ایمنی در آزمایشگاه

ایمنی ظرفهای کوچك حاوی مایعات اشتعال‌پذیر

هربار که درظرف حاوی مایع اشتعال‌پذیری را باز می‌کنیم، خواه حاوی سوخت یا تینر (ماده رقیق‌کنندهٔ رنگ) باشدکه در خانه مصرف‌می‌کنیم، خواه حلالی باشدکه درآزمایشگاه به‌کارمی‌بریم، بین منبع اشتعالی که احتمالاً درنزدیکی ظرف وجود دارد وفضای بخار درون ظرف، راهی برای آتش‌گیری گشوده‌ایم. به‌طورکلی، این‌فضای بخار با مایع درون ظرف درحال تعادل است. اگر بخار در حال تعادل اشتعال‌پذیر باشد، می‌تواند از منبع اشتعالی که در نزدیکی آن است آتش‌ربایی کند، یعنی واکنشی احتراقی در درون ظرف، آغاز شود. این گونه آتش‌ربایی موجب آتش‌سوزیها، صدمات و تلفات بسیاری شده است. چون کلیهٔ دانشجویان شیمی و بسیاری از مردم با ظروف محتوی مایعات اشتعال‌پذیر سر و کار دارند، آگاهی همه‌جانبه ازخطرهای آتش‌ربای بخارها مفید است. موضوع این مقاله شرح نکته‌هایی است که برای مردم عادی و برای عدهٔ زیادی از شیمیدانان تازه‌کار ناآشناست. نتایج به دست آمده ممکن است برای ارائه در درسهای مقدماتی شیمی نیز به‌درد بخورد.

اصولاً، هرمایع اشتعال‌پذیری، بسته به‌دمایی که دارد، می‌تواند بخار درحال‌تعادلی ایجادکندکه یا آن‌قدر رقیق است که نمی‌سوزد، یا اشتعال‌پذیر است ویا غلیظتر ازآن است‌که بسوزد. محوربحث، وضع مایع در دمای معمولی محیط است که مسلماً از اهمیت بیشتری‌برخوردار است. توجه داشته باشیدکه درهرظرف معمولی محتوی مایع، حتی اگر درآن برای مدتی نسبتاً طولانی باز باشد، بخار موجود در فضای بالای ظرف با مایع محتوی آن به حالتی نزدیك به تعادل باقی می‌ماند. این موضوع از این واقعیت ناشی می‌شودکه بخاری‌که ازیك مایع فرار حاصل می‌شود عموماً ازهوا سنگینتر و معمولاً خیلی سنگینتر است. دراین صورت انتشار بخار ازیك‌ظرف (سربالا) به‌علت کندی پخش و همرفت محدود می‌شود.

آزادشدن انرژی درآتش‌ربایی بخار و سرعت آزادشدن انرژی نیز وقتی به حداکثر می‌رسد که مخلوط بخار ـ هوا دارای نسبتی برابر یا نزدیك به‌توازن اکسیژنی مربوط باشد. در این نسبت آن قدر مادهٔ سوختی به شکل بخار وجود داردکه می‌تواند با تمام اکسیژن موجود درفضای‌بالای‌ظرف ترکیب شود و کربن‌دیوکسید و بخار آب تشکیل دهد. (سایر محصولات واکنش نسبتاً غیرمعمول‌اند، زیرا غالب مایعات اشتعال‌پذیر معمولی یا هیدرو-کربن‌اند یا ترکیبات کربن ـ هیدروژن ـ اکسیژن.) کتابهای دستی استاندارد حاوی مقادیری برای ارائهٔ «دامنهٔ اشتعال‌پذیری» بخارهای اشتعال‌پذیرند. منظور از «دامنهٔ اشتعال‌پذیری» غلظتی ازبخار است‌که به‌صورت درصد حجمی درهوا بیان شده و به‌حدود پایینتر و بالاتر اشتعال‌پذیری ترکیب مورد نظر مربوط می‌شود. این داده‌ها برای محاسبهٔ سرعت تهویهٔ لازم جهت جلوگیری از تراکم بخار اشتعال‌پذیر دراطراف‌اجاق یا محوطهٔ عملیاتی‌مفیدند، اما هیچ‌نوع‌اطلاعات مستقیم دربارهٔ خواص‌بخارهای درحال‌تعادل بر یك سیال معین به‌دست نمی‌دهند. با وجود این، داده‌های‌مربوط به حد اشتعال‌پذیری و اعداد محاسبه‌شده برای توازن اکسیژن را می‌توان با توجه به‌دمای مایع موردنظر به‌وسیلهٔ داده‌های فشار بخار برحسب دما که به سهولت به‌دست می‌آید، تفسیر کرد. در مورد ترکیبات‌شیمیایی نسبتاً خالص، ساده‌ترین راه برای ربط‌دادن دما به‌غلظت بخار این است‌که فشار بخار برحسب اتمسفر را با مول جزئی برابر بگیریم. با این عمل رفتار ایده‌آل را به بخار نسبت می‌دهیم. چون نتایجی که بیش از همه مورد توجه است به‌بخار نسبتاً رقیق باز می‌گردد، عدم قطعیتی‌که بدین طریق وارد می‌شود، برای منظوری‌که داریم قابل‌پذیرش است.

جدول ۱ حاوی مقادیری برای‌حدود پایینی و بالایی ۱۸ حلال معمولی به علاوهٔ اعداد محاسبه شده برای غلظتهای بخار مربوط به‌توازن اکسیژن است. همچنین اعداد محاسبه شده برای دماهایی آمده‌اندکه درآنها بخارهای‌درحال‌تعادل‌به‌حد پایینی‌اشتعال‌پذیری، توازن اکسیژن و حد بالایی اشتعال‌پذیری برای هرترکیب مربوط می‌شوند.

محاسبهٔ غلظت بخار روی مخلوطهای مایعی نظیر بنزین یا نفت سفید به‌نحوی که در بالا شرح داده شد، امکان‌پذیر نیست، زیرا ترکیب مولکولی این مواد تعیین‌کننده نیست. با وجود این، داده‌های مربوط به‌خواص‌فیزیکی‌راهنمایی‌کننده‌اند. به‌عنوان‌مثال، نفت سفید علی‌القاعده باید نقطهٔ اشتعالی بالای ۳۳ °C داشته باشد. حداقل دمایی را که برای تولید مخلوطی اشتعال‌پذیر از نفت در هوا لازم است نمی‌توان صریحاً محاسبه‌کرد، اما به‌وضوح از ۳۳°C بالاتر واز دماهای‌محیطی‌معمولی بسیار بالاتر است. همین طور، بنزین با مشخصات فشار بخاری ساخته می‌شودکه در دمای محیط غلظتهای بخاری به مراتب بیشتر از دامنهٔ اشتعال‌پذیری ایجاد می‌کند. اگر بنزین مایع را تا ۱۸ °C — سردکنیم، بخار درحال تعادل بالای آن می‌تواند اشتعال‌پذیر باشد.

داده‌های مربوط به‌دما درجدول ۱ پیش‌بینهایی در بارهٔ وضع اشتعال‌پذیری بخار درحال‌تعادل‌بالای هریك ازمایعات فهرست‌شده را به‌دست می‌دهد.

آزمایشهای اشتعال‌پذیری

بخارهای درحال تعادل در ۲۳ °C که دربالای اغلب حلالهای جدول ۱ آمده ازنظر اشتعال‌پذیری آزمایش شده‌اند. درهرآزمایش ۵ میلی‌لیتر ازحلال انتخاب و دریك پیت ۱ر۴ گالنی ازنوع "F" قرار داده شد. این مقدار تقریباً ۲۰ برابر مقداری است که برای اشباع حجم پیت‌لازم است. دهانهٔ پیت حاوی‌سوخت با دری‌پیچی

جدول ۱. رابطهٔ بین دما و اشتعال‌پذیری بخار برای حلال آلی منتخب

حلال	دامنه اشتعال‌پذیری: حدپایینی اشتعال‌پذیری	درصد حجمی توازن O_2	حدبالایی اشتعال‌پذیری	دمای (°C): حدپایینی اشتعال‌پذیری	مربوط به توازن O_2	حدبالایی اشتعال‌پذیری	اشتعال‌پذیری مشهود بخار درحال تعادل در ۲۳ °C
استالدهید	۴٫۰	۸٫۳	۶۰٫۰	−۴۲	−۳۰	+۸	آزمایش نشده‌است
استون	۲٫۶	۵٫۲	۱۲٫۸	−۲۲	−۱۰	+۸	فقط احتراق‌خارجی
ایزوآمیل استات	۱٫۱	۲٫۲	۷٫۵	+۳۱	+۴۳	+۶۸	آزمایش نشده‌است
بنزن	۱٫۳	۲٫۸	۷٫۱	−۱۷	−۲	+۱۱	فقط احتراق‌خارجی
کربن‌دی‌سولفید	۱٫۳	۶٫۹	۵۰	−۵۲	−۲۰	+۲۵	فقط احتراق‌خارجی
سیکلوهگزان	۱٫۳	۲٫۳	۸٫۰	−۱۸	−۸	+۱۲	فقط احتراق‌خارجی
دکان	۰٫۸	۱٫۳	۵٫۴	+۴۴	+۵۶	+۸۷	احتراقی نیست
پارادیوکسان	۲٫۰	۴٫۲	۲۲٫۰	+۶	+۲۰	+۵۸	آتش‌زایی
اتانول	۳٫۳	۶٫۹	۱۹٫۰	+۱۰	+۲۳	+۳۹	آتش‌زایی
اتیل استات	۲٫۲	۴٫۲	۱۱٫۰	+۴	+۱۴	+۲۲	فقط احتراق‌خارجی
اتیل اتر	۱٫۹	۳٫۵	۳۶	−۴۳	−۳۶	+۱۰	فقط احتراق‌خارجی
نرمال هپتان	۱٫۱	۱٫۹	۶٫۷	−۷	+۳	+۲۷	فقط احتراق‌خارجی
نرمال هگزان	۱٫۱	۲٫۲	۷٫۵	−۲۸	−۱۷	+۲	فقط احتراق‌خارجی
متانول	۶٫۷	۱۳٫۹	۳۶	+۱۰	+۲۰	+۳۹	آتش‌زایی
متیل اتیل کتون	۱٫۷	۵٫۲	۱۱٫۴	−۱۵	+۶	+۲۴	فقط احتراق‌خارجی
ایزوپروپانول	۲٫۵	۴٫۶	۱۲٫۰	+۱۰	+۲۱	+۳۹	آتش‌زایی
بنزین*	۱٫۳		۶٫۰	−۴۵	−۲۰	+۵	فقط احتراق‌خارجی
نفت*	؟		؟	+۷۵	+۱۰۰	؟	احتراقی نیست

* اعداد تقریبی

محکم بسته شد، سپس به‌مدت دوساعت در دمای آزمایشگاه ماند تا به‌حالت تعادل برسد و دراین مدت به‌تناوب چرخانده و تکان داده می‌شد. پس از آن شعلهٔ گاز کوچکی به‌عنوان منبع اشتعال به دهانهٔ پیت که تازه باز شده بود، نزدیک شد، جدارهای پیت را با فشار کمی خم کردیم تا گاز داغ به‌فضای بخارکشانده شود. نتایج رخدادها درجدول ۱ آمده است. «آتش‌زایی» معلوم‌می‌دارد که به دنبال نزدیک شدن منبع اشتعال، انفجار پرصدای شدیدی با شعلهٔ آبی رخ داده است و پیت داغ غیرقابل لمسی بر جای مانده است. «احتراق‌خارجی» نشان می‌دهدکه احتراق محدود به‌سوختن آرام بخار منتشر شده از پیت بوده و سوختن به‌داخل کشیده نشده است. به مطابقت میان مشاهدات آزمایشی و حدود دمای محاسبه شده برای اشتعال‌پذیری توجه کنید. در بین مایعات اشتعال‌پذیر آزمایش شده، دیوکسان و الکل معمولی از نظر تشکیل بخارهای تعادلی اشتعال‌پذیر در دمای معمولی استثنایی‌اند.

خطرهای فضای بخار

اشتعال‌پذیری بخار در ظرف حاوی مایع تا زمانی‌که دربسته باشد عملاً چندان مورد توجه نیست. همان‌طورکه در بالا خاطرنشان شد، وجود شعله یا هرمنبع اشتعال دیگری در نزدیکی دهانهٔ باز ممکن است موجب آتش‌زایی شود. باید توجه داشت که نتیجهٔ احتراق داخلی، فشار را درفضای بالایی مایع به‌حدی‌که بستگی به‌کل انرژی آزادشده و نسبت مساحت منفذ به‌حجم فضای بالای مایع دارد، می‌رساند.

معلوم شده‌است‌که احتراق‌مخلوط بخار با اکسیژن موازنه‌شده برای بسیاری ازمواد معمولی مقدار یکسانی گرما، درحدود ۳٫۳ کیلو ژول بر لیتر مخلوط بخار با اکسیژن موازنه شده، آزاد می‌کند (با ۱۰٪ ± برای حلالهای‌آمده درجدول ۱). درصورتی که منفذی وجود نداشته باشد، مانند بمب گرماسنج، نسبت فشار حاصل‌شده درحدود ۸ است. البته، هیچ‌ظرف معمولی‌حاوی مایع، ۸ اتمسفر فشار را تحمل نمی‌کند و یک احتراق داخلی بدون منفذ عملاً موجب انفجار ظرف می‌شود. به‌طورقطع، ما وجود منفذی را مسلم فرض‌کرده‌ایم که از طریق آن احتراق داخلی آغاز شده است، اما این منفذ باید فقط به‌آن اندازه باشدکه گاز داغ را از منبع اشتعال عبور دهد. ازتکنولوژی آتش‌نشانی معلوم شده است

که حتی شعله‌های دارای سرعت کم هم می‌توانند ازمنافذی با قطر در حدود ۰٫۰۷۵ cm عبور کنند. نتیجه اینکه احتراق داخلی از منافذی می‌تواند صورت بگیرد که کوچکتر ازآن هستند که دررو قابل ملاحظه‌ای فراهم کنند.

ظرفی که دررو مناسبی داشته باشد ازشعله‌ربایی آسیبی نمی‌بیند، هرچند که احتراق سریع موجب انفجار مختصر شعله از دهانهٔ ظرف می‌شود. ما رابطهٔ میان مساحت منفذ و بالارفتن‌فشارداخلی را برای چندین نوع ظرف معمولی مورد مطالعه قرار دادیم. این ظرفها شامل پیتهای مستطیلی یك گالنی ۱٫۴ گالنی (معروف به پیتهای "F") و ظرفهای پلی‌اتیلنی مستطیلی یك گالنی بود. ما نخست رابطهٔ میان فشار ایستا و حجم ظرف را مطالعه کردیم. برای این‌کار حجم چنین ظرفی را پس از آنکه در معرض هریك از مجموعه‌فشارهای ایستای فزاینده قرار گرفت، اندازه‌گیری کردیم. خلاصه‌ای ازنتایج درشکل ۲ جمع‌آوری شده است.

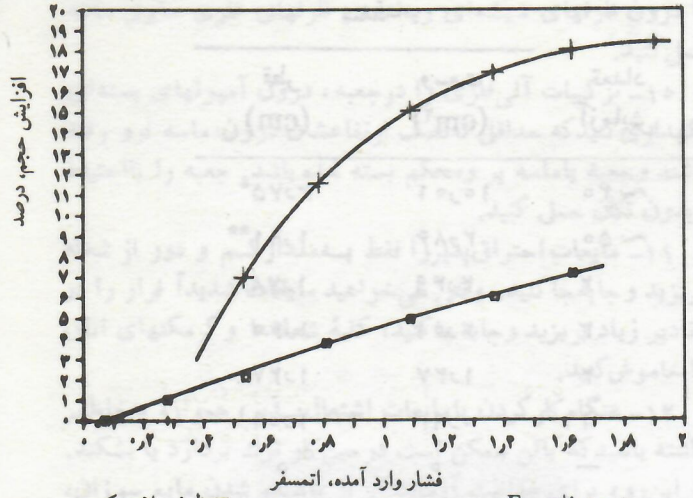
پیتهای فلزی با افزایش فشار به‌طور فزاینده اما با آهنگ‌کاهش یابنده‌ای‌تغییرشکل‌می‌دادند. ابتدا، وجوه مسطح، با اندك‌کشیدگی فلز، متورم می‌شدند و ظرف‌را پیوسته گردتر می‌کردند. درفشاری حدود ۲ اتمسفر و ۲۵٪ انبساط، این فرایند به حد تحمل درزهای نسبتاً سخت‌ظرف می‌رسید. انبساط بیشتر موجب‌شکافتن تاخوردگی درزها می‌شد. (اگر ظرف به شکل کروی درمی‌آمد، انبساط می‌توانست بدون‌کشش زیاد فلز تا حدود ۵۰٪ برسد.)

ظروف یك گالنی پلاستیکی راست گوشه کمتر از ظروف فلزی مشابه دچار تغییرشکل دائمی می‌شدند. در حدود ۲ اتمسفر نیز با دررفتن از نقاط نازك یا پاره‌شدن در طول خطوط اتصال فرایند مذکور وامی‌ماند.

این نتایج فشار ـ حجم را برای تخمین بالارفتن فشار در حین احتراق داخلی به‌کار بردیم. برای مطالعهٔ احتراق داخلی، در ظرفهای‌خالی اتانول تقلبی یا بنزین ریختیم. معلوم شدکه‌انتخاب سوخت تأثیر ناچیزی بر نتایج این آزمایشها دارد. مقادیری از اتانول را که به کار می‌بردیم ۵ میلی‌لیتر بود. این مقدار بسیار بیشتر از ۱ میلی‌لیتری است‌که برای اشباع یك‌گالن هوا دردمای اتاق‌لازم است. (بخار تعادلی روی‌اتانول در دمای اتاق به‌توازن اکسیژن‌نزدیك و به‌شدت منفجرشونده‌است.) وقتی ازبنزین‌استفاده می‌کردیم، در هر ظرف یك‌گالنی ۰٫۴۶ میلی‌لیتر می‌ریختیم تا بخاری با توازن اکسیژن به وجود بیاوریم. (ظرفیت واقعی ظرف یك‌گالنی‌تقریباً ۴ لیتر است.) درهرمورد، درظرفهای‌حاوی‌سوخت محکم بسته بود و مدتی می‌ماندند تا به‌حالت تعادل برسند. پس‌از رسیدن به‌حالت‌تعادل و پیش‌ازآنکه در پیچی ظرفها برداشته‌شوند، به‌طور سربالا قرار داده می‌شدند. در مواردی‌که روزن محدودی موردنظر بود، صفحات سوراخدار مناسبی نصب می‌شد. آن‌گاه شعلهٔ گازکوچکی را به‌دهانهٔ آن نزدیك می‌کردیم و در همان حال دیواره‌های ظرف را خم می‌کردیم تا گاز داغ را به‌درون بکشد. این آزمایشها را می‌توان «بدترین» حالات دانست زیرا تمام ظرف ازبخار متوازن با اکسیژن پرشده بود. درپی اشتعال، ظرف مورد آزمایش را با آب پر و توزین می‌کردیم تا حجم جدید تخمین زده شود. البته این روش فقط برای ظرفهایی نتیجه‌بخش بودکه برای نگه‌داشتن‌مایع سالم بودند. برای‌آزمایش ظرفهای ترکیده به‌طریق

رابطهٔ فشار ـ حجم

ظروف یك گالنی مستطیل شکل



شکل ۱. رابطهٔ فشار ـ حجم

کمی کوششی به‌عمل نیامد.

ظرفهای فلزی مورد آزمایش وقتی دهانهٔ آنها باز و بدون‌مانع بود، دربدترین مورد احتراق داخلی تغییرشکل محسوسی ندادند. وقتی‌مساحت منفذ دررو با مسدود کردن جزئی دهانه کاهش‌می‌یافت، پیتهای "F" فلزی به طریقی مشابه با آنچه در پایان آزمایشهای فشار ایستا مشاهده شد، تغییرشکل‌می‌دادند. با اندازه‌گیری‌افزایش حجم و مراجعه به‌منحنی مناسب درشکل ۲ بالارفتن حجم تخمین زده می‌شد.

در یك آزمایش دیگر، بالارفتن فشار در حین احتراق داخلی را به وسیلهٔ دی‌نیسکو[1] که با یك تراگذار فشار را به طور سریع با درجات اسیلوسکوپی نشان می‌داد، مستقیماً اندازه‌گیری کردیم. درناحیهٔ فشار پایین، نتایج با نتایج‌آزمایش افزایش حجم هماهنگ بود. دو گروه نتایج در جدول ۲ خلاصه شده‌اند. داده‌ها نشان می‌دهندکه منفذی به‌وسعت درحدود $1٫9\ cm^2/gal$ برای‌پیتهای "F" بحرانی است. با کاهش وسعت منفذ به‌کمتر از این مقدار، واکنش احتراق داخلی به‌طور بسیار شدیدی خود به خود تسریع می‌شود. در $1٫3\ cm^2/gal$، پیت می‌ترکدکه این امر بریك فشار داخلی کاملاً بالای ۲ اتمسفری دلالت دارد.

ظرفهای یك گالنی پلاستیکی مستطیل شکل نیز وقتی دهانهٔ با قطر ۲٫۵ cm آنها مسدود نشده بود، بدترین‌مورد احتراق داخلی را تحمل کردند. یك‌آزمایش با منفذی به‌وسعت $0٫08\ cm^2$ انجام شد، نتیجهٔ آن انفجارشدیدی بودکه درپهلوی‌ظرف شکافی سرتاسری باقی گذاشت.

دانستن این‌موضوع که درظرفهای معمولی دهانه آن‌قدر بزرگ است که بدترین مورد احتراق داخلی را تخلیه می‌کند، اطمینان بیشتری‌می‌دهد. علی‌رغم این‌واقعیت، آتش‌ربایی می‌تواند خطرهایی اساسی به بار آورد. به عنوان مثال اگر الکل تقلبی را کنار یا نزدیك شعله‌ای از ظرفش بریزیم، باید منتظر آتش‌ربایی باشیم.

1. Dynisco

جدول ۲. تأثیر وسعت منفذ بر وضع پیتهای فلزی یك گالنی نوع «F» در حین احتراق داخلی

منفذ			فشار وارده	توضیحات
قطر (cm)	وسعت (cm^2)	تعداد آزمایش	(atm)	
۳٫۷۵*	۱۰٫۰۱	~ ۲۰	۰	بدون تغییرشکل
۱٫۹۱**	۲٫۸۶	~ ۵۰	۰٫۲	پیتها کمی تغییرشکل دادند
۱٫۷۸	۲٫۴۹	۲	۰٫۸۵	پیتها بهشدت تغییرشکل دادند
۱٫۶۰	۲٫۰۱	۳	۱٫۲ — ۱٫۰	پیتها بهشدت تغییرشکل دادند
۱٫۲۷	۱٫۲۷	۲	۲ <	پیتها ترکیدند
۱٫۰۹	۰٫۹۳	۱	۲ <	پیتها ترکیدند
۰	۰	—	۸ ~	فشار محاسبه‌شده درحجم ثابت

* پیت "F" معمولی بدون در

** پیت سوخت‌کوره بدون در

بالارفتن فشاری که در پی احتراق داخلی می‌آید ممکن است مادهٔ درحال سوختن را به‌بیرون بپاشد و (یا) ظرف را از دست مصرف‌کننده پرتاب کند یا حتی ظرف‌را منفجر کند. درپوش فشاری فلزی که دربعضی ازپیتهای "F" به‌کار می‌رود، نیز ممکن‌است موجب خطرهایی شود. چون به آسانی برداشته نمی‌شود، بسیاری از مصرف‌کنندگان آن را با آچار پیچ‌گوشتی یا تیغهٔ چاقو سوراخ می‌کنند. دهانهٔ حاصل برای تخلیهٔ یك اشتعال اتفاقی بسیارکوچك است. دراین‌زمینه حداقل یك حادثهٔ جانی براثر انفجار ظرف روی داده است.

درمورد مایعی که بخار تعادلی آن اشتعال‌پذیر نیست وضعیت کاملاً متفاوت است. به عنوان مثال، اگر بر آتشی نفت بریزیم (عملی که به‌هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود)، بالازدن شعلهٔ حاصل‌ممکن است لباس ما یا مادهٔ اشتعال‌پذیری را که در آن حوالی باشد، بسوزاند. حتی اگر دهانهٔ ظرف با شعله احاطه شده باشد، فقط نفت خارج ازآن آتش می‌گیرد.

مورد خاص ظرف بنزین

این‌تصور معمول راکه ظرف بنزین منفجر می‌شود،توضیح نداده‌ایم. در واقع، مخلوطهای هیدروکربنی ازنوع بنزین در دمای معمولی بخار تعادلیشان بیش ازآن است که بسوزد. اگر بنزین مایع تا حوالی ۲۰ °C — سرد شود، بخار روی‌آن اشتعال‌پذیر می‌شود، اما اگر بنزین مایع در دمای معمولی یا بالاتر باشد، به‌هیچ‌وجه اشتعال‌پذیر نیست.البته‌این درست است که اگر ظرف دربستهٔ بنزین به شدت گرم شود، مثلاً در آتش، ممکن است منفجر شود. این امکان به‌علت فشار بخار بالای مایع گرم شده یا صدمه دیدن ظرف بر اثر گرماست و منحصر به‌بنزین نیست.

شهرت بد بنزین ممکن است به علت حوادث زیادی نیز باشد که برای ظرفهای «خالی» روی داده است. حتی اگر بخار تعادلی مایعی روی مقادیر قابل‌ملاحظه‌ای از آن بیش از آن باشدکه بسوزد، درواقع ته ماندهٔ بسیارکمی درمایع ظرف، فضای بخار را اشتعال‌پذیر می‌کند.

علاوه براین، مقادیر بسیارکمی از ته مانده‌های سنگین ممکن است درطول‌سالیان درظرف مانده باشدکه براثر گرمای مشعل‌جوش تبخیرشده، فضای اشتعال‌پذیری ایجادکند. جوش‌دادن یا گرم‌کردن ظروف مستعمل بنزین بسیار خطرناك است، اما علت این نیست که بنزین در دمای اتاق یا در دماهای بالاتر بخار تعادلی اشتعال‌پذیری ایجاد می‌کند.

• The Safety of Small Containers for Flammable Fluids
Edward S. Shanley
Journal of Chemical Education, Jaunary 1988

چند توصیهٔ ایمنی هنگام کار بامواد اشتعال‌پذیر ومنفجرشونده

۱ـ هنگامی که بامواد احتراق‌پذیر و به‌ویژه مایعات شدیداً اشتعال‌پذیر کار می‌کنید، آنها را روی شعلهٔ بدون پوشش یا روی منقل گرم نکنید ونزدیك شعلهٔ بازنگه‌ندارید. چنین موادی راروی حمام آبی، روغنی یا هوا به‌وسیلهٔ اجاقهای برقی که سیمهای مقاومت گرم‌کننده وسیمهای برق آنها پوشانده شده‌اند، گرم‌کنید.

۲ـ بامواد شدیداً اشتعال‌پذیر واحتراق‌پذیر (تولوئن،زایلن، کلروفرم، دی‌متیل ودی اتیل‌اتر، الکلها، اتراسیدهای آلی‌وغیره) فقط زیر هود وبدون حضور شعلهٔ باز کارکنید.

۳ـ هنگامی که مایعات شدیداً اشتعال‌پذیررا درمقادیر بیش از ۰٫۵ لیتر گرم می‌کنید، یك سینی با گنجایش کافی زیر وسایل کار بگذارید تا درصورت بروز حادثه مایع به‌درون آن بچکد. ظروف را بلافاصله پس ازکار بشویید.

۴ـ چنانچه براثر حادثه‌ای مایع اشتعال‌پذیر به‌بیرون پاشیده شد، بلافاصله کلیهٔ دستگاههای گرم‌کننده وشعله‌ها را خاموش کنید وروی جاهایی که مایع جمع شده است، ماسه بپاشید وآن را

به‌سرعت باخاك‌انداز چوبی جمع کرده بیرون بریزید. در صورت آتش‌سوزی، آتش‌نشانی را خبر کرده سعی کنیدآتش را بادستگاههای آتش‌خاموش‌کن، ماسه‌وپتوی‌نسوزخاموش‌کنید. برای خاموش‌کردن مایعات مشتعلی که باآب غیرقابل امتزاج‌اند، ازآب استفاده‌نکنید.

۵- تقریباً کلیهٔ مایعات اشتعال‌پذیر فرار وبرای انسان زیان‌آورند، باآنها درزیر هود کار کنید.

عدم‌تهویه واستفاده ازمبردهای کوتاه می‌تواند منجربه‌تشکیل مخلوطهای منفجره درهوا شودکه ممکن است نهایتاً منفجرشوند.

۶- مواد احتراق‌پذیر را نزدیك شعله و وسایل گرم‌کننده‌ای نظیر دماپای‌ها، کوره‌های برقی ورادیاتور نگهداری نکنید. چنین موادی‌را درمحل کارخود به‌مقداری نگه‌دارید که برای کارموردنظر لازم‌است. مایعات‌احتراق‌پذیررا می‌توان‌درآزمایشگاه (درمقادیری که ازنیازروزمره بیشتر نباشد) درظرفهایی بادیوارهٔ ضخیم که‌درون جعبهٔ فلزی قرار گرفته‌اند، نگهداری کرد. این جعبه‌ها باید دور از درهای خروجی قرارداده شوند وسد معبرنکنند. اتررادرشیشه‌های چوب‌پنبه‌دار نگه‌دارید واز درون چوب‌پنبهٔ آنها یك لولهٔ مویین یا لولهٔ کلسیم‌کلرید بگذرانید. دیواره‌ها وکف جعبهٔ فلزی باید با صفحات پنبهٔ‌نسوز پوشانده شوند. برسطح داخلی‌درجعبه بایدآنچه درون جعبه نگهداری می‌شود ومقدار مجازآن برای نگهداری، قید شده باشد.

۷- هیچ گاه موادی‌راکه نقطهٔ جوش پایین‌دارند (دی‌وینیل، ایزوپرن، دی‌اتیل‌اتر، استون وغیره) درآزمایشگاه ذخیره نکنید. پس از پایان کار، این مواد را از آزمایشگاه خارج کرده در اتاق دیگری (انبار) نگهداری کنید.

۸- دی‌اتیل اتر را جدا از مواد دیگر در اتاقی سرد و تاریك انبارکنید، زیرا اگر درمعرض نور قرار بگیرد، مادهٔ منفجره‌ای - اتیل پروکسید - درآن تشکیل می‌شود.

۹- برای انتقال مواد احتراق‌پذیر ازانبار به‌آزمایشگاه، آنها را درون ظرفهای شیشه‌ای ریخته در ظرفهای فلزی حاوی ماسه حمل کنید.

۱۰- ترکیبات آلی‌فلزی را درجعبه، درون آمپولهای بسته‌ای نگهداری کنیدکه حداقل تانصف ارتفاعشان درون ماسه فرو رفته باشند وجعبه باماسه پر ومحکم بسته شده باشد. جعبه را بااحتیاط وبدون تکان حمل کنید.

۱۱- مایعات احتراق‌پذیررا فقط به‌مقدارکم و دور از شعله بریزید وجابه‌جا کنید. وقتی می‌خواهید مایعات شدیداً فرار را در مقادیر زیاد بریزید وجابه‌جا کنید، کلیهٔ شعله‌ها وگرمکنهای اتاق را خاموش کنید.

۱۲- هنگام کارکردن بامایعات اشتعال‌پذیر، همواره به‌خاطر داشته باشیدکه بالن ممکن است درحین‌کار ترك بردارد یا بشکند. از این‌رو، برای حفاظت آزمایشگر از پاشیده شدن مایع سوزان، پیش‌بینیهای‌لازم رابکنید (مثلاً استفاده از یك ژاکت حرارتی).

۱۳- هنگام کار باحمام روغنی، همیشه دماسنجی درون حمام قرار دهید واطمینان حاصل کنیدکه روغن از نقطهٔ اشتعالش بیشتر گرم نشده باشد.

۱۴- مایعات احتراق‌پذیر را درون مجرای فاضلاب نریزید. مایعات مصرف شده‌را درون ظرف دربسته‌ای بریزید ودرپایان‌کار ازآزمایشگاه خارج کنید.

گردآوری و ترجمهٔ یوسف احمدی

• A Practical Course in Chemical Technology
I. P. Mukhlyonov, DSC.
Mir Publishers 1979.

با استفاده از بخارهای ید لکه‌های TLC با دوام‌تری ظاهر می‌شود

رایجترین روش برای مشاهدهٔ ترکیبات شیمیایی روی صفحات TLC، قراردادن آنها در محفظهٔ یدی است. استفاده از این روش ساده‌است، نسبتاً ارزان می‌باشد وبه‌طورکلی نتایج رضایتبخشی به‌دست می‌دهد. ولی، با خارج کردن صفحه ازمحفظه، لکه‌های ظاهرشده درچند ثانیه ناپدید می‌شوند.

با استفاده از روش زیر، ما راه ساده‌ای برای حفظ شدت لکه‌های اولیه برای مدت طولانیتری پیدا کرده‌ایم. صفحات را درمحفظهٔ یدی طبق همان‌روش معمول قرار می‌دهیم، سپس فوراً آنهارا باصفحهٔ شیشه‌ای تمیزی با ابعاد مشابه می‌پوشانیم، به‌طوری‌که سیلیکاژل ثابت باقی بماند.

حالا می‌توانیم لکه‌ها را که برای چندین ساعت بدون تغییر باقی می‌مانند از طریق صفحهٔ بالایی مشاهده‌کنیم.

این روش‌اجازه می‌دهد که صفحات TLC را تا زمانی‌که عمل جداسازی ستون‌کروماتوگرافی ادامه دارد، حفظ کنیم وازطرفی مربی می‌تواند آزمایشهای مربوطه را درآزمایشگاه بررسی و تأییدکند.

ترجمهٔ مریم توانا

• *Journal of Chemical Education*, December 1987