

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نقاط کو انتومی - بخش دوم

جلسہ ۳۲

فهرست مطالب

۱- مقدمه

۲- سنتز نقاط کوانتومی

۳- کاربردهای نقاط کوانتومی

۴- جمع بندی و نتیجه گیری

❖ برای سنتز نقاط کوانتومی روش‌های مختلف بالابه پایین و پایین به بالا وجود دارد که هر یک از آنها مزایا و معایب خاص خود را دارند.

❖ یکی از روش‌هایی که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد روش تجزیه حرارتی است که دارای کنترل‌پذیری بالا و امکان ساخت نقاط کوانتومی هسته-پوسته است.

❖ نقاط کوانتومی کاربردهای مختلفی دارند که عمده آنها به خاطر خواص نوری منحصر به فرد آنها است.

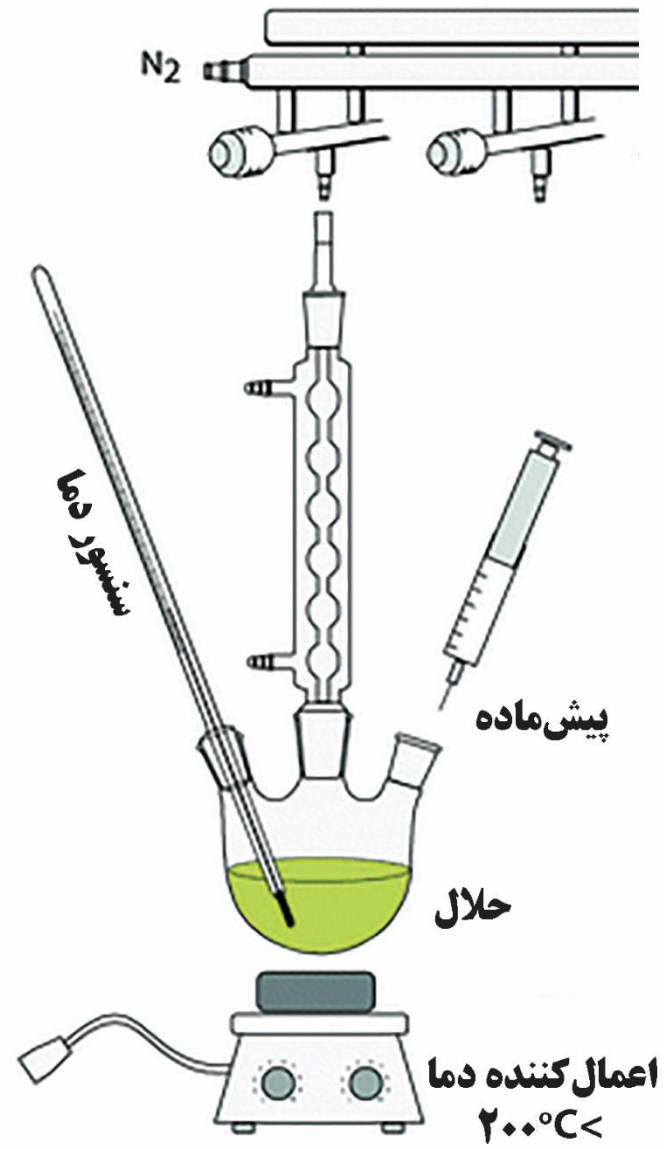
❖ از جمله این کاربردها می‌توان به تصویربرداری از سلول‌های سرطانی، سلول‌های خورشیدی و دیودهای نشرکننده نور اشاره کرد. در هر یک از این کاربردها می‌توان برای بهبود شرایط از ساختارهای هسته-پوسته نقاط کوانتومی استفاده نمود که انتخاب آنها بستگی به خاصیت مورد انتظار دارد.

❖ در این جلسه به مطالعه روش‌های سنتز نقاط کوانتومی و همچنین چندین کاربرد مهم آنها پرداخته می‌شود.

۲- سنتز نقاط کوانتومی

- ❖ همانگونه که در مقدمه اشاره شد برای سنتز نقاط کوانتومی روش‌های مختلفی گزارش شده است. این روش‌ها شامل روش‌های بالا به پایین و روش‌های پایین به بالا بوده است.
- ❖ از مزایای روش‌های پایین به بالا امکان تولید انبوه و ارزان نقاط کوانتومی است.
- ❖ مزیت روش بالا به پایین امکان کنترل بیشتر محل نقاط کوانتومی و جاسازی آنها درون مدارهای الکترونیکی یا ابزارهای آزمایش است.
- ❖ معمولاً منظور از این روش‌ها، حک نقاط کوانتومی به صورت نقطه به نقطه روی سطوح سیلیکون است که روشی بالا به پایین است. این کار می‌تواند به روش لیتوگرافی پرتوالکترونی یا لیتوگرافی قلم آغشته انجام شود.
- ❖ از روش‌های مهم‌تر سنتز نقاط کوانتومی می‌توان سنتز کلوئیدی، میکروامولسیون و تجزیه حرارتی را نام برد.

- ❖ در روش سنتز کلوئیدی، نمک‌های فلزی به صورت محلول، تحت شرایط کنترل شده به حالت بلوری در می‌آیند.
- ❖ در این روش مهم‌ترین مرحله، جلوگیری از بزرگ‌شدن بیش از اندازه نقاط کوانتومی و کنترل آن است.
- ❖ این کار با کنترل عوامل مختلفی همچون تغییر دما، افزودن مواد خاتمه‌دهنده واکنش و یا تثبیت‌کننده‌ها صورت می‌گیرد.
- ❖ کنترل دقیق مراحل سنتز برای حصول ذرات یکنواخت‌تر ضروری است.
- ❖ همچنین در این روش سنتز می‌توان نقاط کوانتومی را به صورت هسته-پوسته سنتز کرد.
- ❖ در روش تجزیه حرارتی از پیش‌ماده‌های آلی برای ساخت نقاط کوانتومی استفاده می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- سنتز نقاط کوانتومی در شرایط کنترل شده

۳- کاربردهای نقاط کوانتومی

❖ کاربردهای نقاط کوانتومی بیشتر در زمینه‌های علوم زیست‌شناسی، سلول‌های خورشیدی و ابزارهای اپتوالکترونیک است که در ادامه بعضی از آنها توضیح داده شده است.

۳-۱- استفاده از نقاط کوانتومی در سلول‌های خورشیدی

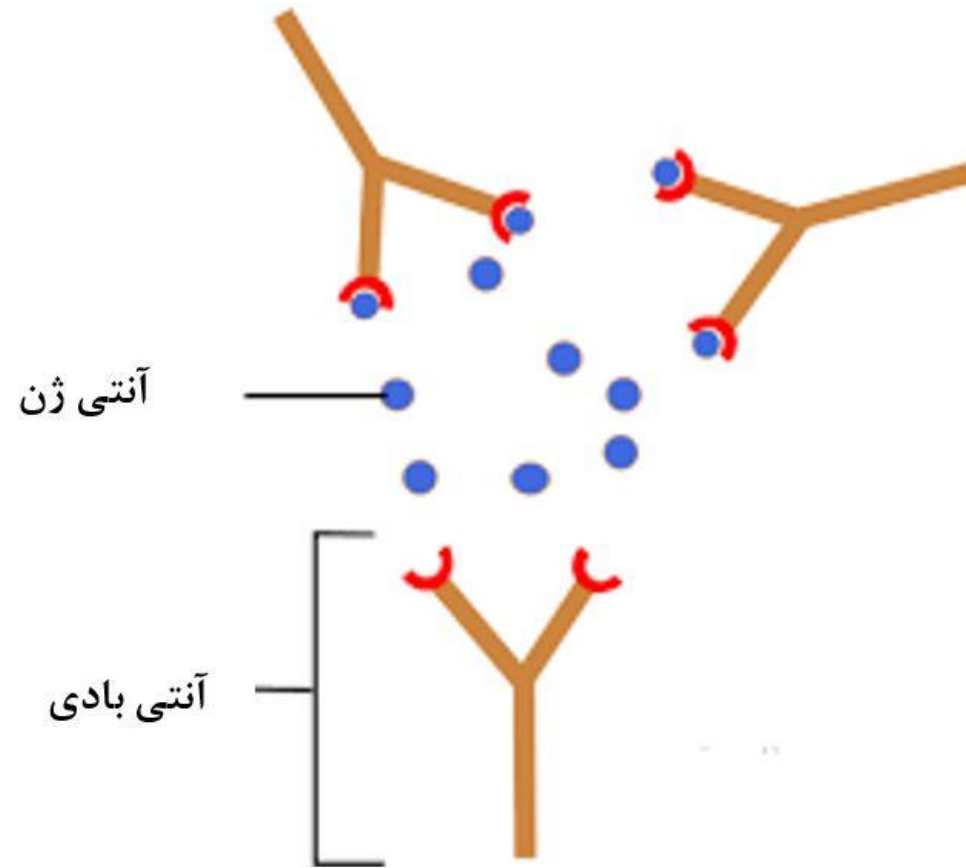
❖ استفاده از نقاط کوانتومی در سلول‌های خورشیدی، کارایی تبدیل نور خورشید به انرژی را افزایش می‌دهد.

❖ به عنوان مثال گزارش شده است که با استفاده از کادمیم سولفید و کادمیوم تلورید همراه با نانوسیم‌های اکسید تیتانیوم، کارایی به ترتیب ۳۰۰٪ و ۳۵۰٪ افزایش یافته است.

❖ یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از نقاط کوانتومی در سلول‌های خورشیدی توانایی ایجاد قابلیت جذب بازه وسیع‌تری از نور خورشید جهت تولید الکترون است.

۳-۲- کاربردهای بیولوژیکی

- ❖ عمده‌ترین کاربرد نقاط کوانتومی در حال حاضر مربوط به تصویربرداری از بافت‌های سلولی و نشانگرهای بیولوژیکی به منظوره‌ای مختلف است. این کاربرد به دلیل خاصیت نوری ویژه نقاط کوانتومی است.
- ❖ در واقع در اثر این کاربرد، نقاط کوانتومی توسط عوامل مختلفی همچون آنتی‌بادی‌ها عامل‌دار می‌شوند تا به یک سلول هدف خاص مثل یک نوع از سلول‌های سرطانی بچسبند.
- ❖ برای مثال در حالتی که از آنتی‌بادی به این منظور استفاده شود، نقاط کوانتومی به صورت هدفمند به آنتی‌ژن‌های مخصوص آن نوع سلول سرطانی می‌چسبند.
- ❖ در واقع آنتی‌ژن مخصوص سلول سرطانی و آنتی‌بادی انتخاب شده برای نقاط کوانتومی مانند قفل و کلید هستند و یکدیگر را پیدا می‌کنند و به هم می‌چسبند (شکل ۲).



شکل ۲- تصویر شماتیک از چسبیدن آنتی بادی‌ها (روی نقاط کوانتومی) و آنتی ژن‌ها (روی سلول سرطانی) درون بدن

❖ پس از چسبیدن آنتی‌بادی‌ها و آنتی‌ژن‌ها و به تبع آنها قرارگرفتن نقاط کوانتومی بر روی سلول‌های سرطانی، می‌توان با تحریک آنها باعث تابش نور مشخصی توسط آنها شد. با بررسی نور تابشی توسط نقاط کوانتومی می‌توان از وجود یا عدم وجود سلول سرطانی حتی در مقادیر بسیار کم با خبر شد و همچنین مکان دقیق آنرا مشخص کرد.

❖ پیش از این برای این منظور از فلوروفورهای متداول همچون رنگ‌های آلی استفاده می‌شد که نسبت به نقاط کوانتومی محدودیت‌های بسیار بیشتری داشتند.

از جمله مزایای نقاط کوانتومی نسبت به رنگ‌های آلی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

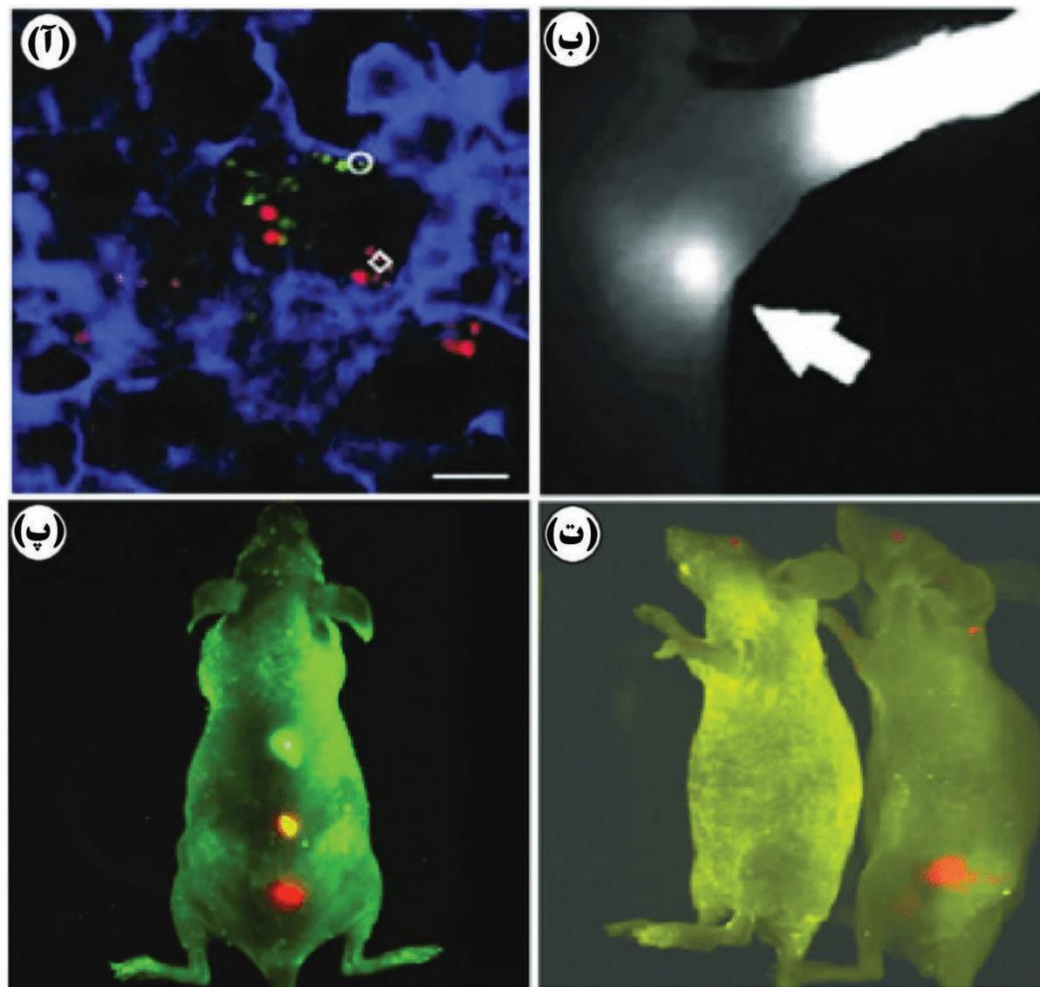
❖ درخشندگی نقاط کوانتومی بسیار بیشتر است (تا ۲۰ برابر درخشنده‌ترند).

❖ پایداری نقاط کوانتومی بسیار بیشتر است (تا ۱۰۰ برابر پایدارتر). رنگ‌های آلی پس از چندین دقیقه قرارگیری در برابر نور بی‌رنگ می‌شوند ولی نقاط کوانتومی مدت زمان طولانی‌تری می‌توانند پایدار باقی بمانند.

❖ تنوع رنگ در نقاط کوانتومی بیشتر است.

- ❖ طول عمر فلورسانس نقاط کوانتومی بیشتر است. فلورسانس رنگ‌های آلی پس از برانگیختگی کمتر از ۵ نانوثانیه طول می‌کشد ولی این زمان برای نقاط کوانتومی ۳ تا ۱۰۰ نانوثانیه است.
- ❖ اما در کنار مزایای فراوان نقاط کوانتومی نسبت به رنگ‌های آلی به عیب آنها نیز باید اشاره کرد.
- ❖ مطالعات نشان داده است که نقاط کوانتومی اثر سمی بر بدن دارند که میزان این سمیت به موارد مختلفی همچون اندازه نقاط کوانتومی، ماده پوشاننده آنها، مقدار نقاط کوانتومی و شیمی سطح آنها بستگی دارد.
- ❖ مکانیزم‌های مختلفی برای بیان اثر سمیت نقاط کوانتومی بیان شده است. برای مثال در نقاط کوانتومی حاوی کادمیم گزارش شده است که به مرور کادمیم از آنها آزاد می‌شود (کادمیم عنصری سمی است).
- ❖ مکانیزم دیگر تولید رادیکال‌های اکسیژن در اثر حضور نقاط کوانتومی است که آنها نیز باعث آسیب به بدن می‌شوند.
- ❖ همچنین مکانیزم احتمالی دیگر، برهمکنش نقاط کوانتومی با اجزا درون سلولی است

❖ در شکل ۳ استفاده از نقاط کوانتومی به منظور تصویربرداری در بدن نمایش داده شده است.



شکل ۳- (آ) نمایش سلول‌های سرطانی با استفاده از نقاط کوانتومی درون ریه موش (خارج از بدن) (ب) تصویر فلورسانس نقاط کوانتومی درون گروه‌های لنفاوی (پ) استفاده همزمان از چند نوع نقطه کوانتومی برای تشخیص سلول سرطانی درون کبد موش (درون بدن) (ت) هدفیابی فعال و نمایش سلول‌های سرطانی پروستات موش (درون بدن)

۳-۳- کاربرد در LED ها

❖ از نقاط کوانتومی می‌توان در دیودهای نشرکننده نور استفاده نمود.

❖ با استفاده از تنظیم گاف انرژی آنها می‌توان نوری که ساطع می‌کنند را کنترل نمود.

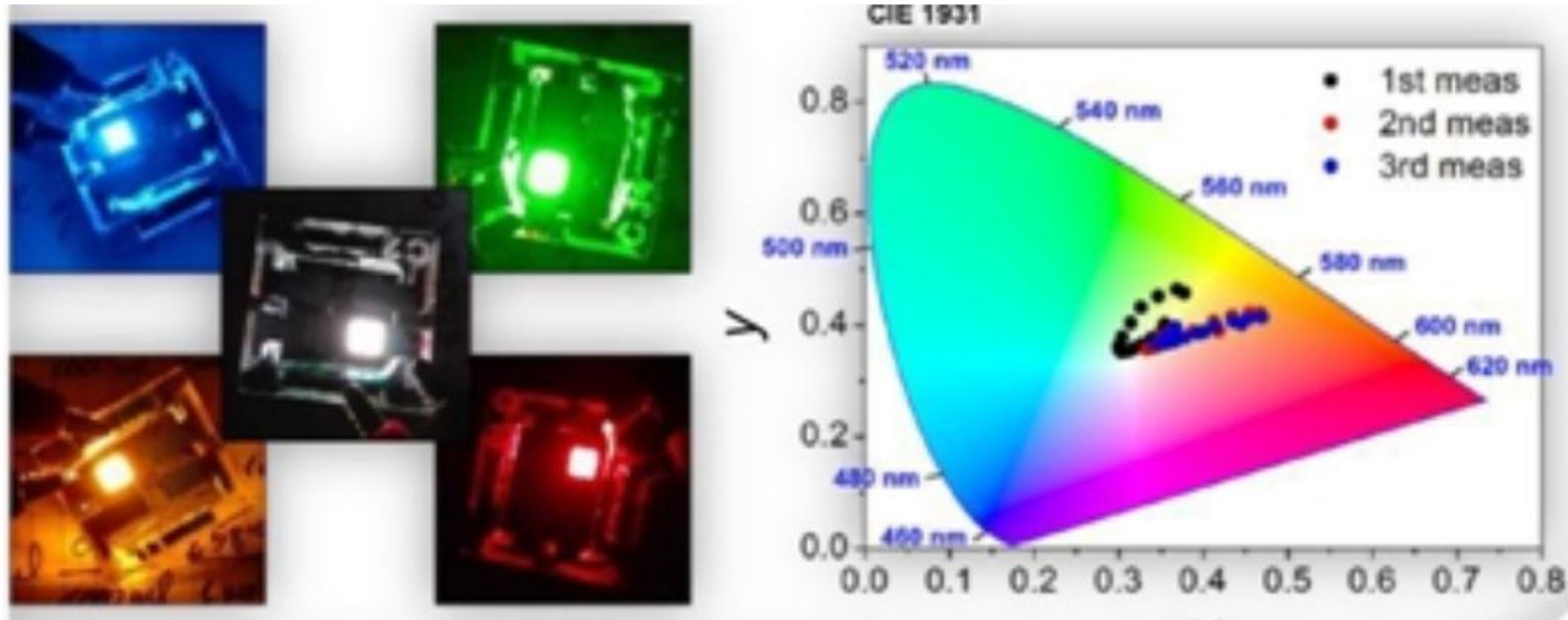
❖ به این ترتیب می‌توان به بازه بیشتری از رنگ‌ها دست یافت و منابع نوری با کارایی بسیار بالا ایجاد کرد. برای این

امر استفاده از ساختار هسته-پوسته مشابه توضیحاتی که داده شد بسیار مفید می‌باشد.

❖ همچنین با ترکیب نقاط کوانتومی با ابعاد مختلف، می‌توان منابع پربازده برای تولید نور سفید (که حاصل نورهایی با

طول موج مختلف است) ایجاد کرد.

❖ تولید نور سفید با استفاده از نقاط کوانتومی با اندازه‌های مختلف در شکل ۴ و ۵ نمایش داده شده است.



شکل ۴- تولید نور سفید با استفاده از نقاط کوانتومی با اندازه‌های مختلف و طیف برهم‌نهی آنها برای ایجاد نور سفید



شکل ۵- تولید محلول نقاط کوانتومی با رنگ سفید در اثر مخلوط کردن نقاط کوانتومی با اندازه‌های مختلف (با رنگ‌های آبی، قرمز و سبز)

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

- ❖ همانطور که بیان شد با استفاده از روش‌های بالا به پایین و پایین به بالا امکان سنتز نقاط کوانتومی وجود دارد که هرکدام از این روش‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارا می‌باشد.
- ❖ در این روش‌ها کنترل‌پذیری شرایط اهمیت ویژه‌ای دارد تا اندازه، شیمی سطح، استوکیومتری و توزیع اندازه مورد نظر حاصل شود.
- ❖ همچنین در بعضی از این روش‌ها مثل روش تجزیه حرارتی می‌توان ساختارهای هسته-پوسته سنتز نمود.
- ❖ در صورت سنتز نمونه با کیفیت مناسب از نقاط کوانتومی در کاربردهای مختلفی مثل بهبود بازده جذب نور در سلول‌های خورشیدی، تولید دیودهای نشر کننده نور با رنگ‌های مختلف و بازده نوری بالا، تولید دیودهای نشر کننده نور سفید با ترکیب نقاط کوانتومی با اندازه‌های مختلف و با بازده بسیار بالا و همین‌طور استفاده از آنها در تصویربرداری سلول‌های سرطانی اشاره نمود.

❖ در این بین بیشترین کاربرد نقاط کوانتومی در تصویربرداری سلولی است که دلیل آن مزایای فراوان آنها نسبت به سایر مواد مرسوم مثل رنگدانه‌های آلی است.

❖ با استفاده از نقاط کوانتومی می‌توان در مقادیر بسیار کم سلول سرطانی، حضور آن را تشخیص داد و مکان دقیق آنرا مشخص نمود.

پایان

خدا حافظ ہمگی



www.rose.com