

سنتز نانوذرات اکسید مس به روش هم رسوبی

۱- هدف

آشنایی با روش سنتز نانوذرات اکسید مس از طریق فرآیند هم رسوبی و تبدیل فاز هیدروکسیدی به فاز اکسیدی با استفاده از حرارت.

۲- مقدمه

نانوذرات فلزی به دلیل ویژگی های منحصر به فرد نوری، الکتریکی و ضدباکتریایی شان، در حوزه های مختلفی همچون پزشکی، حسگرها و تصفیه آب کاربرد دارند. یکی از این نانوذرات، نانو اکسید مس است که به راحتی از طریق رسوب گیری از محلول نمک مس و باز (مانند سود) سنتز می شود. در این فرآیند ابتدا رسوب نیترات هیدروکسید مس تشکیل می شود و سپس با حرارت دهی به نانوذرات اکسید مس تبدیل می گردد.

۳- تئوری آزمایش

مس : عنصر مس یک فلز انتقالی با عدد اتمی ۲۹ است. حالت این ماده معمولاً جامد است و با فرایندهای شیمیایی تولید می شود. مس معمولاً برای ساخت کابل های برق، سکه، تزیینات و خیلی موارد دیگر به کار می رود.

اکسید مس : این ماده یک ترکیب شیمیایی بین مس و اکسیژن است و در طبیعت می تواند به عنوان مینرال تنوریت یافت شود. اکسید مس در آب و الکل غیر قابل حل و در برخی اسیدها حل می شود .

○ اکسید مس ماده امید بخشی است که خواص نوری متفاوتی از خود نشان می دهد.

- همچنین اکسید مس ماده ای غیر سمی است و به فراوانی یافت می شود و قیمت تولید کمی دارد. این ماده دارای ضریب جذب نسبتا بالایی در ناحیه مرئی می باشد.
- اکسید مس جاذب خوبی برای انرژی خورشید می باشد زیرا جذب بالای انرژی و اتلاف حرارتی کمی دارد.
- به طور کلی اکسید مس ماده ای است که می تواند برای استفاده در سلول خورشیدی به کار رود.
- از کاربردهای آن می توان به کاتالیست، حسگرهای گازی و الکتروود در باتری های لیتیم یونی اشاره کرد.

روش های مختلف سنتز نانوذرات مس

نانوذرات مس به دلیل خواص منحصر به فردی مانند هدایت الکتریکی بالا، فعالیت کاتالیستی و خاصیت ضدباکتریایی، در صنایع مختلف کاربرد دارند. روش های گوناگونی برای سنتز این نانوذرات وجود دارد که هر کدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. رایج ترین روش ها عبارتند از:

۱. روش شیمیایی مرطوب (Wet Chemical Method):

یکی از پرکاربردترین روش ها است که شامل احیای یون های مس در محلول با استفاده از عوامل کاهنده مانند اسید اسکوربیک یا هیدرازین است. این روش نیاز به کنترل دقیق pH، دما و غلظت دارد.

۲. روش هم رسوبی (Co-precipitation):

این روش ساده، کم هزینه و مناسب برای سنتز در مقیاس آزمایشگاهی است. در آن، یک محلول نمک مس (مثل نترات مس) با یک باز (مانند سود یا آمونیاک) واکنش داده و رسوبی از پیش ماده نانوذره تشکیل می شود. سپس با حرارت دهی، این رسوب به نانوذرات اکسید مس تبدیل می شود. مزیت این روش، امکان کنترل اندازه ذرات با تغییر pH و دماست.

۳. روش سل-ژل (Sol-Gel):

این روش بر پایه تبدیل پیش ماده مایع به ژل و سپس خشک کردن و کلسینه کردن آن است. دقت بالایی در کنترل مورفولوژی و اندازه ذرات دارد ولی مراحل آن نسبتاً پیچیده است.

۴. روش سبز (Green Synthesis) :

در این روش از عصاره های گیاهی یا میکروارگانیسم ها به عنوان عامل کاهنده و پایدارکننده استفاده می شود. این روش دوستدار محیط زیست بوده و اغلب برای تولید نانوذرات با کاربردهای پزشکی استفاده می شود.

۵. روش هیدروترمال و سولوترمال:

در این روش ها، واکنش ها در دما و فشار بالا در ظروف بسته (اتوکلاو) انجام می شود و باعث تولید نانوذرات یکنواخت با ساختار کریستالی مطلوب می گردد.

روش هم رسوبی به دلیل سادگی اجرا، کنترل آسان بر اندازه و شکل ذرات، هزینه ی پایین و نیاز نداشتن به تجهیزات پیچیده، برای آزمایش های آموزشی و تحقیقاتی سطح پایه بسیار مناسب است. همچنین امکان مشاهده مراحل مختلف رسوب گیری و بررسی تأثیر عواملی چون pH و دما را فراهم می کند.

۴- روش کار آزمایش

۴-۱- مواد و تجهیزات مورد نیاز

- نیتрат مس دو آبه ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- سدیم هیدروکسید / سود (NaOH)
- آب مقطر
- اتانول
- استون
- بشر
- همزن مغناطیسی

- pH متر یا کاغذ pH
- سانتیفیوژ (در صورت موجود بودن)
- کاغذ صافی
- ترازو دیجیتال
- آون یا خشک کن
- کوره با دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد

۴-۲- روش انجام آزمایش

درصد و مولار محلول های مورد نیاز در این آزمایش (محلول ۰/۱ مولار نیترات مس و محلول ۰/۵ مولار NaOH) معمولا در آزمایشگاه وجود دارند، در صورت موجود نبودن، حتما از کارشناس آزمایشگاه بخواهید تا محلول ها را تهیه و در اختیارتان قرار دهند.

مرحله اول: سنتز نانوذرات نیترات هیدروکسید مس

۱. تهیه محلول نمک مس: برای تهیه ی ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار نیترات مس دو آبه، باید حدود ۴/۸۳ گرم از $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ را در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل کنید.
۲. محلول را روی همزن مغناطیسی قرار دهید تا کامل حل شود و یکنواخت شود.
۳. سپس به کمک کاغذ pH یا دستگاه pH سنج، اندازه گیری pH اولیه را انجام دهید که باید عددی حدود ۳ تا ۴ باشد.
۴. افزودن سود: محلول سود (۱ مولار) را به صورت قطره قطره به محلول اضافه کنید و مرتب pH را اندازه گیری کنید تا به مقدار ۵/۵ برسد.
۵. در این مرحله رسوبی آبی رنگ تشکیل خواهد شد.

۶. رسوب را به کمک کاغذ صافی که روی قیف قرار می‌دهید، از محلول جدا کرده و با آب مقطر سه بار و استون دو بار شستشو دهید تا به خوبی یون های اضافی خارج شوند. (در صورت در دسترس بودن سانتریفیوژ، استفاده شود)

۷. رسوب شسته شده را در پلیت یا ظرف شیشه ای ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در آون (خشک کن) با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار دهید تا خشک شود و پودر نانو ذرات نیترات هیدروکسید مس تهیه شود.

مرحله دوم: تبدیل نانوذرات نیترات هیدروکسید مس به نانوذرات اکسید مس

۱. در این مرحله پودر تهیه شده در مرحله قبل را در ظرف سرامیکی یا شیشه ای مقاوم به حرارت (ظرف مخصوص کوره) بریزید.

۲. آن را در کوره با دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت حرارت دهید.

۳. پودر به دست آمده، نانوذرات اکسید مس با رنگ قهوه ای خواهد بود.



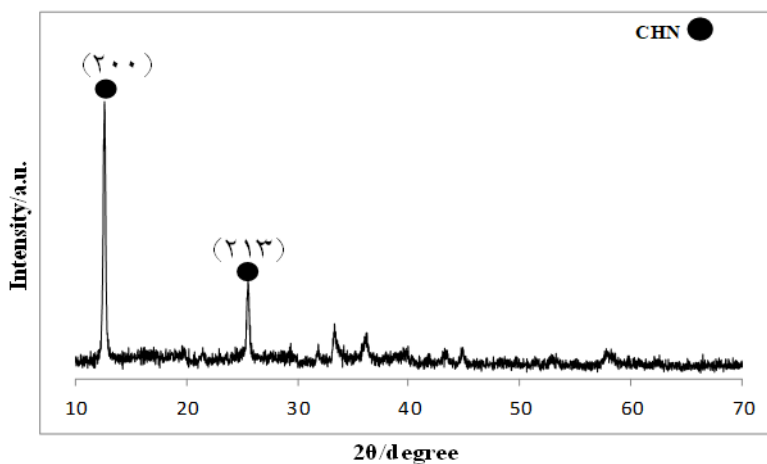
شکل ۱. نانوذرات اکسید مس سنتز شده

۵- نکات ایمنی و توصیه ها

- هنگام کار با سود و نیترات مس از دستکش و عینک ایمنی استفاده شود.
- در صورت تماس با پوست، محل را سریع با آب فراوان بشوید.
- محلول سود را به آرامی اضافه کنید تا واکنش شدید رخ ندهد.
- استفاده از سانتریفیوژ و کوره نیازمند نظارت مربی یا آزمایشگاه مجهز است.

۶- آنالیز و بررسی نتایج

در شکل ۲ نتایج حاصل از آنالیز تفرق اشعه ایکس پودر سنتز شده اولیه (نیترات هیدروکسید مس) آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود دو پیک اصلی این ماده در زاویه هایی حدود ۱۲ و ۲۷ درجه ظاهر شده اند (کارت ۰۰۱۴-۱۵) که نشان دهنده سنتز صحیح این ماده است.



شکل ۲. الگوی XRD از پودر نیترات هیدروکسید مس سنتز شده به روش هم رسوبی

۷- پرسش

۱. نقش pH در کنترل فرآیند سنتز نانوذرات اکسید مس چیست؟
۲. اگر pH محلول بیش از حد بالا برود، چه اتفاقی برای اندازه ذرات می افتد؟
۳. چرا برای شستشو از آب مقطر و استون استفاده می شود؟
۴. فرآیند حرارت دهی چه تغییری در ساختار مواد ایجاد می کند؟
۵. آیا نانوذرات اکسید مس خاصیت ضدباکتریایی دارند؟ چگونه می توان این خاصیت را بررسی کرد؟

طراح: مرضیه آزاد فلاح