

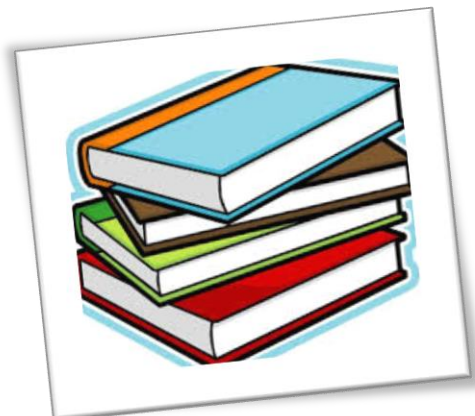
درسنامه

کتاب کاربرد فناوری های نوین

پودمان سوم

قسمت دوم - صفحه ۶۲ الی ۶۸

تهیه کننده: وجیهه عابد



تاریخچه

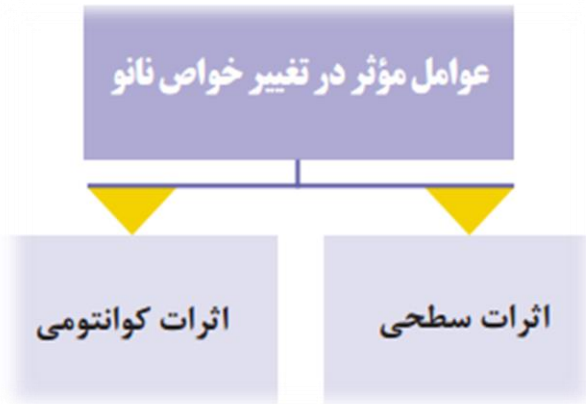
در سال ۱۹۵۹ در همایش جامعه فیزیک آمریکا، فردی به نام ریچارد فایمن که برنده جایزه نوبل سال ۱۹۵۷ بود طی سخنرانی با عنوان «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد» گفت: چرانتوان تمام ۲۴ جلد دایره المعارف بریتانیکا را بر روی یک سنجاق نگارش کرد؟

این حرف در صورتی امکان پذیر خواهد بود که خطوط ایجاد شده روی یک سطح، تنها دارای عرضی به اندازه چند اتم باشند. در شکل زیر ماشین و خانه ای را می بینیم که ابعادی در حد چند ده میکرون دارند که این در صورتی امکان پذیر است که از اتم ها برای ساخت آنها استفاده شود.



علم نانو

تعریف علم نانو: علم نانو مطالعه ذرات و مواد در ابعاد اتمی، مولکولی و ماکرومولکولی است، زیرا کار کردن در این مقیاس منجر به تغییر شدید خواص ماده می شود.



بطور کلی دو عامل اصلی اثرات سطحی و اثرات کوانتومی باعث می شوند مواد با ابعاد نانو، رفتار متفاوتی از مواد با ابعاد بزرگتر از خود نشان دهند.

اثرات سطحی:

هر قدر ماده ای کوچکتر شود، تعداد اتم هایی که در سطح قرار می گیرند بیشتر می شود و با بیشتر شدن اتم های روی سطح، واکنش پذیری آن ماده افزایش می یابد.

کار در کلاس

فرض کنید یک قطعه به شکل مکعب با طول ضلع ۲ سانتی متر داریم. در صورتی که این مکعب را به ۸ مکعب با طول ۱ سانتی متر تقسیم کنیم:

۱ سطح آزاد چند برابر می شود؟

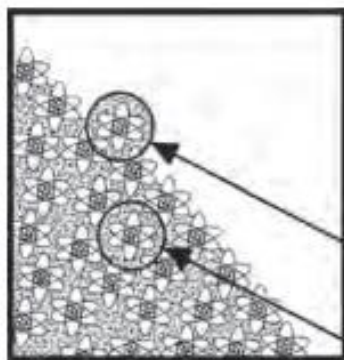
۲ با افزایش سطح تماس چه اتفاقی خواهد افتاد؟

پاسخ قسمت ۱: دو برابر می شود.

سطح آزاد مکعب با طول ضلع ۲ $2 \times 2 \times 6 = 24$

سطح آزاد مکعب با طول ضلع ۱ $1 \times 1 \times 6 = 6$

قسمت ۲: با افزایش سطح تماس تعداد اتم هایی که در سطح قرار می گیرند بیشتر می شود و با بیشتر شدن اتم های روی سطح، نسبت به اتم های درون ساختار یک ماده، واکنش پذیری آن ماده افزایش می یابد.



افزایش واکنش پذیری با کاهش اندازه ذرات، به این دلیل است که اتم هایی که در داخل هستند، به دلیل عدد همسایگی بیشتر (تعداد اتمهای اطراف آن بیشتر است)، ظرفیتشان کامل است و تمایلی به انجام واکنش ندارند. اما اتم هایی که در سطح هستند به دلیل اینکه با تعداد اتم های کمتری در ارتباط اند ممکن است تعدادی پیوند ناقص یا کامل نشده داشته باشند، بنابراین واکنش پذیری آنها نسبت به اتم های داخل ماده بیشتر است.

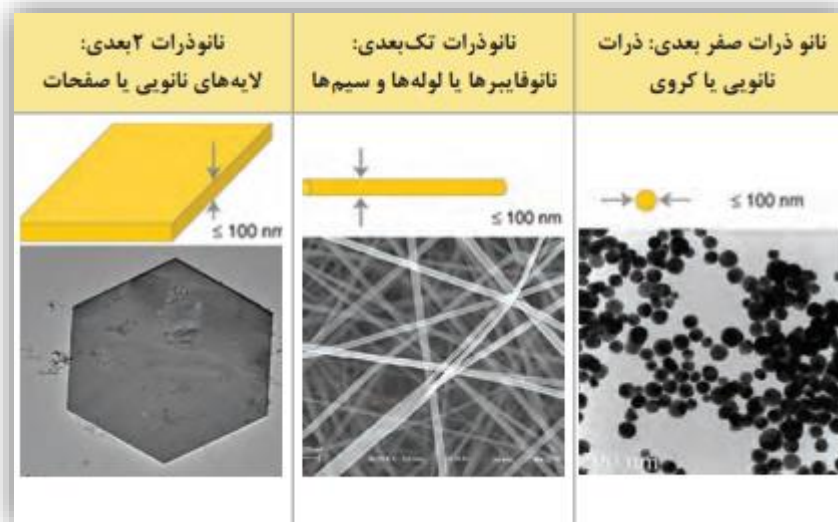
اثرات کوانتومی

کوانتوم در لغت به معنای گسسته می باشد. در فیزیک به کمیت هایی مثل بار الکتریکی که به صورت گسسته می باشد کمیت های کوانتومی گفته می شود.

ابعاد مواد نانو


هرگاه حداقل یک بعد از ابعاد ماده بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد، به آن ماده نانویی گفته می شود. در نتیجه می توان گفت مطابق تصویر زیر سه نوع نانو ذره براساس تعداد بعد در ابعاد نانو وجود دارد. در صورتی که هیچ کدام از ابعاد، خارج از محدوده مشخص شده نباشد نانو ذره صفر بعدی یا ذرات نانویی می باشد.


نانو ذرات با ابعاد مختلف



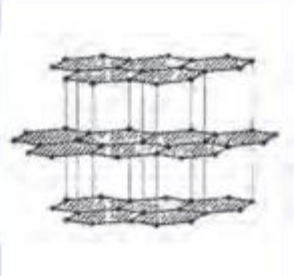
گرافیت و الماس هر دو از اتم های کربن تشکیل شده اند. الماس به عنوان سخت ترین ماده طبیعی معرفی می گردد و گرافیت به دلیل نرمی بسیار، به عنوان «نوک مداد» به کار گرفته می شود! چرا خواص این دو ماده این قدر متفاوت است؟

تحقیق کنید



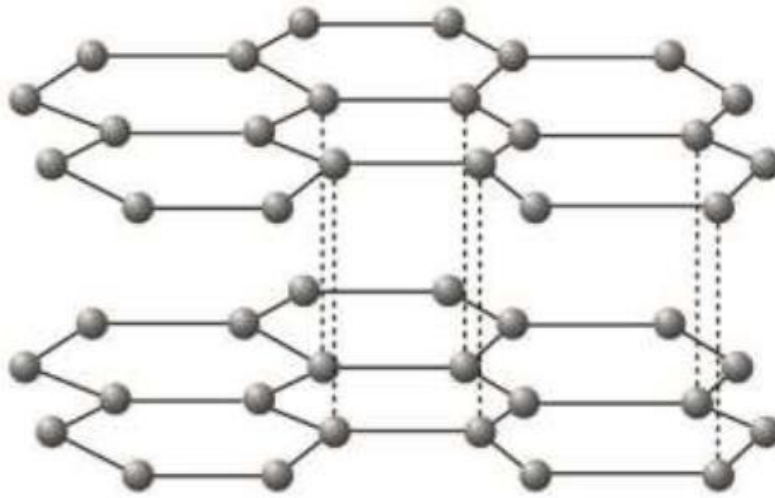


ساختار الماس



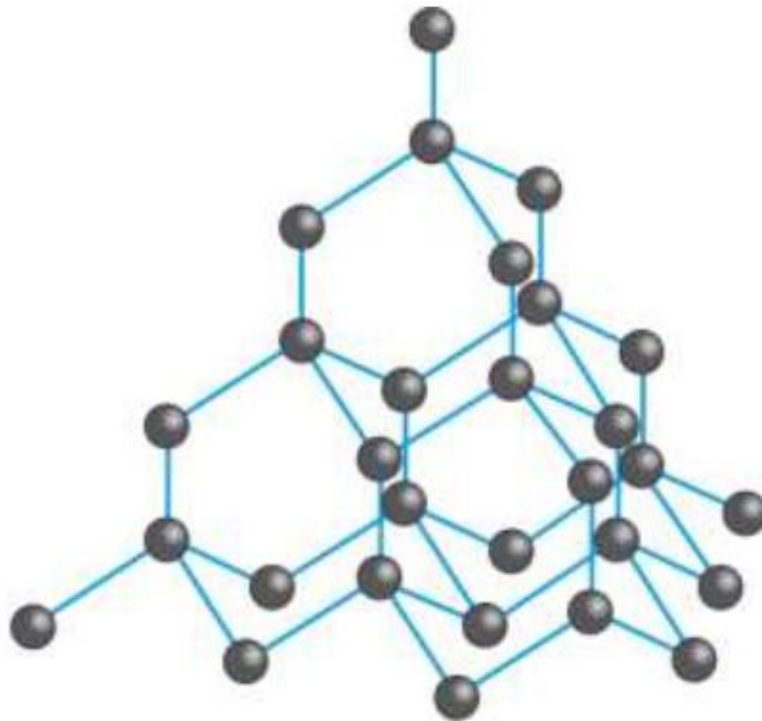
ساختار گرافیت

پاسخ: تفاوت رفتار و خواص گرافیت و الماس را، به نوع اتصال و پیوند شیمیایی اتم های کربن نمی توان نسبت داد؛ زیرا در هر دو شکل این ماده (که تنها دارای اتم های کربن است) یک نوع پیوند شیمیایی وجود دارد. علت در «چگونگی اتصالات و پیوندهای شیمیایی» این دو شکل کربن است. در گرافیت اتم های کربن شش ضلعی های پیوسته ای شبیه به یک لانه زنبور تشکیل می دهند که در یک سطح گسترده شده است. (شکل ۱). لایه های شش ضلعی ساخته شده با قرار گرفتن روی هم، حجمی را تشکیل می دهند که به آن گرافیت می گوئیم.



شکل ۱

در مقابل ساختار لایه ای گرافیت، الماس دارای یک ساختار شبکه ای است (شکل ۲). در ساختار گرافیت هر اتم کربن با سه اتم کربن دیگر اتصال اتمی از جنس کوالانسی ایجاد می کند، در حالی که در ساختار الماس هر اتم کربن با چهار اتم کربن دیگر پیوند اتمی و از جنس کوالانسی برقرار می نماید.



شکل ۲

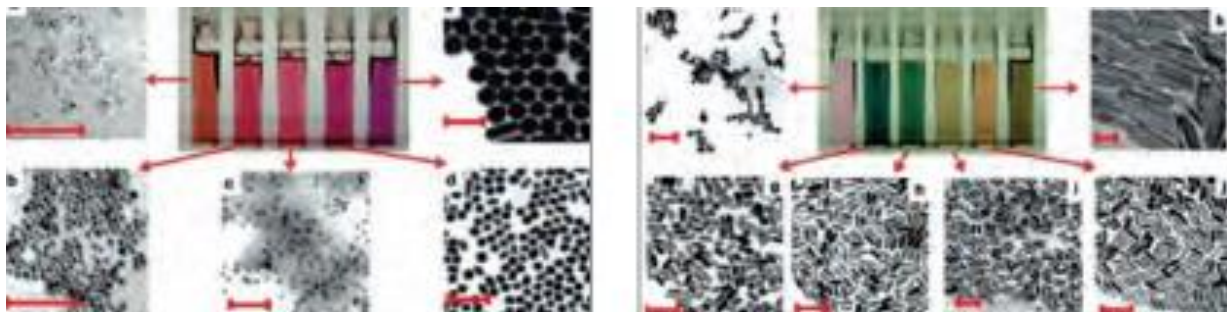
تغییر خواص در ابعاد نانو

از جمله خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مواد که بر اثر کوچک شدن ذرات تا ابعاد نانو تحت تأثیر قرار می گیرد عبارت اند از:

۱- تغییر رنگ



تا به حال به این فکر کرده بودید که فلزاتی مثل طلا و نقره را به رنگ های آبی و قرمز ببینیم؟ اگر این اتفاق بیفتد چه تنوع زیادی در ساخت زیورآلات و وسایل تزئینی خواهیم داشت. این اتفاق زمانی قابل تصور است که طلا را به ابعاد نانویی درآوریم. اگر شما یک انگشتر طلا را به تکه های ریز تقسیم کنید باز هم به رنگ اولیه ی خود، زرد یا سفید است؛ درحالیکه اگر همین کار را با ابزارهای مشخص انجام داده و به ابعاد نانومتری برسید تغییر رنگ را مشاهده خواهید کرد. ابعاد و شکل هندسی نانوذرات بر روی رنگ طلا تأثیر گذار خواهد بود.



تأثیر اندازه و شکل هندسی نانوذرات طلا بر روی رنگ آن

۲- تغییر شفافیت

شفافیت، میزان توانایی هر ماده در عبور نور مرئی از خود را مشخص می کند. هر چه میزان عبور نور بیشتر باشد ماده شفاف تر خواهد بود. با توجه به خصوصیات هر ماده، آن ماده می تواند مقداری از نور را از خود عبور داده، بقیه ی آن را جذب کند یا بازتاب دهد. اکسید روی و تیتانیوم از مواد بسیار مفید برای جذب نور فرا بنفش و تولید گرمی های ضد آفتاب می باشند. این مواد نور مرئی را بازتاب داده، به رنگ سفید دیده می شوند که این مسئله برای بسیاری

از مصرف کنندگان کرم های ضد آفتاب ناخوشایند است. حال اگر از نانوذرات اکسید روی و تیتانیوم استفاده شود، به دلیل اینکه طول موج بازتابیده شده از این مواد از طول موج نور مرئی (۷۰۰-۴۰۰ نانومتر) کمتر می باشد نور مرئی را عبور می دهند و دیگر روی پوست سفید دیده نمی شوند.



۳- تغییر خواص مکانیکی

خواص مکانیکی مواد نیز تابع اندازه ذرات است به طوریکه با کوچکتر شدن اندازه ذرات، خواص مکانیکی آنها مثل سختی، خستگی، استحکام کششی، مقاومت به ضربه و... تغییر می کند. در ادامه به دو مورد اشاره شده است:


۳-۱- سختی



هرچه مقاومت ماده در برابر خراش و نفوذ اجسام دیگر بیشتر باشد، آن ماده سخت تر خواهد بود. در خودروها، مقاومت رنگ در برابر خراش، همیشه مورد توجه بوده به طوریکه بارها دیده شده خراشی کوچک بر سطح خودرو و تماس آن با رطوبت منجر به پوسیدن و زنگ زدن بدنه ماشین شده است. نانو رنگ ها و نانو پوشش هایی که در صنایع خودروسازی استفاده شده، نسبت به خراش، سه برابر رنگ های معمولی مقاومت دارند و علاوه بر آن، شفاف تر نیز هستند.

دو عامل اساسی که بر روی سختی مواد تأثیرگذار است نیروهای بین اتمی و ساختار سطح مواد است. به نظر شما دلیل افزایش سختی در ابعاد نانو براساس این دو عامل چه چیزی می باشد؟

گفت و گو کنید



نیروهای بین اتمی

ساختار سطح مواد

پاسخ: یکی از این عوامل، نیروهای بین اتمی مواد هستند. این نیروها خاصیت ذاتی ماده هستند. مثلاً نیروی بین اتم های آهن، به علت پیوند فلزی بین اتم های آهن خیلی بیشتر از نیروهای اتمی بین اتم های گاز هلیوم اند که با پیوند واندروالسی به هم متصل می شوند. این امر در عمل هم قابل تصور است، چرا که اتم های گاز به راحتی، حتی با یک فوت، از هم جدا می شوند. این در حالی است که برای شکافت اتم های آهن باید نیروی بسیار بسیار زیادی صرف کرد.

دومین عامل بسیار مؤثر در مقاومت مواد در برابر سختی، ساختار سطح مواد است. واضح است که اگر سطح مواد متخلخل و پر از ترک باشد، مقاومت مواد در برابر یک عامل فرورونده خارجی بسیار کمتر خواهد بود. با این تصور، با استفاده از فناوری نانو می توان ساختارهایی را تولید کرد که یا ترک های کمتری داشته باشند یا اندازه دانه ی آنها آنقدر کوچک باشند که وقتی عامل فرورونده خارجی به سطح ماده برخورد می کند، عملاً به مرزهای این دانه ها برخورد کند و چون مرزها محل بی نظمی اتم ها هستند و انرژی پیوندها با پیوندهای داخل دانه فرق دارند پس ماده ریزدانه ی ما که دانه هایی در حد نانومتری دارد، مقاومت بیشتری در برابر سختی نشان می دهد.

۲-۳- خستگی

برای درک خستگی، یک سیم فلزی را تصور کنید. برای پاره کردن آن چه می کنید؟ آیا آن را می کشید؟ برای پاره کردن سیم فلزی باید چند بار آن را به سمت بالا و پایین خم کرد. در واقع، باید جهت نیرو را در هر مرحله عوض کرد. به نیروهایی که به دلیل تغییر جهت، باعث شکست در ماده می شوند «خستگی» می گویند. بسیاری از سوانحی که در قطعات صنعتی و ماشین آلات اتفاق می افتد به دلیل خستگی در فلزات است که باعث شکست آن قطعه می شود. خواص خستگی با ریزدانه شدن ماده در ابعاد نانو و کاهش عیوب سطحی بهبود می یابد.



۴- خوردگی



در فلزات اتم ها در حوزه هایی منظم به نام «دانه» قرار گرفته اند. اگر سه دانه با هم برخورد کنند، به آن محدوده ی مشترک بین سه دانه «مرز دانه» می گویند. اتم هایی که در مرز قرار دارند، متعلق به هیچ دانه ای نیستند. در نتیجه با اتم های کناری خود تعداد پیوند کمتری برقرار می کنند. وقتی ماده خورنده در پوشش نفوذ می کند، با اتم های مرز دانه پیوند تشکیل می دهد و مواد جدیدی درست می کند. مثلاً وقتی آب در آهن نفوذ می کند، زنگ آهن درست می کند که از نظر ترکیب، هم با آب و هم با آهن فرق دارد. به این ترتیب، باعث خوردگی می شود.

با توجه به توضیحات صفحه قبل و شکل زیر، گفت و گو کنید که چرا در موادی که نانوذرات وجود دارند و اندازه دانه ها کوچک تر هستند با اینکه مساحت بیشتری از مرز دانه ها در معرض خوردگی می باشند، این مواد در برابر خوردگی مقاوم ترند؟

گفت و گو کنید



۵- خواص مغناطیسی

یکی از تغییرات خواص جالب و بسیار کاربردی که در ابعاد نانویی به وجود می آید، ایجاد خاصیت مغناطیسی در بسیاری از موادی است که در ابعاد معمولی آن خاصیت را ندارند، نانوذرات اکسید آلومینیوم، طلا و غیره جزء این مواد می باشند.

از خاصیت مغناطیسی بعضی نانوذرات در پزشکی و دارو رسانی استفاده می شود. استفاده از نانوذرات مغناطیسی باعث انتقال هدفمند دارو می شود که دارو با کنترل میدان مغناطیسی خارجی، بعد از وارد شدن به بدن، در محل بیماری آزاد می شود.



۶- تغییر واکنش پذیری

مطابق آموخته های درس شیمی پایه ی دهم، موادی در طبیعت وجود دارند که وقتی در معرض هوای آزاد قرار می گیرند، به دلیل واکنش پذیری بالا آتش می گیرند. موادی مثل طلا و اکسید آلومینیوم در حالت معمولی در معرض هوای آزاد هیچ واکنشی ندارند ولی تغییر آنها



به ابعاد نانویی موجب افزایش سطح تماس این ذرات با محیط اطراف شده و منجر به واکنش پذیری می شود. این واکنش پذیری آنقدر زیاد است که نانوذرات اکسید آلومینیوم به عنوان سوخت موشک و نانوذرات طلا به عنوان کاتالیزور مورد استفاده قرار می گیرد.

