



جلسه چهارم
نانوذرات فلزی
طلا
نقره
مس



نانوذرات طلا

- نانوذرات طلا خواص شیمیایی و فیزیکی منحصر به فردی از خود نشان می دهند که کاملاً متفاوت از خواص طلای حجیم شده است.
- ذرات طلا غیر سمی هستند و به راحتی می توانند به مولکول های زیستی دیگر متصل شوند و همچنین خواص نوری منحصر به فردی از خود نشان می دهند. علاوه بر این، ذرات طلا اکنون به عنوان فعال کاتالیزوری برای طیف وسیعی از واکنش های تجاری مهم شناخته شده اند.
- به عنوان مثال، ذرات طلا که ۲۰ نانومتر قطر دارند قرمز رنگ هستند، این ذرات در تعدادی از محصولات تشخیصی پزشکی مورد استفاده قرار می گیرند.

تاریخچه کاربرد نانو ذرات طلا

- ذرات طلا از قرن چهارم برای رنگ آمیزی شیشه استفاده می شود. اگرچه بعید است که نانوساختار آنها در آن زمان شناخته شده باشد.
- تکنیک رنگ آمیزی شیشه را با این ذرات می توان در ساخت فنجان لیکورگوس رومی مشاهده کرد.
- شیشه این فنجان حاوی ذرات طلا است که هم نور را پراکنده و هم جذب می کنند، بنابراین از زوایای مختلف رنگ این فنجان قرمز یا سبز به نظر می رسد.

ویژگی نانو ذرات طلا

تشدید پلاسمون سطحی

- هنگامی که نانو ذرات طلا در معرض طول موج خاصی از نور قرار می گیرند. این عمل باعث جدایی بار نسبت به شبکه یونی می شود و یک نوسان دو قطبی در امتداد جهت نور ایجاد می کند.
- میدان الکتریکی نور در یک فرکانس خاص به حداکثر می رسد که رزونانس پلاسمون سطحی نامیده می شود.
- وابسته به اندازه ذرات طلا، رزونانس پلاسمون سطحی خواص تشعشعی مانند جذب و پراکندگی را افزایش می دهد و کاربردهای متعددی را برای کاربردهای بیولوژیکی و پزشکی این ذرات ارائه می دهد.

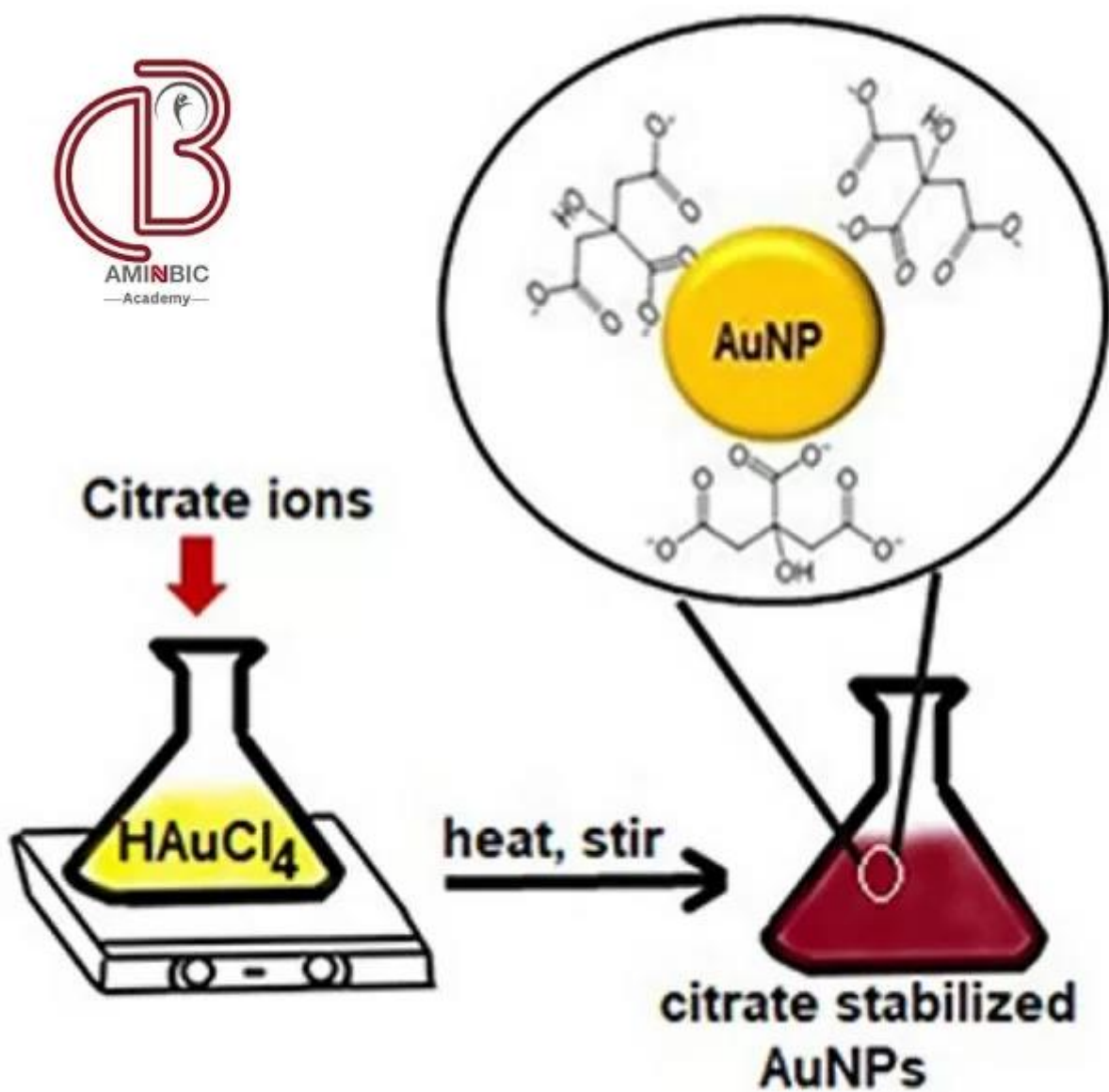
خواص الکتروشیمیایی

- خواص الکتریکی ذرات طلا در چند سال گذشته به شدت مورد مطالعه قرار گرفته است. انتقال الکترون به سطوح انرژی گسسته چندین اتم محدود نمی شود بلکه به عنوان یک سطح انرژی پیوسته ظاهر می شود.
- خاصیت الکتریکی ذرات طلا تنها به اندازه و محیط اطراف آنها بستگی دارد که برای بسیاری از کاربردها مانند حسگرهای زیستی الکتریکی و تراشه های الکترونیکی استفاده شده است.

روش های مهم سنتز ذرات طلا

- استفاده از سدیم سیترات به عنوان احیاکننده

- در این جا سنتز این نوع از نانوذرات با استفاده از سدیم سیترات را به طور مختصر با هم مرور می کنیم:
- تمام ظروفی را که طی سنتز به آن نیاز داریم با اسیدکلریدریک شست و شو می دهیم.
- نمک طلا را وزن می کنیم (مثلا ۰.۰۳ گرم) و همراه با آب مقطر داخل بشر می ریزیم.
- به بشر حاوی آب مقطر و نمک طلا، ۳ میکرولیتر محلول سدیم سیترات اضافه می کنیم.
- بشر را روی هیتراستیرر قرار می دهیم تا به جوش بیاید، در این مرحله شاهد تغییر رنگ محلول به طیفی از قرمز هستیم که نشانگر نانوذرات طلا می باشد



کاربرد نانو ذرات طلا

- کاربرد نانو ذرات طلا در پزشکی
- حسگرها
- خواص نوری طلا

کاربرد نانو ذرات طلا در پزشکی

- نانو ذرات طلا می توانند نور را در نتیجه رزونانس پلاسمون سطحی SPR به شدت جذب کنند. نور جذب شده می تواند به طور موثری توسط فرآیندهای سریع به گرما تبدیل شود. این عمل ذرات طلا را به ابزاری مفید برای درمان فتوترمال سرطان یا سایر بیماری ها تبدیل می کند.
- این ذرات نانو با جذب نزدیک به پرتو مادون قرمز، هنگامی که توسط نور در طول موج های ۷۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر برانگیخته می شوند، گرما تولید می کنند. این مسئله نانو ذرات را قادر می سازد تا تومورهای هدف را از بین ببرند. زمانی که نور به توموری حاوی ذرات طلا اعمال می شود، ذرات به سرعت گرم می شوند و سلول های تومور را در یک روش درمانی که به عنوان درمان هایپرترمی نیز شناخته می شود، می کشند.

حسگرها

- به طور معمول، سنجش زیستی نانو ذرات طلا بر اساس برهمکنش پیوند متقاطع با یک مولکول گیرنده بر روی نانو ذرات انجام می شود. از این نانو ذرات می تواند برای تشخیص پروتئین ها، آلاینده ها و سایر مولکول های بدون برچسب استفاده کرد.
- از این ذرات در ساخت انواع حسگرها استفاده می شود. به عنوان مثال، یک حسگر رنگ سنجی مبتنی بر نانو ذرات طلا می تواند تشخیص دهد که آیا مواد غذایی برای مصرف مناسب هستند یا خیر.

خواص نوری طلا

- نانو ذرات طلا به عنوان فوتوکاتالیست در تعدادی از واکنش های شیمیایی استفاده می شوند. به دلیل خاصیت رزونانس پلاسمون سطحی منحصر به فرد، سطح این ذرات نانو را می توان برای اکسیداسیون انتخابی یا کاهش واکنش در موارد خاص مورد استفاده قرار داد.
- به طور معمول، نانو ذرات طلا به عنوان فوتوکاتالیست با ترکیب دی اکسید تیتانیوم تولید می شوند که می تواند در صنایع شیمیایی مفید باشد. همچنین این نانو ذرات برای کاربردهای پیل سوختی در حال توسعه هستند. این فناوری ها در صنعت خودرو و نمایشگر بسیار مفید خواهند بود.

نانوذرات نقره

- نقره با نماد Ag، در شماره ۴۷ هفتم جدول تناوبی قرار دارد که قوی ترین هدایتگر الکتریکی و گرمایی در میان تمامی عناصر است و به نسبت طلا انعطاف پذیر و چکش خوار است.
- خاصیت آنتی باکتریال فلز نقره از دیرباز مورد استفاده در ضد عفونی کردن زخم های حاصل از جنگ ها و یا از ظروف غذای نقره ای برای از بین بردن باکتری و... بوده است که با ظهور آنتی بیوتیک ها، استفاده از این فلز روز به روز کمتر شده است.
- اما با ظهور علم نانو این فلز توانست اهمیت خود را دوباره بازیابد. با تبدیل نقره به نانو ذرات نقره که باعث افزایش چشمگیر ۹۹ درصدی خاصیت آنتی باکتریال این ماده شد.

خواص نانوذرات نقره

- ویژگی‌های نوری: این نانوذرات، با بازده بالایی نور را جذب و پراکنش می‌کنند.
- برهمکنش قوی این ذرات با نور به این دلیل است که الکترون‌های سطح فلز زمانی که توسط نور با طول موج مشخص برانگیخته می‌شوند، نوسان می‌کنند این امر موجب ایجاد رنگ‌های مختلف نانوذرات بر اساس اندازه، شکل و محیط پیرامون آن‌ها می‌شود.

- **ویژگی‌های ضد میکروبی:** این مواد با آزادسازی یون Ag^+ باعث تخریب غشای سلول باکتری، تولید گونه‌های فعال اکسیژن، تداخل در متابولیسم و عملکرد پروتئین و DNA باکتری شده و از رشد باکتری جلوگیری می‌کنند.
- **رسانایی الکتریکی و گرمایی:** نقره رسانندگی الکتریکی و گرمایی بالایی دارد و این خاصیت در نانوذرات نقره افزایش پیدا کرده است.
- **ویژگی‌های کاتالیتیکی:** این نانوذرات باعث تسهیل واکنش‌های شیمیایی شده و در کنترل آلودگی و سنتزهای شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

روش های مهم سنتز نانو نقره

- کاهش سیترات
- کاهش از طریق بوروهیدرید سدیم

کاهش سیترات

- کاهش سیترات، کاهش ذره منبع نقره، معمولاً AgNO_3 یا AgClO_4 به نقره کلوئیدی با استفاده از تری سدیم سیترات، $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ را شامل می شود.
- سنتز معمولاً در یک دمای بالا (۱۰۰ درجه سانتی گراد) برای به حداکثر رساندن مونودیسپرسیته ذرات انجام می گیرد.

کاهش از طریق بوروهیدرید سدیم

- اگر نیتрат نقره AgNO_3 توسط عامل کاهنده ضعیفی مانند سیترات کاهش یابد، نرخ کاهش پایین می‌آید و این بدین معناست که هسته‌های جدید شکل می‌یابد و هسته‌های قدیمی به‌طور هم‌زمان رشد می‌یابند؛ و به این دلیل است که واکنش سیترات مونو دیسپرس کمی دارد.
- به دلیل اینکه NaBH_4 عامل کاهنده قوی می‌باشد، غلظت نیترات نقره به سرعت کاهش می‌یابد که منجر به کوتاه شدن زمان در طی فرایند شکل‌گیری هسته جدید و رشد به‌طور هم‌زمان می‌گردد و جمعیت مونودیسپرس نانو ذرات نقره را ایجاد می‌نماید.

مهم ترین کاربرد نانوذرات نقره

- پزشکی
- نساجی
- صنعت بسته بندی
- کاشی و سرامیک و تجهیزات ساختمانی
- تصفیه آب

کاربرد نانو ذرات نقره در پزشکی

- نانوذرات نقره بدلیل خواص آنتی باکتریالی و ضد میکروبی ای که دارند، امروزه در پزشکی بسیار مورد استفاده قرار میگیرند. در بعضی استفاده ها از آنها مستقیما به عنوان آنتی بیوتیک استفاده میشود.
- به عنوان مثال استفاده در پانسمان های آنتی باکتریال است. این پانسمان ها به این شکل است که دیگر در آنها نیازی به استفاده از ضد عفونی کننده هایی مانند بتادین نیست و احتمال عفونت زخم نیز کاهش می یابد.

کاربرد نانو ذرات نقره در نساجی

- پارچه ها از جمله وسایل مورد استفاده ما در پوشاک، بالش و رخت خواب، حوله، ملحفه و موارد متعدد بسیار که در اماکن مختلفی از جمله خانه، بیمارستان و هتل ها استفاده میشوند.
- به همین دلیل علاوه بر امکان انتقال باکتری و مریضی به واسطه این وسایل، بوی بد و ایجاد لکه و کثیفی به دلیل تجمع باکتری و قارچ ها میتواند آزار دهنده باشد.
- این روزها به کمک نانو ذرات نقره شاهد تولیدات پارچه های آنتی باکتریال هستیم که با خاصیتی که از آنها میشناسیم، از بوی بد ناشی از عرق کردن بدن و انتقال و گسترش باکتری ها بواسطه پارچه ها جلوگیری میکنند.

کاربرد نانو ذرات نقره در صنعت بسته بندی

- مواد غذایی، پوشش های دارویی ، تجهیزات پزشکی، سطوحی که ما مدام در ارتباط عمومی با آنها هستیم و موارد بسیار دیگر هستند که به دلیل ارتباطی که با باکتری ها دارند نیازمند غلبه بر آنها هستیم.
- اما مواد غذایی وسیع ترین حوزه ایست که نیازمند آنتی باکتریال بودن است. نانو ذرات نقره که قابلیت کامپوزیت و ترکیب با پلیمرها را دارند گزینه بسیار مناسبی برای چنین استفاده هایی هستند.
- این نوع بسته بندی ها تا چهار برابر بیشتر باعث حفظ تازگی و سلامت مواد غذایی و سبزیجات به نسبت حالت عادی میشوند. طی آزمایشات انجام شده در ۲۴ ساعت اولیه، از رشد ۹۸ درصد باکتری وقارچ ها جلوگیری میکند.

کاربرد نانو ذرات نقره در کاشی و سرامیک و تجهیزات ساختمانی

- از انجایی که رطوبت و آب زمینه مناسبی برای رشد باکتری و قارچ ها درست میکنند. کاشی و سرامیک های مورد استفاده در دستشویی، حمام، استخر و ... مستعد باکتری و به دنبال آن مریضی و بوی نامطبوع هستند. به همین دلیل با لعاب کاشی نانو ذرات نقره بر روی سطوح کاشی و سرامیک ها سعی در جلوگیری از این موارد میشود.

کاربرد نانوذرات نقره در تصفیه آب

- از نانوذرات نقره در تصفیه آب هم استفاده میشود. بدین صورت که نانوذرات به صورت سوسپانسیون در آب معلق شده و باعث نابودی باکتری ها، قارچ ها و ویروس ها میشوند.

نانوذرات مس

- نانو ذرات مس از پرکاربرد ترین نانو ذرات فلزی است که بعنوان فلز کاتالیست در صنعت مورد استفاده قرار میگیرد.
- بدلیل پتانسیل زیاد آن برای جایگزینی فلزات گران قیمت مانند نانو ذرات نقره و نانو ذرات طلا در تولید آنتی باکتریال و مواد رسانا. تحقیقات و مطالعات در مورد استفاده از مواد مبتنی بر مس در بسیاری از زمینه های متنوع همچنان در حال رشد است.
- به عنوان مثال در سال های گذشته استفاده از آن در غشاهای تصفیه آب، کشاورزی، الکترونیک و ... گزارش شده است

ویژگی ها و خواصی نانوذرات مس

- مساحت سطح بالا و امکان تعاملات شیمیایی و فیزیکی بیشتر
- اثر پلاسمونیک (پلاسمون سطحی)
- خواص ضد باکتریایی و ضد ویروسی
- خواص نوری متفاوت با توجه به اندازه و ساختار

روش های مهم سنتز نانوذرات مس

- روش کاهش شیمیایی
- روش الکترولیز
- روش سونوشیمی
- روش های فیزیکی

روش کاهش شیمیایی سنتز نانو ذرات مس

- **روش کاهش شیمیایی** : در این روش، نمک‌های مس (مانند مس نیترات یا مس سولفات) در محلول آبی حل می‌شوند و سپس یک عامل کاهشنده (مانند سدیم بوروهیدرید یا گلوکز) به محلول اضافه می‌شود. این عامل کاهشنده مس را به نانو ذرات مس تبدیل می‌کند.

روش الکترولیز سنتز نانو ذرات مس

- شرایط دقیق الکترولیز برای سنتز نانوذرات مس به عوامل مختلفی بستگی دارد که می تواند بر اندازه، شکل و ویژگی های نانوذرات تأثیر بگذارد. در زیر به برخی از این شرایط اشاره می شود:

ترکیب الکترولیت:

- معمولاً از محلول های حاوی یون های مس مانند مس سولفات CuSO_4 استفاده می شود.
- غلظت یون های مس در محلول معمولاً بین ۰.۰۱ تا ۰.۵ مولار است.

ولتاژ و جریان الکتریکی:

- ولتاژ معمولاً بین ۰.۵ تا ۲ ولت تنظیم می شود. ولتاژ بالاتر می تواند منجر به تولید نانوذرات بزرگ تر یا حتی ذرات غیرمطلوب شود.

نوع الکترودها:

- الکتروده کاتد معمولاً از مواد غیر فعال مانند کربن یا نقره استفاده می شود. الکتروده آند معمولاً از مس یا مواد دیگر است که می تواند یون های مس را تأمین کند.

سونوشیمی برای سنتز نانوذرات مس

- **سونوشیمی** یک روش موثر برای سنتز نانوذرات است که از امواج صوتی با فرکانس بالا برای ایجاد واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌کند.
- **تهیه محلول پیش‌ساز:** ابتدا یک محلول حاوی نمک‌های مس (مانند مس نیترات یا مس سولفات) تهیه می‌شود. این محلول می‌تواند شامل مواد افزودنی دیگری نیز باشد که به کنترل اندازه و شکل نانوذرات کمک می‌کند.
- **استفاده از امواج صوتی:** محلول پیش‌ساز تحت تأثیر امواج صوتی با فرکانس بالا قرار می‌گیرد. این امواج باعث ایجاد حباب‌های میکروسکوپی در محلول می‌شوند که با انفجار خود، دما و فشار محلی را به شدت افزایش می‌دهند.
- **سنتز نانوذرات:** انرژی حاصل از انفجار حباب‌ها باعث ایجاد واکنش‌های شیمیایی و کاهش یون‌های مس به نانوذرات مس می‌شود. این نانوذرات به تدریج در محلول تشکیل می‌شوند.
- **جداسازی و شستشو:** پس از پایان واکنش، نانوذرات مس معمولاً با استفاده از روش‌های جداسازی مانند سانتریفیوژ یا فیلتراسیون جدا می‌شوند و سپس شسته می‌شوند تا ناخالصی‌ها حذف شوند.

روش های فیزیکی سنتز نانو ذرات مس

- سنتز نانو ذرات مس می تواند به روش های مختلفی فیزیکاً انجام شود، اما یکی از روش های فیزیکی متداول، روش Vapor-Phase Deposition است. در این روش، مس به صورت بخار تولید می شود و سپس بر روی یک زیرلایه سرد چگالیده می شود تا نانو ذرات تشکیل شوند.

- مراحل کلی روش تبخیر-چگالی:

تبخیر مس: مس در دماهای بالا (معمولاً در خلا) تبخیر می شود تا بخار مس تولید شود.

چگالی بخار: بخار مس به سمت زیرلایه سرد هدایت می شود. در این مرحله، بخار مس بر روی زیرلایه چگالیده می شود و نانو ذرات تشکیل می شوند.

کنترل شرایط: شرایطی مانند دما، فشار و زمان چگالی می تواند بر اندازه و شکل نانو ذرات تأثیر بگذارد.

روش های دیگر:

- روش آسیاب کردن: در این روش، ذرات بزرگ مس به کمک آسیاب های مکانیکی به نانو ذرات تبدیل می شوند.

- روش لیزر: در این روش، با استفاده از لیزر، ذرات مس به صورت نانو ذرات تولید می شود

کاربردهای مهم نانو ذرات مس

- کاربرد نانو ذرات مس در ساخت پارچه های ضد میکروبی
- کاربرد در دستگاه های الکترونیکی به عنوان تابش الکترومغناطیسی
- کاربرد در روغن های رسانی
- مبدل های حرارتی در صنعت
- ساخت ترموکوپل برای اندازه گیری دما