

رسالة محمد



دانشکده مهندسی برق

سمینار درس کوانتوم الکترونیک

نقطه‌های کوانتومی جاسازی شده در نانو ساختارهای فوتونیک

استاد:

دکتر شهرام محمدنژاد

دی ۱۳۹۴

سرفصل مطالب

۱- مقدمه

۲- روش‌های سنتز نقاط کوانتومی

۳- کاربردهای نقاط کوانتومی

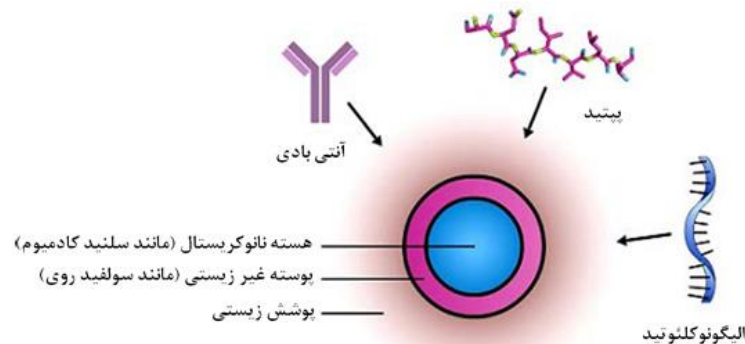
۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

مقدمه

مقدمه

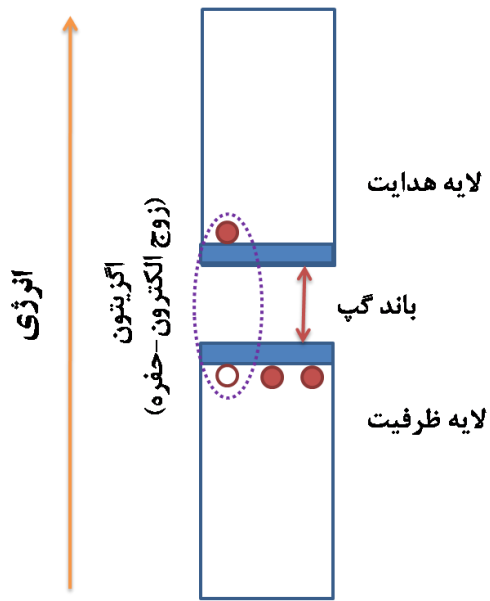
تعریف نقاط کوانتومی

- بلور های نیمه هادی در ابعاد نانو (۱-۱۰ نانومتر)
- سیستمی صفر بعدی (الکترون ها محدود در همه جهت ها)
- تشکیل یافته از ۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰ اتم
- ساختار دارای هسته، پوسته و پوشش دهنده
- هسته تشکیل شده از عناصر گروه های II-VI مثل سلنید کادمیوم و یا III-V مثل فسفات ایندیوم
- پوسته از جنس نیمه هادی دیگر (در اغلب موارد سولفید روی)
- یک پوشش آلی برای آبدوست کردن نانوذره



مقدمه

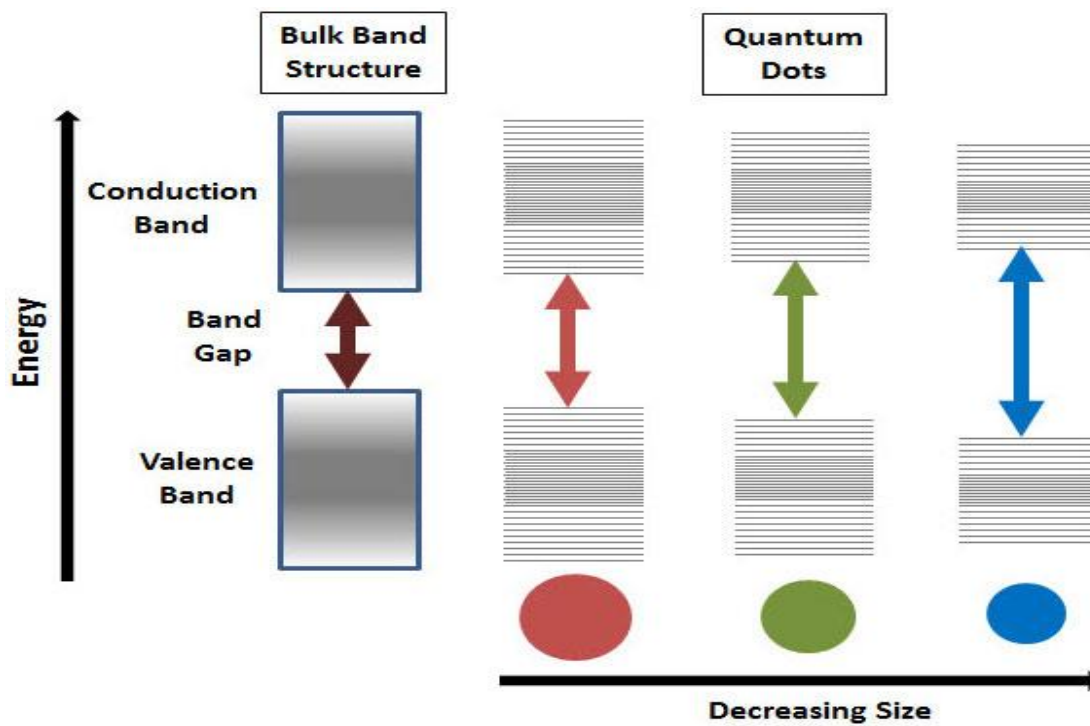
مکانیزم هدایت الکتریکی در یک ترکیب نیمه هادی



- هدایت الکتریکی نیمه هادی‌ها مد واسط هدایت الکتریکی مواد هادی و عایق
- انتقال الکترون‌های لایه ظرفیت با جذب انرژی به لایه هدایت
- زوج الکترون-حفره ای ایجاد شده ← اکسایتون (Exciton)
- تفاوت انرژی بین لایه ظرفیت و هدایت ← شکاف باند (Band Gap)
- تفاوت مقدار شکاف باند بسته به نوع ترکیب نیمه هادی
- تفاوت مقدار شکاف باند بسته به اندازه نقطه کوانتومی
- نقاط کوانتومی کوچک‌تر ← شکاف باند آن‌ها بزرگ‌تر

مقدمه

وابستگی شکاف باند به اندازه نقطه کوانتومی



مقدمه

قابلیت تولید نور در طول موجهای خاص

- مشاهده رنگ های مختلف در محلول بسته به اندازه نقاط کوانتومی در صورتی که مقدار انرژی لازم برای انتقال الکترون از لایه ظرفیت به لایه هدایت در گستره ی نامیه مرئی قرار بگیرد

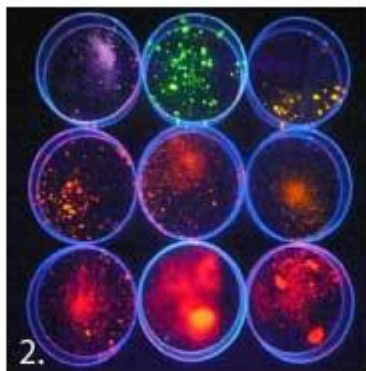
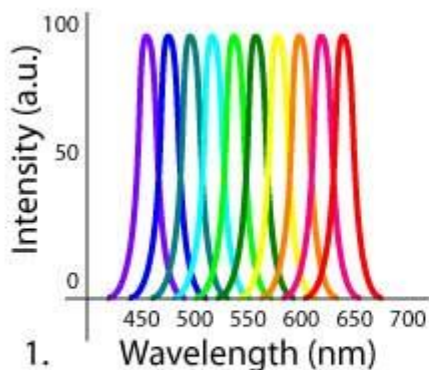


Figure1. Photoluminescence spectra of the quantum dots at wavelength of emission.

Figure2. Ocean's quantum dots in powder form.

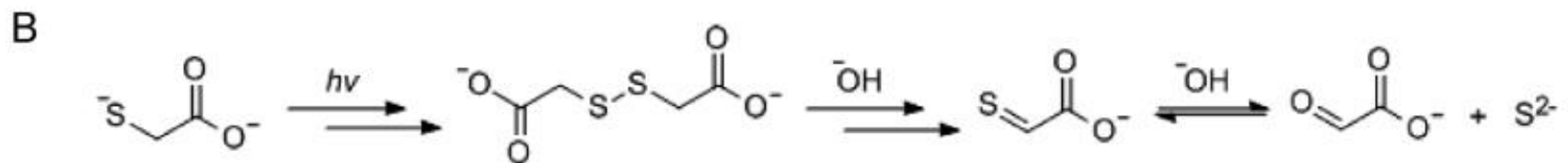
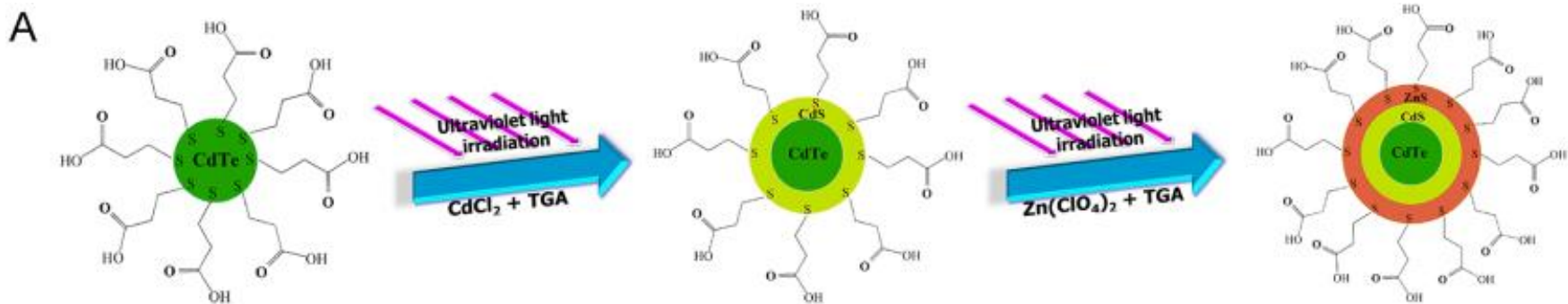
Figure3. TEM of Ocean's quantum dots and their corresponding colors at the wavelength of emission.

روشهای سنتز نقاط کوانتومی

روشهای سنتز نقاط کوانتومی

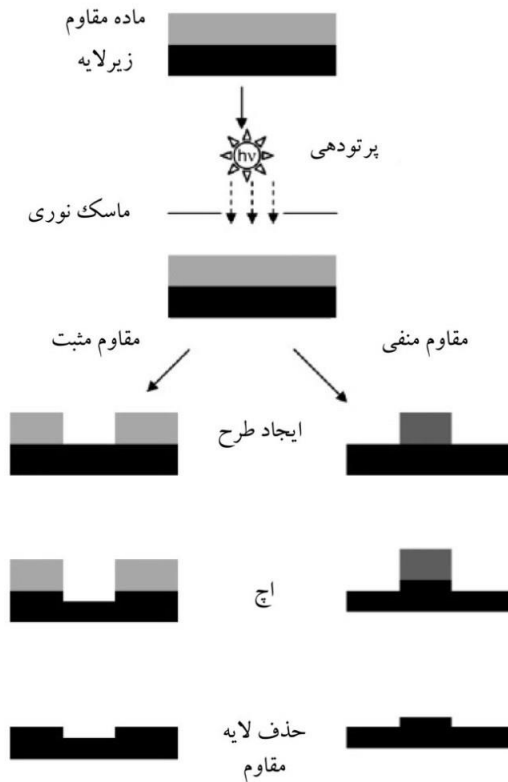
سنتز کلوئیدی

- نمکهای فلزی به صورت ممول تمت شرایط کنترل شده تبدیل به حالت بلوری
- سیستمی سه جزئی متشکل از پیش سازها، سورفکتانت آلی و ملال



روشهای سنتز نقاط کوانتومی

فرآوری



- مک شدن نقاط کوانتومی به صورت نقطه به نقطه روی سطوح سیلیکون
- استفاده از لیتوگرافی پرتو الکترونی یا لیتوگرافی نوری یا لیتوگرافی قلم آغشته در ابعاد بسیار ریز برای این کار
- دقت بالا در تعیین محل قرارگیری نقاط کوانتومی

روشهای سنتز نقاط کوانتومی

خود آرایی ویروسی

در این روش، ویروس هایی که به طریق ژنتیکی دستکاری می شوند می توانند سطوح نیمه هادی بخصوص نیمه هادی هایی نظیر ZnS را از طریق روش های انتخابگری شناسایی کنند و اطراف این نیمه هادی آرایش یابند و بدین ترتیب نقاط کوانتومی ای که سنتز می شوند، از نظر باکتری و فازهای نو ترکیب بسیار متنوع هستند.

خود آرایی الکترو شیمیایی

این روش بر اساس نشان دادن لایه های نازک بر روی سطوح نیمه هادی صورت می گیرد و یکی از روش های پایین به بالا برای ساختن نقاط کوانتومی است.

روش سنتز نقاط کوانتومی بدون کادمیوم

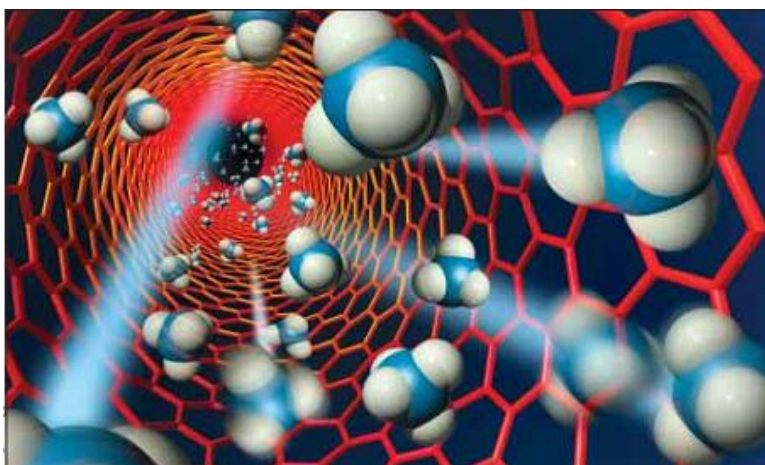
این روش بدین خاطر مورد توجه قرار گرفته است که استفاده از فلزات سنگین نظیر کادمیوم در ساخت وسایل مورد نیاز ممنوع است زیرا باعث تولید گازهای گلخانه ای می شود. بنابراین جهت بقای تجاری، سنتز نقاط کوانتومی که فاقد فلزات سنگین باشند، مورد توجه است.

کاربردهای نقاط کوانتومی

کاربردهای نقاط کوانتومی

نقاط کوانتومی در نشانگرهای بیولوژیکی

- امکان تابش در فرکانسهای مطلوب
- اتصال نقاط کوانتومی به انتهای بیومولکولهای بزرگ مانند پروتئینها یا رشتههای DNA برای شناسایی و ردیابی بیماریهای درون بدن موجودات زنده
- امکان استفاده همزمان از چندین نشانگر با توجه به تنوع طول موجهای تابش نقاط کوانتومی



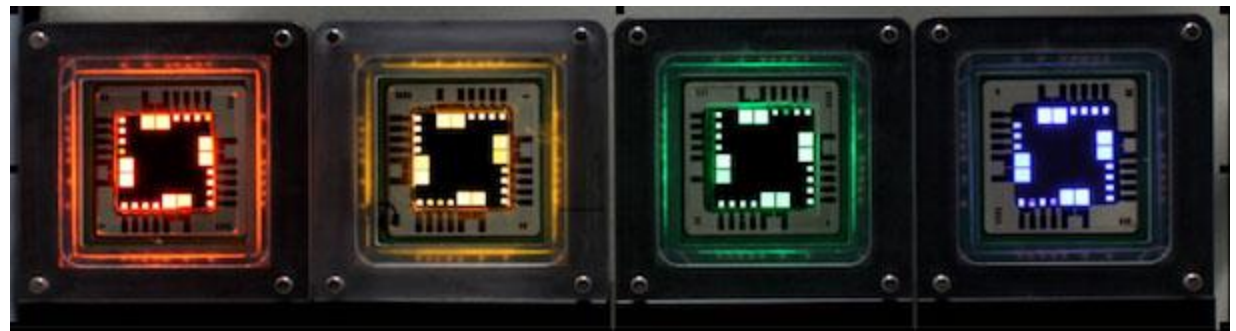
مزایا نسبت به رنگهای آلی

- ۲۰ برابر درخشندهتر
- ۱۰۰ برابر پایدارتر
- تنوع بیشتر در تعداد رنگها
- ایجاد افتلال کمتر بافت موجودات زنده

کاربردهای نقاط کوانتومی

دیودهای نورانی سفید

- امکان استفاده از نقاط کوانتومی به عنوان دیودهای نورانی به علت دارا بودن قابلیت تنظیم اندازه شکاف باند انرژی
- دستیابی به بازه بیشتری از رنگها
- ایجاد منابع نور با کارایی بسیار بالا
- ترکیب نقاط کوانتومی با ابعاد مختلف، برای ایجاد منابع پربازده برای تولید نور سفید



کاربردهای نقاط کوانتومی

مولدهای انرژی خورشیدی

- تابش خورشید یکی از منابع مهم تولید انرژی الکتریکی در نبود سوخت‌های فسیلی
- مشکل اصلی مولدهای کنونی انرژی خورشیدی، هزینه بالا و کارایی کم
- سلول‌های خورشیدی از مواد نیمه‌رسانا تشکیل شده‌اند که با جذب نور خورشید، الکترون‌ها را به ترازهای باند رسانش هدایت می‌کنند و به نوبت باعث ایجاد نیروی محرکه الکتریکی می‌شوند.
- بازدهی سلول‌های خورشیدی توسط طیف جذبی آنها که جزو خواص ذاتی نیمه‌رساناهای توده‌ای است تعیین می‌شود.
- با طراحی نقاط کوانتومی که بیشتر همپوشانی را در طیف جذبی با طیف نور خورشید داشته باشند، می‌توان بازدهی مولدهای انرژی خورشیدی را تا بیش از ۹۰ درصد افزایش داد.



کاربردهای نقاط کوانتومی

عناصر مدارهای نوری

یکی از اصلی‌ترین چالش‌های صنعت ارتباطات، سرعت انتقال داده‌هاست که در حال حاضر به علت محدودیت طبیعی نیمه‌رساناهای توده‌ای در جذب و پاسخ به سیگنال، نمی‌تواند بیشتر از این شود. قابلیت تنظیم انرژی گپ و به تبع آن طیف جذبی و خواص ویژه نقاط کوانتومی، می‌تواند بر این مشکل فائق آید. نقاط کوانتومی همچنین قابلیت ایجاد لیزرهای کارآمدتر با اغتشاش کمتر برای ارتباطات سریع‌تر را فراهم می‌کنند.

جمع بندی

جمع بندی

• ارائه تعریفی از نقاط کوانتومی و قابلیت تنظیم شکاف باند انرژی

• معرفی روش‌های سنتز نقاط کوانتومی

سنتز کلوئیدی

فرآوری

خود آرای ویروسی

خود آرای الکترو شیمیایی

روش سنتز نقاط کوانتومی بدون کادمیوم

• معرفی کاربردهای نقاط کوانتومی در نانوساختارهای اپتیکی

نقاط کوانتومی در نشانگرهای بیولوژیکی

دیودهای نورانی سفید

مولدهای انرژی فورشیدی

عناصر مدارهای نوری

با سپاس از توجه شما

