

توانمندسازی باطری با

"آنتیموان"

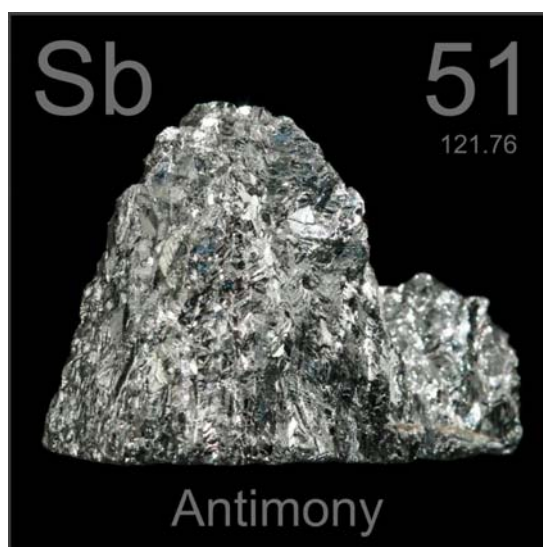
مدیریت آموزش، پژوهش و فناوری ایمیدرو

نام آنتیموان Antimony از واژه یونانی Anti به معنای برخلاف و Monos به معنای تنهایی یا دور افتاده (یعنی فلزی که تنها نیست)، گرفته شده است. آنتیموان از دوران قدیم به صورت مواد مرکب شناسایی شده است و در اوایل قرن ۱۷ به صورت یک فلز شناخته شد. اولین بار این عنصر از نظر علمی توسط Tholden در سال ۱۴۵۰ شناسایی شد. سولفید طبیعی آنتیموان (استینیت) در پزشکی و به صورت آرایشی استفاده می‌شود.



شکل ۱. سنگ آنتیموان

ارتباط بین نام پیشرفته آنتیموان و سیمبل آن پیچیده است. نام قبلی برای سولفید آنتیموان در پودر آرایش از یونانی ها گرفته شده است که به نوبه خود در زبان لاتین تبدیل به **Stibium** شده است. **Jacob Berzelius** شیمیدان مکتشف ، مخفف این نام (**Sb**) را برای آنتیموان در نوشته هایش استفاده کرد و این نام به این شکل باقی ماند. این عنصر در متن های کهن فارسی به نام روی سخته یا روی مصری نامیده شده است.



شکل ۲ عنصر آنتیموان

خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی

آنتیموان فلزی است به رنگ سفید- نقره ای (با سفید قلعی) تا سفید- آبی رنگ، یا خاکستری با جلای نقره ای با نماد Sb ، عدد اتمی ۵۱، وزن اتمی ۱۲۱/۸، وزن مخصوص در دمای ۲۶ درجه سانتیگراد ۶/۶۹ گرم بر سانتی متر مکعب ، سختی ۳-۳/۵ در مقیاس موس ، نقطه جوش ۵۴۲۵ درجه سانتی گراد و نقطه ذوب ۶۳۱ درجه سانتی گراد. فلز آنتیموان در گروه ۱۵ (VA)، دوره ۵ و سری شبه فلزات قرار دارد.

فراوانی آنتیموان در پوسته زمین ppm ۰/۵ - ۰/۲ است و به صورت فلز خالص در طبیعت بسیار نادر است. آنتیموان به ندرت به صورت یک فلز خالص یافت می‌شود و در شکل عنصری خود به رنگ سفید مایل به نقره ای، فلزی ترد و شکننده و کریستالین که خاصیت الکتریکی ضعیف دارد می‌باشد.

فلز آنتیموان در بازار به اشکال متداول شمش و ورقه ای با درصد خلوص ۹۹-۹۵ و یا به صورت دانه دانه ای، قالبی، پودری، گلوله ای و تک کریستال عرضه می‌شود.



شکل ۳ کریستال‌های درخشان آنتیموان

آنتیموان یک عنصر کالکوفیل است که با سولفور و فلزات سنگین مانند سرب، مس و نقره دیده می شود. خواص فیزیکی آنتیموان به صورت یک شبه فلز است اما از نظر شیمیایی یک فلز واکنش پذیر است و توسط اسیدهای اکسیدکننده و هالوژن ها تأثیر می گیرد. این شبه فلز دارای ۴ شکل آلوتروپی است و شکل پایدار آنتیموان یک فلز به رنگ آبی- سفید است. آنتیموان فلزی بسیار ترد و شکننده، جامد و بلورین است که خواص هدایت گرمایی و الکتریکی ضعیفی دارد و در دماهای پائین تبخیر می شود و به صورت خالص یا به شکل کانه استینیت در طبیعت یافت می شود.



شکل ۴ آلوتروپ سیاه رنگ آنتیموان

آنتیموان ساختار بلورین دارد و بلافاصله پوسته پوسته می شود. آنتیموان خالص و ترکیباتش بسیار سمی هستند؛ پس باید در کار با آنها احتیاط لازم را به کار بست. منبع اصلی آنتیموان کانی به نام استینیت است که سولفیدی از آن عنصر است. همچنین در کانی های دیگر از جمله آلمینیت و گهگاهی به صورت خالص یافت می شود گر چه تا قرن هفدهم کسی نتوانسته بود آن را به شکل خالص از کانی جدا کند. آنتیموان در دمای اتاق با هوا واکنش نمی دهد اما روی شعله بلافاصله با نور درخشانی می سوزد و مقادیر فراوانی گاز های سفید تولید می کند. آنتیموان رسانایی ضعیف برای گرما و الکتریسیته است.

کانی‌های آنتیموان

کانی‌های آنتیموان تنوع فراوانی دارند و تا ۱۰۰ نوع مختلف نیز برشمرده شده‌اند. با این همه نمونه‌های مشهور آنها عبارتند از:

- آنتیموان خالص Native:

آنتیموان برخی اوقات به صورت خالص Native یافت می‌شود. در این صورت $Sb=100\%$ بوده و به رنگ سفید، چگالی $6/8-6/7$ و سختی $3/5-3$ می‌باشد.

- سولفید آنتیموان یا استینیت Stibnite:

سولفید آنتیموان یا استینیت Stibnite با فرمول (Sb_2S_3) یافت می‌شود که کانه اصلی آنتیموان است. در این کانی $Sb=71/6\%$ بوده و به رنگ خاکستری سربی، چگالی $4/62-4/52$ و سختی ۲ می‌باشد.

- والنتینیت Valentinite:

والنتینیت با فرمول (Sb_2S_3) نشان داده می‌شود.



شکل ۵ کانی‌های استیبنیت و والتینیت کشف شده از معادن کبک کانادا

• تتراهیدریت Tetrahydrite:

تتراهیدریت با فرمول $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ و حاوی $Sb=29/22\%$ می باشد.

• بورنوتیت:

بورنوتیت با فرمول $CuPbSbS_3$ و حاوی $Sb=24/92\%$ می باشد.

• پیرآرژیریت:

پیرآرژیریت با فرمول Ag_3SbS_3 و حاوی $Sb=22/48\%$ می باشد.

• استفانیت:

استفانیت با فرمول Ag_5SbS_4 و حاوی $Sb=15/42\%$ می باشد.

• جسمونیت:

جسمونیت با فرمول $Pb_4FeSb_6S_{14}$ و حاوی $Sb = 35/39\%$ می باشد .

● بولانژیت:

بولانژیت با فرمول $Pb_5Sb_4S_{11}$ و حاوی $Sb = 25/69\%$ می باشد .

کاربردهای آنتیموان

آنتیموان به دو صورت خالص و ترکیب های معدنی در صنعت کاربرد فراوان دارد. در سال های اخیر، نزدیک به ۵۰ درصد آنتیموان فرآوری شده به صورت شبه فلز، در ساخت باتری های انباره، جعبه دنده های انتقال نیرو (گیربکس)، سیم جوش، آلیاژهای نرم و ساچمه به کار رفته است.



شکل ۶ کاربرد آنتیموان در بلبرینگ و ساچمه

آنتیموان در صنایع پلاستیک سازی، لاستیک سازی، تولید سرامیک و شیشه کاربرد فراوانی دارد. در صنایع شیمیایی برای تولید مواد مقاوم در برابر آتش، مصرف زیادی دارد. آنتیموان در ساخت اتصال ها و پایانه های برقی، به صورت آلیاژ مصرف می شود. افزودن این فلز به سرب، باعث افزایش روان شدگی می شود و قابلیت شکل پذیری آن را افزایش می دهد. آلیاژ آن با قلع و سرب، کاربرد گسترده ای دارد. آلیاژ آنتیموان و سرب در ساختن پمپ ها و لوله های انتقال مواد شیمیایی،

پوشش مخازن، ذخیره مواد شیمیایی، پوشش سقف و جدار بیرونی کابل ها، کاربرد گسترده ای دارد.



شکل ۷ کاربرد سولفید آنتیموان در صنایع هسته‌ای و شیمیایی

مقادیر بسیار کمی از این فلز با خلوص بالا و در حدود ۹۹/۹۹۹ درصد در تولید نیمه رساناهایی چون انیدیم آنتیمونید، آلومینیوم آنتیمونید و گالیم آنتیمونید مصرف می شود. ترکیب های معدنی آنتیموان با کاربردی فراوان، سهم عمده ای از مصرف این ماده را به خود اختصاص داده اند. ترکیب های اصلی آنتیموان، شامل پتاکسید آنتیموان، آنتیمونات سدیم و تری اکسید آنتیموان، در برابر شعله مقاوم بوده و از این رو، در پلاستیک سازی، رنگ سازی و ساخت الیاف مصنوعی مصرف می شوند. ترکیب های دیگر آنتیموان، به صورت تثبیت کننده و رنگینه، در تولید پلاستیک کاربرد گسترده ای دارند. آنتیمونات سدیم به عنوان رنگ بر در صنایع شیشه سازی و ساخت و تولید صفحه تلویزیون و لامپ های فلورسنت مصرف می شود. اکسیدهای آنتیموان به عنوان رنگینه سفید در رنگ سازی به کار می رود. ترکیب های دیگر آنتیموان، به عنوان رنگینه های سیاه، زرد، پرتقالی، قرمز و روشن کاربرد دارند. به علت خاصیت بازتابش در برابر پرتو فرسرخ در تولید رنگ های خاص استتار در صنایع نظامی استفاده می شود.



شکل ۸ کاربرد آنتیموان در تولید DVD

آلیاژ آنتیموان با سرب و قلع، به فلز چاپ موسوم است. آنتیموان به همراه قلع و مس، فلز یاتاقان یا فلز ضداصطکاک نامیده می شود. آلیاژ آنتیموان با سرب، برای پوشش درونی مخازن اسیدها کاربرد گسترده ای دارد. آنتیموان یک فلز استراتژیک به شمار می آید، چرا که آن را در گلوله و خمپاره سازی و وسایل تولید دودهای سفید غلیظ برای استتار زیاد به کار می برند. سولفید آنتیموان را در کبریت سازی، در قسمت زیر قوطی کبریت به کار می برند و در بخش سرچوب کبریت نیز آمیزه ای از سولفید آنتیموان و گوگرد را به کار می گیرند.



شکل ۹ کاربرد آنتیموان در کبریت سازی

از آنتیموان در طیف وسیعی از صنایع استفاده می‌شود. مهمترین کاربرد جهانی آنتیموان مصرف آن به عنوان فلز اولیه در تولید انواع باطری های معمولی و هیبریدی با سایر آلیاژهای فلزی مانند سرب است. پس از آن استفاده از تری اکسید آنتیموان در تهیه مواد اطفاء حریق که از گسترش آتش در مواد پلاستیکی و پلیمرها جلوگیری می‌کند، در مکان بعدی قرار دارد.

از فلز آنتیموان در ساخت آلیاژهای سخت و محکم که در برابر فرسودگی و خوردگی مقاومت بالایی دارند، برای ساخت ورقه ها و لوله ها استفاده زیادی می‌شود. همچنین آلیاژهای این فلز برای ساخت سقف های کاذب و تزئینات داخلی منازل و سپرهای رادیواکتیو که در مقابل اشعه گاما و ایکس مقاومند و همچنین در صنایع مهمات و اسلحه سازی و لحیم کاری استفاده می‌شود. از آنتیموانات سدیم نیز در قطب کاتد (میله شیشه ای) همچنین در تولید شیشه های CRT لنزهای دوربین و دستگاه های فتوکپی و سرامیک ها و دستگاه های تلویزیون استفاده می‌شود.

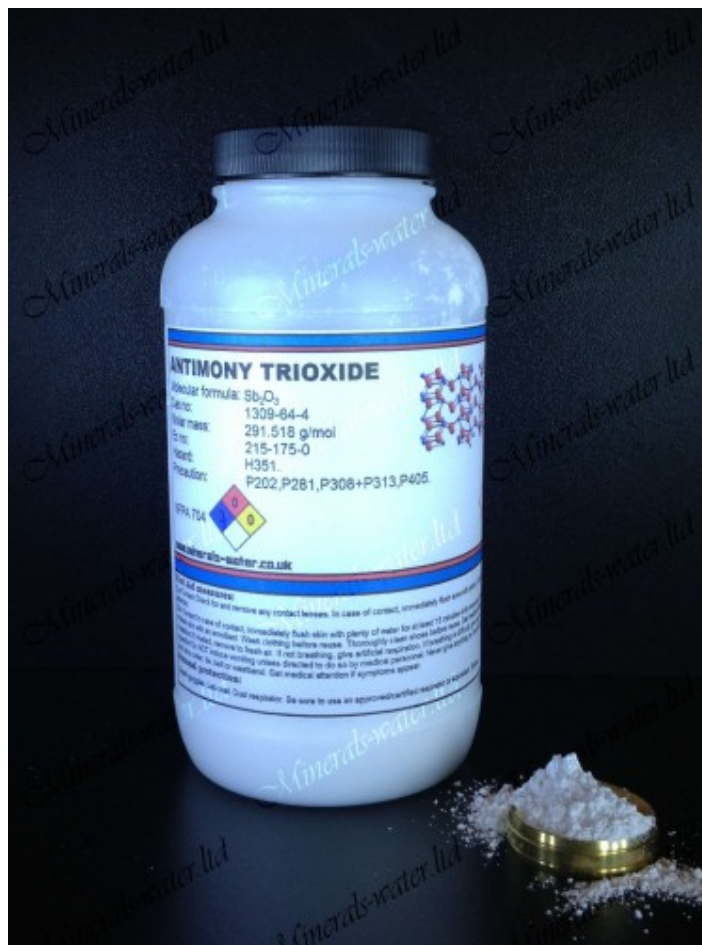


شکل ۱۰ کاربرد آنتیموان در صنعت نظامی

از تری اکسید آنتیموان در تثبیت حرارتی PVC و ماده رنگی پلاستیکها در برابر عوامل مخرب و در ترکیبات آلی استفاده می‌شود. از مصارف جدید آنتیموان استفاده از ترکیبات آن در صنایع نیمه رساناها و تولید دیسک های دیجیتالی و فولادهای مغناطیسی را می‌توان نام برد.

آنتیموان به طور فزاینده ای در صنعت نیمه رسانا در تولید لامپ های دوقطبی، آشکارسازهای مادون قرمز (Infra-red)، تولید دیسک های دیجیتالی DVD و فولادهای مغناطیسی استفاده می شود. همچنین در تجهیزات انتقال برق و لحیم کاری، در آلیاژها برای افزایش استحکام، سختی و مقاومت در برابر خوردگی شیمیایی (آلیاژ سرب-آنتیموان) که این آلیاژها در ورقه‌ها، اتصال دهنده‌ها و پایانه‌های باتری‌های سرب-اسید، مهمات سازی و انفجار، لحیم کاری، عایق کاری مخازن، لوله‌ها و پمپ‌های مقاوم در برابر خوردگی، ورقه‌های ساخت سقف های کاذب، تزئینات داخلی منازل و سپرهای رادیواکتیو مقاوم در مقابل اشعه گاما و ایکس و روکش سیم کاربرد دارد.

آنتیموان در باتری ها، مواد ضد آتش، رنگ های لعابی، لاستیک، پلاستیک، سرامیک، گلوله ای ردیاب، غلاف سیم و کابل و انواع لوازم آرایشی استفاده می گردد.



شکل ۱۱ کاربرد اکسید آنتیموان در رنگ‌های شیمیایی

مواد مرکب آنتیموان در اشکال اکسیدی، سولفیدی، آنتی مونات سدیم، تری کلرید آنتیموان در ساخت مواد مرکب ضد آتش (آتش زدا)، سرامیک لعابی، شیشه، رنگ و سفال استفاده می شود. نقش آنتیموان در باتری‌های معمولی، هیبریدی و اسید - سرب، افزایش مقاومت و ظرفیت ورقه‌ها، تسمه‌ها و پایانه‌ها است. به علاوه آنتیموان سبب هیدروژن‌زدایی در ورقه‌ها شده که برای منفذدار کردن و تبخیر الکترولیت لازم است. کمتر از ۱٪ آنتیموان، سختی آلیاژهای سرب - قلع را افزایش می‌دهد. در صنعت نیمه‌هادی اکسید آنتیموان با درجه خلوص بالا (>۹۹٪) به عنوان کاتالیزور برای تشکیل ترکیبات بین فلزی آنتیموان، گالیوم، آلومینیوم و ایندیوم (دیودها و آشکارکننده‌های مادون قرمز) استفاده می‌شود.

اکسید آنتیموان به همراه هالوژن‌هایی مانند کلر و برم، ترکیباتی را تشکیل می‌دهند که خواص آتش‌زدایی و اطفاء حریق داشته و از گسترش آتش در مواد پلاستیکی و پلیمرها و در پلی‌استرهای بسیار متراکم، نایلون‌ها، منسوجات، کاغذ، رنگ، لاستیک و چسب‌ها جلوگیری می‌کند. اکسید آنتیموان برای ازبین بردن حباب‌ها در شیشه‌های نوری (دوربین، فتوکپی، ذره‌بین) و به عنوان کاتالیزور پلیمریزاسیون مصرف می‌شود. همچنین اکسید آنتیموان، ترکیب حدواسط برای ساخت دیگر ترکیبات آنتیموان است.



شکل ۱۲ کاربرد اکسیدهای آنتیموان در صنایع نساجی و برای ضد حریق کردن لباس

پنتااکسید آنتیموان خاصیت تأخیر اندازی آتشگیری برای منسوجات (افزایش مقاومت پارچه در برابر آتش) داشته و از آنتیموانید سدیم برای تأخیر در آتشگیری منسوجات (افزایش مقاومت پارچه در برابر آتش) و تأخیر کلرزدائی (در برخی انواع شیشه‌های خاص) استفاده می‌شود. این ترکیب در قطب کاتد (میله شیشه ای آن) و در تولید شیشه های CRT لنزهای دوربین، دستگاه های فتوکپی، دستگاه های تلویزیونی و انواع سرامیک ها نیز بکار می‌رود. پنتاسولفید آنتیموان (Sb_2S_3) در ولکانیزه کردن لاستیک، رنگدانه، تری‌سولفید آنتیموان، پیش ماده مهمات، دودزا، رنگدانه منعکس کننده اشعه ماوراء بنفش در رنگ‌های استتار کننده جنگی بکار رفته و تری کلرید آنتیموان کاربرد داروسازی، کاتالیزوری دارد. تری اکسید آنتیموان مهمترین ماده مرکب

آنتیموان است و در تثبیت حرارتی PVC، کاربرد ضد حریق دارد که شامل انواع لباس، ایمنی مغازه ها، هواپیما، اتومبیل و ماده رنگی پلاستیک ها در برابر عوامل مخرب و در ترکیبات آلی استفاده می شود.

روش های فراوری و استحصال آنتیموان

پرعیار کردن کانه بدین طریق است که ابتدا کانه خرد و آسیاب شده به روش تفریق گرانشی و شناورسازی تغلیظ می شود، کانه های اکسید شده، دانه بندی دستی می شوند. استحصال آنتیموان به روش پیرومتالورژی و کمتر الکترومتالورژی صورت می گیرند. جزئیات روش به خواص کانه بستگی دارد.

کانه با ۲۵-۲٪ سولفید سوزانده شده تا اکسید آنتیموان ایجاد شود. کانه با سولفید ۴۰-۲۵٪ و سولفید مخلوط و اکسید در کوره بلند ذوب می شوند. کانه با ۶۰-۴۵٪ سولفید در شرایط جوی کاهش داده می شوند، کانه های پراکسید مستقیماً با قراضه آهن کاهش داده می شود و کانه های پیچیده با شستشو و الکترولیز ذوب و جامد می شود. ذوب در کوره بلند در دمای ۳۰۰ °C و جوش ۷۰۷ °C، فشار بخار بالا و احتراق دمایی که آنتیموان را از مایع و بخار جدا می کند صورت می گیرد. فلز آنتیموان یا اکسید آن به روش پیرومتالورژی در یک کوره انعکاسی کوچک که مخلوط کربنات سدیم و کک برای ذوب فلزات ناخالص به آن اضافه شده، ذوب می شود.

در اثر این عمل سرباره ضخیمی ایجاد شده که برداشته می شود. معرف های شیمیایی مانند اکسی سولفید آنتیموان یا پتاس برای حذف آهن و گوگرد به آن اضافه می شود تا Star Slag با ۶۰-۲۰٪ آنتیموان ایجاد شود. بعد از چندین ساعت آنتیموان با $> ۹۹/۶\%$ یا $> ۹۹/۹۹\%$ فلز آنتیموان به قالب ها سرازیر می شود. در این زمان الگوهای ستاره ماندی بر روی سطح فلز تشکیل می شود.

سرانجام با روش های الکترولیزی آنتیموان در یک حمام آبی حل می شود، الکترولیز آنتیموان را روی کاغذ تهنشین می کنند و ناخالصی هایی مانند گوگرد، نقره، طلا، آهن و مس در لجن تجمع می یابد.