

## اهمیت سطح در دنیای نانو

مواد مختلف، خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی از خود نشان می دهند. از جمله عواملی که بر خواص مواد تاثیر گذارند، می توان به عدد اتمی (تعداد پروتون ها)، تعداد نوترونها در ایزوتوپهای مختلف یک ماده، آرایش الکترونهاي آخرین لایه ی الکترونی اتم اشاره کرد. ساختار مولکولی و شبکه ی بلوری ماده نیز در تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی مختلف ماده از جمله رسانایی و ... موثر است. تغییر عوامل و شرایط محیطی هم می توانند تغییراتی در خواص مواد ایجاد کنند. برای مثال شبکه ی بلوری آهن در فشار یک اتمسفر و دماهای بین صفر مطلق تا ۹۱۲ درجه ی سانتی گراد (آهنآلفا یا فریت) ساختار متفاوتی با آهن در گستره ی دمایی بین ۹۱۲ تا ۱۳۹۴ درجه سانتی گراد (آهن گاما یا آستنیت) دارد.

### مقدمه

برای مطالعه ی این مقاله هم باید حوصله داشته باشید و هم به کشف اسرار حاکم بر دنیای نانو علاقه مند باشید! تاکنون مطالب بسیاری را در مورد فناوری نانو مطالعه کرده و شنیده اید. اگر دقت کنید تمامی این مطالب بیان گر کشف و استفاده از خواص جالب و جدید گروهی از مواد است. خواصی که تا چند سال گذشته از وجود آنها بی اطلاع بودیم و دستیابی به آنها (به شکلی که امروزه مد نظر ماست) امری محال به نظر می رسید. سوالی که پیش می آید آن است که چرا تا دیروز به وجود این مواد و این خواص ویژه پی نبرده بودیم و چرا امروزه این مواد با وجود ثابت بودن عدد اتمی (یکسان بودن عنصر) آنها، خواص متفاوتی از خود بروز می دهند. در این مجموعه مقالات تلاش می کنیم تا با توضیح برخی موارد مهم در تعیین خواص، پاسخی برای این سوالات بیابیم. در این مجموعه مقالات درمی یابیم که عوامل متعددی در تعیین خواص مواد نقش دارند و همچنین این عوامل ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند. در این مجموعه با برخی محاسبات بسیار ساده مواجه می شویم؛ ممکن است تصور کنید که انجام آنها کسل کننده و حتی بی فایده است، اما با کمی حوصله و انجام این محاسبات ساده، می توانید به خوبی تاثیر ابعاد نانو بر ویژگی های ماده را درک کنید. بنابراین تلاش کنید تا محاسبات را انجام دهید و از این طریق با اصول انجام این محاسبات که در فهم موضوع مورد بحث موثر است، آشنا شوید. همچنین تلاش کنید تا به پرسش های مطرح شده، قبل از مطالعه ی ادامه ی متن، پاسخ دهید. در اولین مقاله از این سری، به بیان برخی عوامل موثر بر خواص مواد می پردازیم که از گذشته شناخته شده بودند.

برای شروع بحث، پرسیدن این سوال لازم است:

پرسش ۱: چه عواملی را می شناسید که بر خواص مواد تاثیر می گذارند؟

قبل از مطالعه‌ی ادامه‌ی متن، تلاش کنید تا پاسخی برای این پرسش بیابید. مواردی را که به عنوان پاسخ می‌یابید، در کنار یکدیگر یادداشت کرده و نحوه‌ی تعیین خواص یک ماده توسط آنها را پیدا کنید. بسیار خوب است اگر بتوانید ارتباط میان این عوامل را هم بررسی کنید.

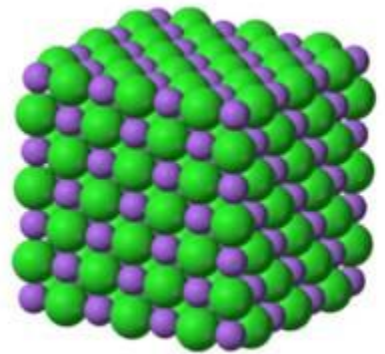
یکی از مواد بسیار پرکاربرد و مهم در صنایع پیشرفته (مانند صنایع تولید انرژی هسته‌ای)، آب سنگین است. برای آشنا شدن با آب سنگین، لازم است دوتریوم را بشناسیم. شما با اتم هیدروژن آشنا هستید. اتم بسیار کوچکی که ابعادی در حدود ۱ آنگستروم دارد. این اتم شامل یک پروتون مستقر در هسته، و یک الکترون است. اکنون تصور کنید که یک نوترون نیز در کنار این پروتون در هسته قرار داشته باشد، در این صورت ماده حاصل چه خواهد بود؟ آنگستروم یکی از واحدهای اندازه‌گیری طول است که مقدار آن برابر با ۰.۱ نانومتر است. از این واحد برای بیان اندازه اتمها و پیوندهای اتمی استفاده می‌شود.

می‌دانید که عدد اتمی یک عنصر، برابر با تعداد پروتونهای آن اتم است. بنابراین عدد اتمی ماده جدیدی که از افزودن یک نوترون به هیدروژن بدست آوردیم، همانند هیدروژن برابر با یک است. اما از آنجایی که جرم نوترون تقریباً هم اندازه با پروتون است، عدد جرمی این اتم برابر با دو است. یعنی یک اتم هیدروژن با جرمی تقریباً دو برابر. به این اتم، دوتریوم می‌گوییم و آن را به عنوان یکی از ایزوتوپ‌های هیدروژن می‌شناسیم. در صورتی که این اتم با اکسیژن ترکیب شود، آب سنگین به دست می‌آید. بنابراین علاوه بر تعداد پروتون‌ها و عدد اتمی، تعداد نوترون‌های اتم‌ها و عدد جرمی آنها نیز در تعیین خواص آنها شرکت دارند.

ایزوتوپ‌ها اتم‌هایی هستند که اعداد اتمی (تعداد پروتون) برابر با یکدیگر داشته، اما به دلیل وجود اختلاف در تعداد نوترون‌هایشان، اعداد جرمی (مجموع تعداد نوترون و پروتون) متفاوتی دارند.

علاوه بر این دو مورد، بر اساس مطالبی که در مورد واکنش‌های شیمیایی و یا ساختار اتم‌ها (مدل اتمی) در درس شیمی خوانده‌ایم، می‌دانیم که حالت ترازهای انرژی الکترون‌های اطراف هر اتم و همچنین تعداد الکترون‌های لایه‌ی آخر آن نیز در تعیین خواص آن اتم‌های ماده، تاثیر گذار است. این ویژگی می‌تواند نقشی تعیین کننده در ساز و کار ترکیب شدن آن ماده (خواص شیمیایی) داشته باشد. برای مثال خواص یک یون فلزی با اتم آن فلز متفاوت است. دو دسته یون وجود دارد. کاتیون‌ها اتم‌هایی هستند که الکترون آنها جدا شده و در نتیجه دارای بار مثبت هستند. آنیون‌ها نیز اتم‌هایی هستند که با گرفتن تعدادی الکترون، دارای بار منفی شده‌اند.

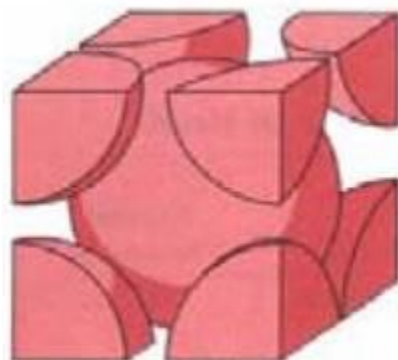
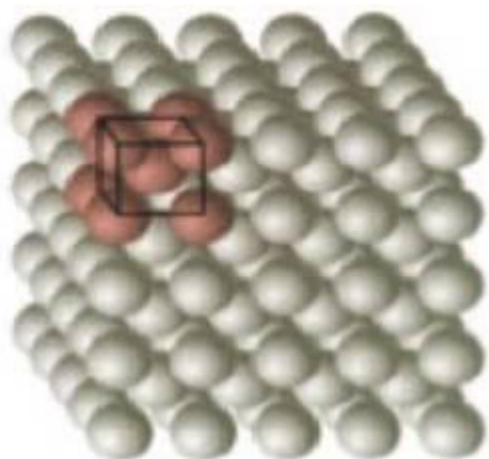
تاکنون با نقش سه عامل عدد اتمی، عدد جرمی و آرایش الکترونی ماده در تعیین خواص ماده آشنا شده‌اید. اما موارد دیگری نیز وجود دارد.



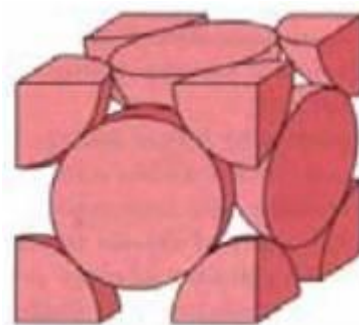
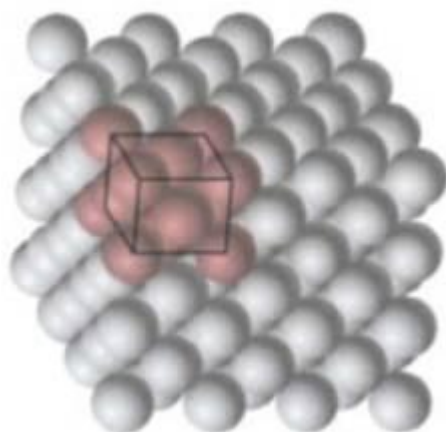
شکل (۱) - ساختار بلوری نمک طعام

در این تصویر گلوله‌های بنفش بیانگر اتم‌های سدیم و گلوله‌های سبز بیانگر اتم‌های کلر هستند. این ساختار در قالب یک شبکه‌ی مکعبی شکل گرفته است.

همه‌ی ما با ساختار نمک طعام (NaCl) آشنا هستیم (شکل ۱) و شکل مکعبی دانه‌های نمک را در کتاب شیمی دیده‌ایم. برخی از ما می‌دانیم که نمی‌توان برای نمک یک مولکول در نظر گرفت. بلکه نمک به شکل یک جامد بلورین است که از قرار گرفتن منظم اتم‌های Na و Cl در کنار یکدیگر به وجود آمده است. به این طرز قرار گرفتن اتم‌های تشکیل دهنده‌ی نمک در کنار یکدیگر، یک شبکه بلوری می‌گوییم. علاوه بر ترکیباتی مثل نمک، عناصر خالص مانند آهن (Fe) نیز می‌توانند در این ساختارهای منظم بلورین قرار بگیرند. آهن یک فلز چند شکلی است. به این معنی که در فشار یک اتمسفر با افزایش دما، شبکه‌ی بلوری آن تغییر می‌کند. آهن در دماهای بین صفر مطلق تا ۹۱۲ درجه‌ی سانتی‌گراد (آهن‌آلفا یا فریت) ساختار متفاوتی با آهن در گستره‌ی دمایی بین ۹۱۲ تا ۱۳۹۴ درجه سانتی‌گراد (آهن گاما یا آستنیت) دارد. این تفاوت در شکل ۲ نشان داده شده است.



الف



ب

شکل (۲)- الف- ساختار بلوری آهن آلفا؛ ب- ساختار بلوری آهن گاما

آهن‌های آلفا و گاما خواص متفاوتی از یکدیگر دارند. بنابراین می‌توان گفت که یکی دیگر از عوامل موثر بر خواص ماده، ساختار بلوری آن است. (برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید مقاله‌های مرتبط را از کنار صفحه بخوانید). در این مقاله به بیان مختصر برخی عوامل شناخته شده بر خواص مواد پرداختیم. در مقالات بعدی به توضیح عواملی که با سطح مواد در ارتباط هستند و تاثیر زیادی در پیدایش خواص جدید در دنیای نانو دارند، خواهیم پرداخت. اما پیش از آن در پایان این مقاله دو سوال مطرح می‌کنیم. پاسخ این سوال‌ها به موضوعاتی که با هم بررسی کردیم، مرتبط است و فکر کردن شما به آنها کمک بسیاری به فهم بهتر این مطالب می‌کند. البته برای یافتن جواب دقیق احتیاج به اندکی مطالعه نیز دارید.

پرسش ۲: دو شکل از عنصر کربن که در طبیعت وجود دارد، الماس و گرافیت است. اما همان گونه که می دانید، برخی خواص این دو ماده با هم تفاوت‌های زیادی دارد. به نظر شما دلیل این تفاوتها چیست؟

پرسش ۳: آهن خالص تا دمای ۷۷۰ درجه‌ی سانتی گراد خاصیت آهنربایی دارد. اما در دماهای بالاتر این خاصیت خود را از دست می‌دهد. دمای یاد شده به دمای کوری (Curie) معروف است و به آهن در دماهای بین ۷۷۰ تا ۹۱۲ درجه سانتی گراد، آهن بتا نیز می‌گویند. بنابراین علاوه بر ساختار بلوری، شرایط محیطی نیز می‌تواند بر خواص مواد تاثیرگذار باشد. به نظر شما چه عاملی موجب از بین رفتن خاصیت آهنربایی آهن خالص در دماهای بالاتر از دمای کوری می‌شود؟