید برای از بین بردن مواد شیمیایی سمی

پژوهشگران دانشگاه استرالیا روشی جدید برای از بین بردن مواد شیمیایی سمی مانند: بی‌فنیل‌های چندکلره، PCB و DDT با استفاده از نیروی مکانیکی ابداع کردند. این گروه با آسیاب گلوله‌ای - روشی که در صنعت معدن برای خرد کردن سنگ‌ها استفاده می‌شود- عمل مسمومیت‌زدایی را انجام می‌دهند. در این روش ضایعات شیمیایی و یک واکنش‌دهنده مانند کلسیم‌اکسید در آسیاب حاوی گلوله‌های فولادی قرار داده می‌شود.

هنگامی که آسیاب شروع به کار می‌کند، برخورد گلوله‌ها به‌طور مکانیکی باعث افزایش فعالیت مواد سمی و واکنش‌دهنده می‌شود. با

ضمیمه ۱: حد آستانه‌ی برخی مواد شیمیایی خطرناک

۱- جامدهای بسیار سمی

حتی مقادیر کم این مواد به بیماری‌های شدید یا حتی مرگ منجر می‌شود.

جدول ۴: حد آستانه‌ی جامدهای سمی

حد آستانه (ppm)	ترکیب
۰٫۲ (به صورت As)	ترکیب‌های آرسنیک
۵ (به صورت CN)	سیانیدهای معدنی
۰٫۱	ترکیب‌های جیوه
۰٫۰۰۲	اسمیم‌تتروکسید (بخارهای خطرناک)
۱	اکسالیک‌اسید (و نمک‌های آن)
۰٫۲ (به صورت Se)	سلنیم و ترکیب‌های آن
۰٫۱ (به صورت Tl)	نمک‌های تالیم
۰٫۵	وانادیم‌پنتوکسید

۲- گازهای سمی خطرناک

جدول ۵: حد آستانه‌ی گازهای سمی

حد آستانه (ppm)	حد آستانه ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	ترکیب
۱	۳	بورتری‌فلورید
۵۰	۵۵	کربن مونوکسید
۱	۳	کلر
۱۰	۲۰	سیانوژن
۰٫۲	۰٫۴	دی‌آزومتان
۱	۲	فلوئور
۱۰	۱۰	هیدروژن سیانید
۳	۲	هیدروژن فلوئورید
۱۰	۱۴	هیدروژن سولفید

۳	۵	نیتروژن‌دی‌اکسید یا دوده‌های نیترو و نیتروزیل کلرید
۰٫۱	۰٫۲	اوزون
۰٫۱	۰٫۴	فسژن
۰٫۳	۰٫۴	فسفین

۳- مایعات سمی خطرناک و به شدت تحریک‌کننده

این مواد بخارهای سمی خطرناک دارند و جذب آن‌ها از طریق پوست زیان‌آور است. تماس طولانی با مقادیر کمی از آن‌ها نیز می‌تواند موجب بروز عوارض مزمن شود. بخارهای بسیاری از آن‌ها دستگاه تنفسی و چشم‌ها را به شدت تحریک می‌کند.

جدول ۶: حد آستانه‌ی مایعات سمی

حد آستانه (ppm)	حد آستانه ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	ترکیب
-	-	استیل کلرید
۰٫۱	۰٫۲۵	آکریل‌آلدهید (آکرولیین)
-	-	نیتریل‌های آلکیل و آریل
۲	۵	آلیل‌الکل
۱	۳	آلیل کلرید
۱۰	۳۰	بنزن
۱	۵	بنزیل‌برمید (و کلرید)
۱	۱۰	بورتری‌برمید (و تری کلرید)
۰٫۱	۰٫۷	برم
۵	۶۰	برومتان (متیل‌برمید)
۱۰	۳۰	کربن‌دی‌سولفید
۱	۳	۲-کلرواتانول (اتیلن کلروهیدرین)
-	-	۳-کلرو پروپانوییل کلرید
۲	۶	کروتون‌آلدهید

-	-	دی کتن
۰٫۱	۰٫۵	دی‌متیل سولفات (و دی‌اتیل سولفات)
-	-	فلوئوروبوریک اسید
۳	۲٫۵	هیدروفلوئوریک اسید
-	۰٫۲	ایزوسیاناتومتان (متیل‌ایزوسیانات)
۰٫۰۵	۰٫۳۵	نیکل کربنیل
-	-	اکسالیل کلرید
-	-	پنتاکلرواتان
۱	۱۵	تترا برومو اتان
۵	۳۵	تترا کلرواتان
-	-	تری‌متیل کلروسیلان

۴- آلکیل‌برمیدها و کلریدها

بسیاری از آلکیل‌برمیدها و کلریدهای ساده، متان‌ها و اتان‌های چندهالوژن‌دار در این گروه قرار دارند که برخی حلال‌های رایج را نیز در بر می‌گیرند.

جدول ۷. حد آستانه‌ی آلکیل‌برمیدها و کلریدها

حد آستانه (ppm)	حد آستانه (mg.m^{-3})	ترکیب
۲۰۰	۸۹۰	برمو اتان (اتیل‌برمید)
۰٫۵	۵	برمو فرم (تری‌برمو اتان)
-	-	۳-برمو پروپین (پروپارژیل‌برمید)
۱۰	۶۵	کربن‌تتراکلرید
۱۰	۵۰	کلروفرم
۲۰۰	۳۵۰	دی‌کلرومتان
۲۰	۱۴۵	۲،۱-دی‌کلرواتان (اتیل‌دی‌کلرید)
۱۰	۴۰	۲،۱-دی‌برمو اتان (اتیل‌دی‌برمید)
۵	۲۸	یدومتان (متیل‌یدید)

۵- آمین‌های آروماتیک و آلیفاتیک

بسیاری از آمین‌های آروماتیک در شکل بخار یا از طریق جذب پوستی بسیار زیان‌آور هستند.

جدول ۸: حد آستانه‌ی آمین‌های آروماتیک و آلیفاتیک

ترکیب	حد آستانه (mg.m^{-3})	حد آستانه (ppm)
آنیلین	۱۰	۲
آنیزیدین‌ها (آمینو آنیسول‌ها)	۰٫۵	۰٫۱
کلرو آنیلین‌ها	-	-
کلرو نیترو آنیلین‌ها	-	-
N,N-دی‌اتیل آنیلین	-	-
N,N-دی‌متیل آنیلین	۲۵	۵
N-اتیل آنیلین	-	-
N-متیل آنیلین	۲	۰٫۵
پارا-نیترو آنیلین (و ایزومرهای آن)	۶	۱
پارا-فنیل‌دی‌آمین (ایزومرهای آن)	۰٫۱	-
ارتو-تولوئیدین (و ایزومرهای آن)	۹	۲
زایلیدین‌ها	۱۰	۲

۶- فنول‌ها و ترکیب‌های نیترو آروماتیک

بخار آن‌ها زیان‌آور است و از طریق پوست به راحتی جذب می‌شوند؛ به ویژه فنول‌ها خواص خوردگی دارند.

جدول ۹: حد آستانه‌ی فنول‌ها و ترکیب‌های نیترو آروماتیک

ترکیب	حد آستانه (mg.m^{-3})	حد آستانه (ppm)
فنول	۱۹	۵
کرزول‌ها	۲۲	۵
کاتکول و رزوسینول	۲۰	۵
کلروفنول‌ها و دی‌کلروفنول‌ها	-	-

ضمیمه ۳: دفع پسماندهای مواد شیمیایی خورنده

این مواد شامل ترکیب‌های زیر می‌باشند: مواد معدنی مانند: نیتریک‌اسید و سولفوریک‌اسید، سود، آمونیاک و ... و مواد آلی مانند: فرمالدئید، پیکریک‌اسید و ...

جدول ۱۰: پاک‌سازی سریع مواد شیمیایی خورنده از محیط‌های آزمایشگاهی

نحوه پاک‌سازی	مواد شیمیایی پاشیده شده
از سدیم‌بی‌کربنات استفاده کنید. به وسیله‌ی یک اسفنج یا ابر، ماده را جذب نمایید.	اسیدها، مواد آلی
از سدیم‌بی‌کربنات یا کلسیم‌اکسید استفاده کنید، به وسیله‌ی یک اسفنج یا ابر، ماده را جمع‌آوری نمایید (هیدروفلوئوریک‌اسید یک ماده‌ی مستثنی است)	اسیدها، مواد غیرآلی
از آب استفاده نکنید. به وسیله‌ی شن یا سدیم‌بی‌کربنات جمع‌آوری و جذب کنید.	اسید کلریدها
با یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید	آلدهیدها
از سدیم‌بی‌سولفیت استفاده نمایید. به وسیله‌ی یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید.	آمین‌های آلیفاتیک
به وسیله‌ی یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید. از تماس پوستی یا استنشاق اجتناب کنید.	آمین‌های آروماتیک، آمین‌های آروماتیک هالوژن‌دار
با یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید. با استفاده از محلول ۱۰ درصد آمونیوم‌نیترات آلودگی‌زدایی کنید.	ترکیب‌های N ₃ (دارای قابلیت انفجار)
با اسید یا خنثی‌کننده‌های شیمیایی خنثی‌سازی کنید و با یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری نمایید.	بازها (قلیایها)
با یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید	کربن‌دی‌سولفید (قابل اشتعال و سمی)
به وسیله‌ی یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید از تماس پوستی یا استنشاق خوداری	کلروهیدرین‌ها

۱	۵	نیتروبنزن
۵	۳۰	پارا-نیتروتولون (و ایزومرهای آن)
۰٫۱۵	۱	متا-دی‌نیتروتولون (و ایزومرهای آن)
-	۱٫۵	۴،۲-دی‌نیتروتولون (و ایزومرهای آن)
-	۱	پارا-کلرونیتروبنزن (و ایزومرهای آن)
-	-	دی‌کلرو نیتروبنزن‌ها
-	-	نیتروفنول‌ها
-	۰٫۲	دی‌نیتروفنول‌ها و دی‌نیتروکروزول‌ها
-	۰٫۱	پیکریک‌اسید

ضمیمه ۲: کلاپس و شک

کلاپس (شک بدنی) در کلیه‌ی آسیب‌هایی که به بدن می‌رسد، به میزان کم‌وبیش اتفاق می‌افتد و بستگی به افراد مختلف دارد و می‌تواند در حالت شدید منجر به مرگ شود. علامت‌هایی مانند رنگ‌پریدگی، رطوبت پوست و لرزش بدن مشاهده می‌شود.

بیمار را به حالت تکیه به پشت قرار دهید؛ در حالی که سر پایین‌تر از بدن باشد (جز در حالت خونریزی سر، سکنه‌ی ناقص، آفتاب‌زدگی). سپس بیمار را با پتو پیچیده و بدن را با اشیاء گرم در زیر پوشش، گرم کنید و اگر بیمار هوشیار باشد، داروهای محرک را از راه دهان و یا از راه تنفس و اگر بیهوش باشد، فقط از راه تنفس تجویز نمایید.

داروهای محرک مایع، ممکن است یک قاشق چایخوری از ترکیب‌های معطر آمونیاک باشد که در نصف لیوان آب، قهوه‌ی گرم یا حتی آب گرم تجویز می‌شود.

در مورد استنشاق مشتق‌های معطر، آمونیاک را روی یک گاز یا پارچه‌ی دیگری به کار برید. ویسکی یا سایر مایعات الکلی را باید وقتی به کار برد که سایر محرک‌ها در اختیار نباشند، زیرا تولید سستی می‌کنند.

نمایید.	
قبل از جارو کردن، حتماً آن‌ها را مرطوب نمایید و یا از جارو برقی با فیلترهای هپا استفاده کنید. مواد مرطوب را با ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید.	سیانیدها
از سدیم‌بی‌کربنات استفاده کنید.	هالیدها (آلی یا غیرآلی)
به وسیله‌ی یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید	هیدروکربن‌های هالوژن‌دار
به وسیله‌ی یک ابر و یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید. از مواد آلی خوداری نمایید.	هیدرازین‌ها
جذب به وسیله‌ی کلسیم‌کربنات یا کلسیم‌اکسید نسبت به سدیم‌بی‌کربنات ترجیح داده می‌شود. استفاده از سدیم‌بی‌کربنات منجر به تشکیل سدیم‌فلورید می‌شود که به طور قابل ملاحظه‌ای از کلسیم‌فلورید سمی‌تر است. مراقب باشید اسفنج مورد استفاده برای جذب ماده را درست انتخاب کنید. اسفنج‌های خاصی که شامل ترکیب‌های سیلیکات هستند با هیدروفلوئوریک‌اسید ناسازگار می‌باشند	هیدروفلوئوریک‌اسید
از سودا استفاده کنید.	محلول نمک‌های غیرآلی
با محلول کلسیم‌هیپوکلریت خنثی‌سازی کنید. با یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید.	مرکاپتان‌ها (سولفیدهای آلی)
مواد جامد را جارو کنید. با یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری نمایید.	نیتریل‌ها
با یک ابر یا اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید. از تماس پوستی و استنشاق خوداری نمایید.	ترکیب‌های نیترو
از سدیم‌بی‌سولفیت استفاده کنید	عوامل اکسیدکننده
با یک ابر و اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید.	پراکسیدها
به وسیله‌ی یک ابر و اسفنج جذب و جمع‌آوری کنید.	فسفات‌ها
از سودا و سدیم‌بی‌کربنات استفاده کنید.	مواد احیاکننده

فهرست منابع

1. *Pollution Prevention Guideline for Academic Laboratories*, Edwin Li and Stanley M. Barnett and Barbara ray, *Journal of Chemical Education*, 1 January 2003.
2. *Journal of Chemical Education*, October 1988.
3. *Journal of Chemical Education*, December 1986.
4. *Safety in the Chemical Laboratory*, Vol 4.
5. *Chemical Engineering Progress*, July 1994.
6. *Chemical Waste, Handling and Treatment*, Muller. K. R., 1986, pp 135-140.
7. *Safety in the Chemical Laboratory*, Vol 3.
8. *Journal of Chemical Education*, March 1988.
9. *Vogel's Text Book of Practical Organic Chemistry Fifth edition*, 1989, pp 35-51.
10. *Journal of Chemical Education*, November 1990.
11. *Journal of Chemical Education*, October 1990.
12. *Journal of Chemical Education*, January 1991.
13. *Journal of Chemical Education*, November 1994.
14. *Green chemistry; Theory and practice*, Jan Warner, Oxford university, 1998.
15. www.carier.com.
16. www.rsc.org/ green chemistry
17. www.chemweb.com
18. www.greenanole.com/chemistry/safety
19. www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/safety
20. www.hudson.edu/hhs/acad/science/noicew/Lab
21. www-unix.oit.umass.edu/ jimmied/Treatment
22. www.cleanwaterofnewyork.com

معرفی کتاب‌های منتشرشده

نشر دعوت تا کنون مجموعه‌ای از کتاب‌های علمی در زمینه‌ی شیمی را به چاپ رسانده است که برای آشنایی با آن‌ها در این جا عنوان می‌شود:

۱. شیمی از کلام تا کمال (از دبیرستان تا دکتری)
۲. همراه با کارآگاهان شیمی در هزاره‌ی سوم
۳. تحولی در مواد زیست‌سازگار
۴. چشم‌اندازی در صنعت پوشش
۵. توانایی و هوش NMR و MRI
۶. شیمی در زندگی روزمره و کشف ثقلب در مواد غذایی
۷. آزمایش‌های جذاب در شیمی (هیجان را در شیمی تجربه کنید)
۸. سراب (کراک، خلسه‌ی مرگ)
۹. حلقه‌های جادویی در شیمی (رمز پایداری طبیعت)
۱۰. سلاح پنهان (مرگ خاموش)
۱۱. آزمایشگاه شیمی آلی ۲ و سنتز (تهیه‌ی مواد آلی
۱۲. روش استفاده از متون شیمی
۱۳. آزمایشگاه سبز؛ از آرزو تا عمل
۱۴. آزمایشگاه جداسازی و شناسایی مواد آلی
۱۵. حقیقت شب قدر و سرنوشت نانو
۱۶. نانوکاتالیزورها
۱۷. آزمایشگاه شیمی و فن‌آوری رنگ
۱۸. آزمایشگاه شیمی و فن‌آوری مواد غذایی
۱۹. آزمایشگاه شیمی آلی ۱
۲۰. کاربرد فراصوت در فن‌آوری نانو
۲۱. کاربرد ریزموج در فن‌آوری نانو