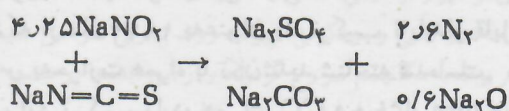




بی‌نظمی در آزمایشگاه‌های شیمی

سپس مخلوط حرارت داده شد. در شروع عمل ذوب، احتمالاً در حدود 170°C ، انفجار شدیدی روی داد، به طوری که پنجره‌های هود ۶ متر دورتر پرتاب شد و خساراتی سنگین به جا گذاشت. در معادله تقریبی زیر برای ساده کردن، یک مولار هم‌ارز سدیم تیوسیانات به جای نمک پتاسیم به کار برده شد.



تصادفاً اجزای مخلوط ۷۵:۲۵ که برای این حمام به کار برده شده بود به نسبت‌های مخلوط ۷۲:۲۸ که حداکثر گرمای حاصل از واکنش آن 3.57 kJ/g محاسبه شده است خیلی نزدیک بود. بنابراین، مخلوط حمام به طور ناگهانی انرژی گرمایی معادل 5 MJ آزاد می‌کند که خسارتی سنگین به جا می‌گذارد. طبیعت انفجاری واکنش نیتريت-تیوسیانات بر اثر حرارت بیش از ۵۰ سال است که به خوبی شناخته شده است.

البته این نمونه‌ای از یک واکنش اکسایشی-کاهشی انرژی‌زاست. واکنشی بین یک کاهنده و یک اکسنده که سه جامد کاملاً اکسید شده، حجم زیادی گاز و مقدار زیادی گرما ایجاد می‌کند. درک این نکته مشکل است که چگونه کسی که با مطالب علمی آشنایی دارد از مخاطرات بالقوه این واکنش‌ها که به عنوان منبع انرژی‌های عظیم در سیستم‌های جلوبرنده موشک در برنامه‌های فضایی استفاده می‌شود بی‌اطلاع است.

حادثه دوم مربوط به محصول واکنش استون و هیدروژن پروکسید است، این واکنش برای اثبات احتراق شدید پروکسیدهای آلی به کار برده می‌شود. ابتدا تصور می‌شد که جامد به دست آمده ۲، ۲- بیس (هیدروپروکسی) پروپان است که از واکنش استون با ۲ مول هیدروژن پروکسید تشکیل می‌شود.

ظاهر آ منطقی است اگر فرض کنیم در یک آزمایشگاه پژوهشی باید رابطه مستقیم و نزدیکی بین سطح معلومات پژوهشگر و درک خطرهای بالقوه‌ای که با مواد مورد استفاده و کار در آزمایشگاه همراه است وجود داشته باشد.

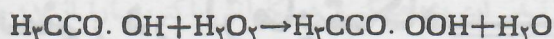
بنابراین، انتظار می‌رود در آزمایشگاه‌های آموزشی و پژوهشی توجه بیشتری به کسب دانش‌تئیه‌های شیمیایی بشود. حوادثی که روی می‌دهند عموماً ناشی از عدم آگاهی ما از خصوصیات ذاتی واکنش‌های شیمیایی مواد مورد استفاده در آموزش و پژوهش است.

اما تجربه نشان می‌دهد در بسیاری از آزمایشگاه‌های آموزشی و پژوهشی عکس قضیه درست باشد. بعضی از حوادث آزمایشگاهی که کاملاً اجتناب‌ناپذیرند مورد آزمایش قرار گرفتند و تحقیقات نظری تکامل یافت، به طوری که دلایل قابل قبولی برای این بی‌نظمی ارائه شد.

حوادث

چهار حادثه که ظاهر آ این نظریه را تقویت می‌کند به طور مشروح در زیر می‌آید. تمام حوادث جدیدند و هیچ یک از آزمایشگاه‌های مورد بحث به دلایل بدیهی مشخص نشده‌اند.

اولین حادثه مربوط به وقتی می‌شود که یک حمام نمک معدنی مذاب برای حرارت دادن یک واکنشگاه فلزی کوچک آماده گردد: حمام‌های نمک معمولاً شامل پتاسیم نترات و سدیم نترات با نسبت وزنی ۸۵:۱۵ است. در این مورد برای رسیدن به حجم مورد نظر مخلوطی از ۱۳۵۰ گرم سدیم نترات و ۴۵۰ گرم پتاسیم تیوسیانات به کار برده شد. هیچ توضیحی داده نشده است که چرا به جای نترات (یک اکسنده) پتاسیم تیوسیانات (یک عامل کاهنده) مصرف شده است و چرا نیتريت به مقدار زیادی به کار رفته است. احتمال می‌رود به علت فقدان پتاسیم نترات در انبار، نمک‌های دیگر پتاسیم به جای آن انتخاب شده باشد.



نمونه‌ای شامل ۱۰۰ میلی گرم الیاف کنفی از واکنش با محلول هیدروژن پروکسید در استیک اسید که برای چندین ساعت در یک حمام آب حرارت می‌بیند پیش از آزمایش با تست استاندارد محکمه‌ای بیرنگ می‌شود. مقدار معینی از ۲۰ میلی لیتر استیک اسید یخی و ۲۰ میلی لیتر محلول پروکسید «۲۰ حجمی» (۶٪)، ۲۷ گرم اسید اکسند به صورت یک محلول ۷٪ در استیک اسید آبی ایجاد می‌کند. متأسفانه به علت اینکه برچسب روی هیدروژن پروکسید بد خوانده یا بد فهمیده شده بود، به اشتباه محلول غلیظ‌تر پروکسید «۱۰۰ حجمی» (۳۰٪) به کار برده شده بود. این محلول ۱۴۷ گرم پروکسی استیک اسید به صورت یک محلول ۳۴٪ تولید کرد و بعد از ۴ ساعت حرارت دادن به شدت منفجر شد، به طوری که سرامیک روی اجاق برقی که در زیر حمام آب قرار داشت خرد شد. انرژی تجزیه ۱۴۷ گرم از پروکسی استیک اسید در حدود ۶۰ kJ است.

چرا این حوادث رخ داد؟

درک اینکه چرا هریک از این حوادث اصولاً اتفاق افتاد در نظر اول ساده نیست، زیرا طبیعت مخاطره‌آمیز مواد بین ۱۵ و ۷۵ سال پیش در متون علمی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است و بدین ترتیب شناخته شده بود. نباید فراموش کنیم که متون شیمی بهترین سازماندهی را نسبت به سایر نظام‌های علمی دارد.

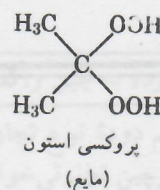
بسیاری از افراد دانشگاهی که چنین حوادثی را تجربه کردند در دفاعیات خود اظهار می‌دارند که دسترسی به این اطلاعات مشکل به نظر می‌رسد. اگرچه ممکن است زمانی این تلقی تا اندازه‌ای صحیح بوده باشد، ولی امروزه چنین نیست. در طی ۲۵ سال گذشته بسیاری از شیمی‌دانها در تدوین خطرهای بالقوه‌ای که با واکنشهای شیمیایی توأم اند فعالیت داشته و تعداد کتابها، بولتنها، چکیده‌ها و نوشتجات آماری مربوط به ایمنی در شیمی بسیار زیاد است.

به علاوه اکثر افراد دانشگاهی که با این نوع حوادث درگیر می‌شوند معمولاً دانشمندان آگاه و با تجربه‌ای هستند و اعتقاد بر این است که کارشان را به خوبی انجام می‌دهند. نتیجه گرفته می‌شود ممکن است عواملی وجود داشته باشد که مانع می‌شود اشخاص مختلف از منابع اطلاعاتی قابل دسترس استفاده لازم را بکنند. این عوامل چه می‌تواند باشد؟

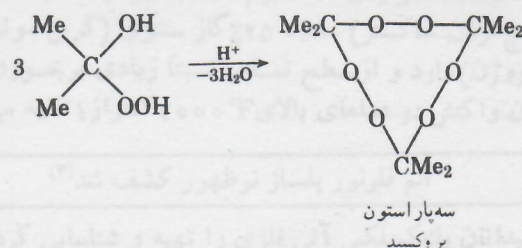
ظاهراً چند حالت ممکن است وجود داشته باشد. نخست شاید مربوط به تکبر و خودخواهی باشد («شما هیچ چیزی راجع به آن نمی‌توانید به من بگویید!» یا تمایل به خوش بینی («نمی‌تواند برای من اتفاقی بیفتد!)) و یا رضایت از خود («اینکار باید انجام شود!»).

افراد زیادی که با ایمنی سروکار دارند به مندرجات برنامه‌های دوره تحصیلات زمان حاضر انتقادی کنند. آنها اعتقاد دارند که پافشاری زیاد روی مسائل نظری به قیمت حذف حقایق شیمیایی توصیفی تمام می‌شود.

ترجمه ماهرخ دادستان



جامدی که تهیه شده بود و برای نمایش در کلاس درس نگهداری می‌شد در واقع سه پار استون پروکسید بود. این ماده از واکنش خودتراکمی محصول عمل با یک مول هیدروژن پروکسید، که با کتون هیدرات هم‌ارز است، تشکیل شده بود.



وقتی جامد اضافی توسط شعله از بین می‌رفت، انفجار شدیدی روی داد. سخنران فوق‌العاده خوش‌شانس بود، زیرا خاصیت انفجاری سه پار پروکسید در سال ۱۹۴۳ شناخته شده بود. در آن زمان مشخص شده بود که یک نمونه کوچک باید در یک صفحه استیل تعبیه شده و حرارت داده شود. در طی ۴۵ سال بارها این تجزیه‌شدید تجربه شده است. هرگاه استون، هیدروژن پروکسید و مقدار کمی اسید با هم مجاور شوند، این جامد بلورین معمولاً به شکل زیبایی ظاهر شده و اغلب بعد از جداسازی منفجر می‌شود.

حادثه سوم مربوط به هالوژن دار کردن یک ترکیب استیلنی ۱، ۶-دی‌کلرو-۲، ۴-هگزادی این $ClCH_2C \equiv C-C \equiv CCH_2Cl$ می‌شود که از سال ۱۹۷۲ به عنوان یک ترکیب ناپایدار قابل انفجار و حساس به حرارت همراه با تکان شدید شناخته شده است. هرچند می‌توان این ترکیب را در دمای $55^\circ C$ و فشار ۵ torr و با استفاده از حمام کنترل شده به دقت تقطیر کرد. اخیراً یک دانشجوی دوره عالی که توسط استادی با ۲۰ سال تجربه در شیمی استیلن راهنمایی می‌شد اقدام به تقطیر بیش از مقدار معمول از یک ماده ناپایدار کرد. وی این تقطیر را در بالونی که با یک اجاق برقی حرارت داده می‌شد در فشار جو و دمای حدود $230^\circ C$ انجام داد. در موقع خود، انفجار شدیدی روی داد و دود کش تخریب شد و آن دانشجوی صدمه دید. انرژی پتانسیل آزاد شده بیش از ۳ kJ/g تخمین زده شد، ولی به علت اینکه مقدار مواد به کار برده شده مشخص نشده بود محاسبه انرژی آزاد شده مقدور نبود. جدا از مسائل فنی این حادثه اهمیت حقوقی قابل توجهی به همراه داشت، زیرا برای اولین بار یک مؤسسه فرهنگی به وسیله مقامات مسؤول تحت پیگرد قانونی قرار گرفت و جریمه قابل ملاحظه‌ای نیز برای آن تعیین شد.

مثال آخر مربوط به واکنشگر دوتایی هیدروژن پروکسید و استیک اسید است که به خوبی شناخته شده است. هیدروژن پروکسید و استیک اسید وقتی در مجاورت هم قرار می‌گیرند، به خصوص در برابر گرما، نمی‌توانند به طور کامل به پروکسی استیک اسید تبدیل شوند و باعث به وجود آمدن انفجار و مشکلات زیادی می‌شوند که بیش از ۵۰ سال است شناخته شده‌اند.