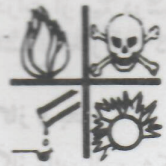
ایمنی در آزمایشگاه



راههای تماس مواد سمی و ورود آنها به بدن

از میان راههای مختلفی که بدن در معرض مواد سمی قرار می‌گیرد، تماس پوستی، از لحاظ کثرت صدمات حرفه‌ای مقام اول را دارد. جذب از طریق استنشاق در مقام دوم است، در حالی که جذب از راه دهان عموماً اهمیت کمتری دارد، مگر آنکه به‌صورت جزئی درآید که از طریق استنشاق وارد بدن می‌شود یا آنکه ماده سمی خاصی در میان باشد. روشن است که بعضی از مواد از راههای چند گانه‌ای می‌توانند به بدن وارد شوند.

تماس پوستی

هنگام تماس مادهٔ سمی با پوست، چهار حالت امکانپذیر است: ۱ـ پوست و لایهٔ پیوسته به آن که حاوی غده‌های لیپیدی و عرق است به‌صورت مانع مستحکمی عمل می‌کنند و مادهٔ سمی نمی‌تواند آنها را درهم بریزد، آسیب بزند یا در آنها نفوذ کند؛ ۲ـ ممکن است مادهٔ سمی باسطوح پوستی واکنش داده موجب سوزش و خارش مقدماتی شود؛ ۳ـ ممکن است مادهٔ سمی در پوست نفوذ کند و با پروتئین بافتها جفت و جور شده موجب حساسیت پوست شود و ۴ـ ممکن است ماده ازمسیر غده‌های چربی از پوست نفوذ کند، وارد جریان خون شود و به صورت سمی برای بدن عمل کند.

به‌هرحال، پوست معمولاً برای حفاظت بافتهای زیرین بدن مانع مؤثری است و مواد نسبتاً معدودی به مقادیری که خطرناک باشند از طریق این مانع جذب می‌شوند. باوجود این، اگر پوست حتی به طور کوتاه مدت در معرض غلظتهای زیاد مواد فوق‌العاده سمی نظیر پاراتیون و فسفاتهای آلی مربوطه، تترا اتیل سرب، آنیلین و هیدروسیانیک اسید قرار گیرد، مسمومیتهای جدی وحتی کشنده‌ای ممکن است روی دهد. علاوه بر این، وقتی ماده‌ای فوق‌العاده سمی از طریق قطعات پرتاب‌شده یا پارگیهای پوستی یا زخمهای باز به درون نفوذ کند، تماس از طریق پوست نیز اهمیت می‌یابد.

استنشاق

دستگاه تنفسی مهمترین راهی است که از طریق آن مواد مضر به بدن وارد می‌شوند. اکثر مسمومیتهای شغلی که برساختمان داخلی بدن تأثیر می‌گذارند، از تنفس موادپراکنده در هوا ناشی می‌شوند. این مواد با جاگرفتن در ششها یا سایر قسمتهای دستگاه تنفسی، ممکن است بر این دستگاه تأثیر گذارند یا اینکه به وسیلهٔ خون، لنف یا گلبولهای سفید از ششها به سایر دستگاههای بدن منتقل شوند. نوع وشدت عمل مواد سمی بستگی به ماهیت ماده، مقادیر جذب شده، سرعت جذب، حساسیت فردی و بسیاری عوامل دیگر دارد. سطح نسبتاً عظیم ششها (۹۰ مترمربع سطح کل، ۷۰ مترمربع سطح حفره‌ها) همراه با شبکهٔ مویرگی (۱۴۰ مترمربع) و جریان خون مداوم آن، موادسمی را به نحو شگفت‌انگیزی می‌شوید و بسیاری از آنها را با سرعت بسیار از ششها جذب می‌کند. علی‌رغم این عمل، مواد متعددی وجود دارند که از لحاظ حرفهٔ خاصی بسیار پرمصرف هستند و با جزء تشکیل دهنده‌ای از بافت شش ترکیب شده در خون حل نمی‌شوند و به‌وسیلهٔ گلبول سفید برده نمی‌شوند. این مواد شامل بریلیم، توریم، سیلیس و تولوئن ـ۲، ۴ـ دی‌ایزوسیانات هستند. دراین مواردکه مقاومت دربرابر انحلال و شستشو وجود دارد، ممکن است سوزش، التهاب، فیبروز*، تغییرات خطرناک و حساسیتهای آلرژیک ایجاد شود. در زیر به شرح مواد مختلف پراکنده در هوا و بعضی جنبه‌های زیست‌شناختی آنها می‌پردازیم.

مادهٔ تشکیل‌شده از ذرات ریز می‌تواند به یکی از شکلهای غبار، دود، میغ و مه وجود داشته باشد.

غبار (dust) ازذرات ریزجامدی تشکیل شده‌است که باساییدن، خردکردن، برخورد پیداکردن، منفجر شدن و برشته‌کردن یا سایر شکلهای انرژی از اصطکاک مواد معدنی یا آلی نظیر سنگ، فلز، زغال‌سنگ، چوب و دانه‌های گیاهی به وجود می‌آید. ذرات غبار تمایلی به‌تجمع ندارند مگر آنکه در معرض نیروهای الکتروستاتیکی قرار گیرند. این ذرات اگرقطرشان از چند دهم میکرون تجاوز کند، در هوا پراکنده نمی‌شوند، بلکه تحت‌تأثیر سنگینی فرو می‌نشینند. به‌عنوان مثال می‌توان غبارسیلیس و غبار زغال‌سنگ را ذکر کرد.

دود (fume) از ذرات جامدی تشکیل شده است که در نتیجهٔ تراکم از حالت گازی به وجود آمده‌اند، مانند بخاری که از سطح فلزات مذاب بر می‌خیزد که غالباً با اکسایش همراه است. این دود میل به تراکم دارد و به صورت رشته‌ای یا خوشه‌ای تجمع و به هم پیوستگی پیدا می‌کند. قطر هر ذره کمتر از یك میکرون است. بخارسرب هنگام‌سرد شدن درهوا و اورانیم هگزافلوئورید(UF_6) که به صورت بخار تصعید و آبکافت شده و اکسایش می‌یابد و به صورت دودی از اورانیم اکسی‌فلوئورید (UO_2F_2)، در می‌آید مثالهایی از دودند.

میغ(mist) مرکب‌از قطرات ریز، مایع‌معلق است که از حالت گازی متراکم با افشانده شدن، کف کردن یا پاشیده شدن به حالت مایع درآمده‌اند. میغ حاصل‌از روغن، میغ کروم‌تریوکسید و رنگ افشانده شده مثالهایی از میغ‌اند.

---

* فیبروز حالتی است که مشخصهٔ آن زیادشدن بافت ریشه ریشه فاصله داراست. ـ م.

مه(fog) از ذرات مایع متراکم تشکیل شده است که درآن اندازهٔ ذرات از میغ درشت‌تر و معمولاً از ۱۰ میکرون نیز بیشتر است. اشباع بخار آب در هوا مثالی از مه است.

گاز و بخار

گاز یك سیال بی‌شکل است که با تأثیر مشترك افزایش فشار و کاهش دما می‌توان آن را به حالت مایع یا جامد در آورد، مانند کربن مونوکسید و هیدروژن سولفید. آئروسل پراکندگی ذرات در یك محیط گازی است درحالی که دود محصول گازی سوختن است که به علت حضور ذرات ریز ماده‌ای زغالی قابل رؤیت می‌شود.

بخار شکل گازی ماده‌ای است که به‌طور عادی به‌حالت مایع یا جامد است و می‌توان آن را با افزایش فشار یا کاهش دما به این حالتها بازگرداند، مانند کربن دی‌سولفید، بنزین، نفتالین و ید.

جنبه‌های زیست شناختی ماده‌ای که به صورت ذرات ریز در آمده است

اندازه و وسعت سطح ذرات یك ماده ذره‌ای در ناخوشیهای ریوی شغلی به ویژه در پنوموکونیوزیس* نقش مهمی دارد. قطر غالب ذرات مضر را کمتر از یك میکرون می‌دانند، ذرات درشت‌تر یا در هوا آن قدرمعلق نمی‌مانند که استنشاق شوند یا اینکه اگر شدند نمی‌توانند از مسیر پرپیچ و خم قسمت بالایی دستگاه تنفسی عبور کنند. علاوه بر این، به علل دیگری نیز ذرات ریزتر از ذرات درشت‌تر زیان آورترند. در اثر استنشاق ذرات ریز درصد بیشتری (احتمالاً تا ده برابر) از غلظتی که درمعرض تنفس قرار گرفته‌است در ششها می‌نشینند. علاوه بر آن، معلوم شده است که ذرات ریز از ششها مشکلتر کنده می‌شوند. این مقدار اضافی و زمان توقف بیشتر ذره تأثیر زیان‌آور آن را افزایش می‌دهد.

هنگام استنشاق، چگالی ذره نیز برمیزان فرونشستن وتوقف مادهٔ ذره‌ای در ششها مؤثر است. ذراتی که چگالی بالایی دارند هنگامی که در دستگاه تنفسی به طرف پایین می‌روند به این علت که جرم و در نتیجه اینرسی بیشترشان موجب می‌شود که به دیواره‌های دستگاه تنفسی بچسبند، مانند ذرات درشت‌تری که چگالی کمتری دارند، عمل می‌کنند. بدین ترتیب یك ذرهٔ اورانیم اکسید باچگالی ۱۱ و قطر ۱ میکرون در دستگاه تنفسی مانند ذره‌ای با قطر چند میکرون عمل می‌کند و از این رو فرونشستن آن در ریه کمتر از ذره‌ای با همان اندازه اما چگالی کمتر است.

عوامل دیگری که درسمیت ذرات استنشاق شده مؤثرند، عبارت‌اند از سرعت و عمق نفس و میزان فعالیت جسمانی که در حین تنفس انجام می‌دهیم. نفس عمیق و کند موجب می‌شود که مقدار بیشتری از ذرات در ششها فرو نشینند. فعالیت جسمانی شدید نه فقط به علت تعداد بیشتر وعمیقتر نفسها درهمان جهت عمل می‌کند، بلکه گردش خون را نیز سریعتر کرده موجب می‌شود که انتقال بعضی از هورمونهایی که برموادمضر برای ششها اثر زیان‌آوری دارند، به مقادیر سمی برساند. دمای محیط نیز تأثیر سمی مواد استنشاق شده را تغییر می‌دهد. دمای بالا عموماً موجب بدتر شدن تأثیر می‌شود، دماهای زیر دمای معمولی نیز همان اثر را دارند اما به میزان کمتر.

جنبه‌های زیست شناختی گازها و بخارها

جذب و نگهداری گازها و بخارهای استنشاق شده توسط بدن به وسیلهٔ عواملی متفاوت از آنچه در مورد ذرات ریز عمل می‌کردند کنترل می‌شوند. انحلال‌پذیری گاز در محیط آبی دستگاه تنفسی، عمقی‌راکه گاز درآن نفوذ خواهدکرد، تعیین می‌کند. بدین ترتیب استنشاق مقدار اندکی آمونیاك یا گوگرد دیوکسید که بسیار انحلال‌پذیرند، بسته به‌غلظتی که دارند به‌حبابچه‌های ریه‌می‌رسند، در حالی که از اوزون و کربن‌دی‌سولفید نامحلول مقدار نسبتاً کمی در قسمت بالایی دستگاه تنفسی جذب می‌شود.

مقدار گاز یا بخاری که به دنبال استنشاق آن در جریان خون جذب می‌شود نه فقط به ماهیت ماده بلکه به ویژه به غلظت آن در هوای استنشاق شده و سرعت دفع آن از بدن بستگی دارد. اگر غلظت یك گاز معین در هوایی که استنشاق می‌شود ثابت بماند، غلظتش درخون به‌حد معینی می‌رسد که قطع نظر ازآنکه چه مدت استنشاق شده باشد، هیچ‌گاه ازآن حد تجاوز نمی‌کند. برای مثال با استنشاق ۱۰۰ppm کربن مونوکسید ازهوا ظرف ۴ تا ۶ساعت غلظت آن درخون به‌یك حد تعادلی برابر با ۱۳٪ کربوکسی هموگلوبین می‌رسد. تنفس بیشتر کربن مونوکسید با همان غلظت، سطح کربن مونوکسید خون را هیچ بالا نمی‌برد، اما با افزایش غلظت کربن مونوکسید درهوا، نهایتاً سطح تعادلی جدیدی حاصل می‌شود.

فرودادن (بلعیدن)

مسمومیتی که از فرودادن مواد ناشی می‌شود بسیارکمتر از مسمومیت حاصل از استنشاق درمحیط کار روی می‌دهد، زیراکه دفعات ومیزان تماس دهانی با مواد سمی ازطریق موادی که در دست گرفته می‌شوند، غذا وسیگار به‌مراتب کمتراز تماس ازطریق استنشاق است. به این علت، از نظر فرودادن فقط سمی‌ترین مواد مورد توجه‌اند.

درجذب موادسمی ازطریق‌استنشاق مجرای بلع نیزشرکت‌دارد. شرکت آن در جذب بدن بدین ترتیب است که آن قسمت ازمادهٔ استنشاق شده‌که درقسمت بالایی دستگاه تنفس فرومی‌نشیند با عمل مژکها ازآن قسمت دستگاه روبیده ونهایتاً فرو داده می‌شود.

علی‌رغم این واقعیت که مواد هنگام عبور از معده در محیطی اسیدی که نسبتاً قوی است قرارمی‌گیرند وهنگام عبور از روده در محیطی قلیایی واقع می‌شوند، جذب یك مادهٔ سمی از دستگاه معدی رودی به درون خون معمولاً بسیار ناقص انجام می‌شود.

ازسوی دیگر، ملاحظاتی نظیرآنچه در زیرمی‌آید، درجذب کم مؤثر است: ۱ـ غذاها ومایعاتی که‌با مادهٔ سمی مخلوط شده‌اند، نه فقط باعث رقیق شدن‌آن می‌شوند، بلکه به‌علت تشکیل مواد نامحلول حاصل از ترکیب مادهٔ سمی با موادی که معمولاً در چنین غذاها و مایعاتی وجود دارند، میزان جذب آن را نیزکاهش می‌دهند؛ ۲ـ در طول روده نوعی گزینش پذیری در جذب مواد

---

* پنوموکونیوزیس (Pneunomoconiosis) ناخوشی ششی است که به علت استنشاق دائمی ذرات فلزی یا معدنی محرك به وجود می‌آید. ـ م.

وجود دارد که برای محدود کردن میزان جذب از جذب مواد «غیرطبیعی» جلوگیری می‌شود و ۳ـ مواد سمی به دنبال جذب شدن درجریان خون، مستقیماً به‌کبد می‌رود و کبد غالب مواد را با سوخت وساز تغییر می‌دهد، ازهم می‌پاشاند و غیرسمی می‌کند.

ترجمهٔ یوسف احمدی

• *Safty in the Chemical Laboratory*, Vol 2, p. 24

شیمی فضایی هیدروکربنهای حلقه‌ای

موضوع شیمی فضایی، دانشجویان شیمی آلی مقدماتی را همواره با دشواریهایی روبرو می‌سازد. برای رفع این دشواریها پس از شرح اصطلاحات گوناگون شیمی فضایی در متون مربوطه، مسائل زیر را می‌توان به‌عنوان پرسش آموزشی مطرح کرد. طرح پرسش به‌مهارتهایی درکاربرد طبقه‌بندی بلوم نیاز دارد.

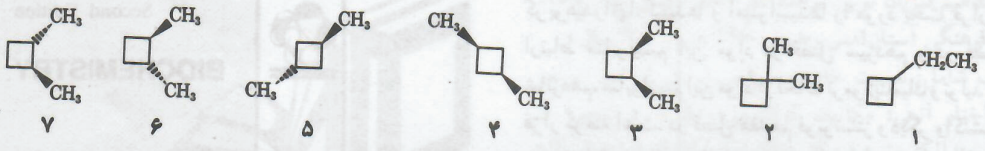
پرسش

هفت ترکیب به‌فرمول C_6H_{12} که دارای یك جلقه سیکلو بوتان هستند وجود دارد. ساختار این هفت ترکیب را رسم کرده و آنها را برای توضیح اصطلاحات زیربه‌کار ببرید:

الف) ایزومرهای ساختاری ب) ایزومرهای موضعی ج) ایزومرهای فضایی د) ایزومرهای هندسی ه) انانتیومرها و) دیاستریومرها ز) ترکیب کایرال ح) ترکیب ناکایرال ط) ترکیب مزو ی) مخلوط راسمیك

راه حل قابل قبول

ساختار این هفت‌ترکیب در زیر نشان داده شده است.



۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷

ایزومرهای ساختاری: از دانشجویان می‌خواهیم تا ترکیبات را بدون مشخص‌کردن شیمی‌فضایی نامگذاری کنند، ترکیباتی‌که دارای اسامی متفاوت باشند ایزومرهای ساختاری خواهند بود.

۱ = اتیل سیکلوبوتان ۲ = ۱،۱-دی‌متیل سیکلوبوتان ۳ = ۲،۱-دی‌متیل‌سیکلوبوتان
۴ = ۳،۱-دی‌متیل‌سیکلوبوتان ۵ = ۳،۱-دی‌متیل‌سیکلوبوتان ۶ = ۲،۱-دی‌متیل‌سیکلوبوتان
۷ = ۲،۱-دی‌متیل‌سیکلوبوتان

بنابراین، ترکیبهای ۱ و ۲ ایزومرهای ساختاری هستند وهرکدام با سایرترکیبات دیگر یك‌زوج ایزومر ساختاری پدید خواهند آورد. ترکیبهای ۳ و ۴ و همین‌طور ۵ و ۶ و غیره نیز ایزومرهای ساختاری هستند.

ایزومرهای موضعی: ترکیبهایی که‌دراین‌دسته‌قرارمی‌گیرند بایستی‌تنها درمکان وموضع یك‌گروه‌در روی زنجیر اصلی اتمهای کربن، تفاوت داشته باشند. ترکیبهای ۲ و ۳، یا ۳ و ۴، یا ۵ و ۶، وغیره ایزومرهای موضعی‌هستند.

ایزومرهای فضایی: اگر در این مرحله دو (یا بیشترازدو) ترکیب نام یکسانی داشته باشند، ایزومرفضایی خواهند بود. ترکیبهای ۳ ، ۶ و ۷ ایزومر فضایی‌اند. ترکیبهای ۴ و ۵ نیز ایزومرفضایی هستند.

ایزومرهای‌هندسی: ایزومرهای‌فضایی‌هستندکه در وضعیت‌هندسی گروههای پیرامون یك‌پیوند دوگانه یا یك‌حلقه متفاوت‌اند. از پیشوندهای سیس و ترانس (یا E و Z) برای تشخیص آنها استفاده می‌کنیم. ترکیبهای ۳(سیس) و ۶ (ترانس) و همین‌طور ترکیبهای ۴ و ۵ (یا ۳ و ۷) ایزومرهای هندسی هستند.

انانتیومرها: ایزومرهای فضایی هستندکه تصویر آینه‌ای غیرقابل انطباق یکدیگرند. ترکیبهای ۶ و ۷ یك زوج انانتیومر را نمایش می‌دهند.

دیاستریومرها: ایزومرهای‌فضایی هستندکه تصویرآینه‌ای یکدیگرنمی‌باشند. ترکیبهای ۳ و ۶ وهمچنین ۴ و ۵ (یا ۳ و ۷) دیاستریومرند. ایزومرهای هندسی نمونه‌هایی از دیاستریومرها هستند.

ترکیب‌کایرال: ترکیب‌کایرال ترکیبی است‌که نور قطبیده مسطح را می‌چرخاند. ۳،۶ و ۷ ترکیب‌کایرال هستند. هرسه ترکیب اتم‌کربن‌کایرال (چهارگروه متفاوت به‌آن وصل شده) دارند.

ترکیب‌ناکایرال: ترکیب ناکایرال ترکیبی است‌که نورقطبیده مسطح را نمی‌چرخاند. تمام اتمهای‌کربن مولکول، ناکایرال هستند. ترکیبهای ۱، ۲، ۴، و۵ همگی ناکایرال هستند.

ترکیب مزو: ترکیب مزو دو (یا بیشتر از دو) اتم کربن‌کایرال دارد اما نور قطبیده مسطح را نمی‌چرخاند. یك صفحه تقارن در مولکول وجود دارد. ترکیب ۳ مزو است.

مخلوط راسمیك: مخلوط راسمیك مخلوطی ۵۰/۵۰ ازیك زوج انانتیومراست ونورقطبیده مسطح رانمی‌چرخاند. مخلوط۵۰/۵۰ ترکیبهای ۶ و ۷ می‌تواند مخلوطی راسمیك باشد.

ترجمهٔ افسانه صدری

• *Journal of Chemical Education*, October 1988