

حالات ماده

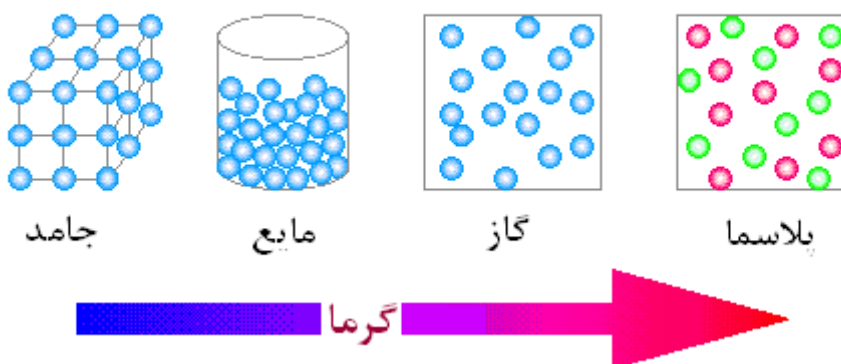
یونانیان باستان ، عالم را متشکل از چهار عنصر آتش ، خاک ، آب و هوا می دانستند. امروزه دانشمندان بکمک این عناصر ، تمام اجزای تشکیل دهنده جهان را آن طور که هست ، توضیح می دهند. آتش بیانگر انرژی بوده و سه عنصر دیگر نشان دهنده سه حالت از ماده جامد ، مایع و گاز) می باشند. بر طبق این تقسیم بندی ، مواد جامد دارای شکل و ابعاد مشخصی بوده و همچنین جرم ، حجم و وزن مشخصی دارند.

مایعات و گازها شاره هستند، یعنی جریان می یابند. این اجسام شکل معینی ندارند و شکل ظرفی را که در آن قرار دارند بخود می گیرند، در حالیکه مقدار معینی دارند. مثلاً مقدار آب ، دی اکسید کربن ، هوا ، شیر و غیره جرم قابل اندازه گیری و معینی دارند، اما نمی توانند همانند جامدات با اعمال نیروی پس زنی کشانی ، در مقابل تغییر شکل ، مقاومت کنند.

آزمایشات ساده

مقدار معینی مایع ، حجم مشخصی دارد، گاز چنین نیست. اگر یک لیتر شیر را در چهار لیوان بریزیم، در مجموع همان یک لیتر حجم را اشغال می کند. حجم اشغال شده توسط سطح افقی بالای شیر در لیوان مشخص می شود. همین سطح است که باعث تمایز مایعات از گازها می شود.

حالت های آشنای ماده



اگر گاز سنگین و قابل روئیت (رنگی) کالر را از ظرفی به ظرف دیگر بریزیم و در ظرف را باز بگذاریم ، گاز درون ظرف باقی نمی ماند. گازها همانند مایعات ، سطح افقی در بالای حجم اشغال کرده خود ندارند و در همه جا پخش می شوند. بنابراین ، حجم گاز برابر حجم هر ظرفی است که در آن قرار می گیرد.

جامد

در حالت جامد ، نیروهای بین مولکولی ، بقدری قویتر از انرژی جنبشی هستند که باعث سخت شدن جسم در نتیجه عدم جاری شدن آن می گردند. جامدات شکل و حجم معینی دارند. در جامدات فاصله مولکولها

مانند فاصله آنها در مایع است. جامدات نمی‌توانند مانند وضعیتی که حالات مایع و گاز دارند، آزادانه به اطراف حرکت کنند. بلکه، در جامد، مولکولها در مکانهای خاصی قرار می‌گیرند و فقط می‌توانند در اطراف این مکانها حرکت نوسانی رفت و برگشتی بسیار کوچک انجام دهند.

این حرکت نوسانی، بخصوص در جامدات بلورین، کاربردهای صنعتی و علمی زیادی را برای این دسته از مواد به دنبال دارد.

مایع

در حالت مایع، مولکولها بهم نزدیک‌تر بوده، بطوریکه نیروهای مابینشان قویتر از انرژی جنبشی آنان می‌باشد. از طرف دیگر، نیروها آنقدر قوی نیستند که قادر به ممانعت از حرکت مولکولها گردند. از این روست که جریان مایع از ظرفی به ظرف دیگر شدنی است، اما نسبت سرعت جاری شدن آب در مقایسه با مایعات دیگر از قبیل روغن‌ها و گلسیرین بسیار متفاوت است که این تفاوت در سرعت جاری شدن، میزان مقاومت یک مایع در مقابل جاری شدن، یعنی ویسکوزیته آن خوانده می‌شود که خود تابعی از شکل، اندازه مولکولی، درجه حرارت و فشار می‌باشد. بنابراین مایعات حجم معین و شکل نامعینی دارند.

فاصله مولکولها در مایعات در مقایسه با گازها بسیار کم است. در مایعات، مولکولها به اطراف خود حرکت می‌کنند و به سهولت روی هم می‌لغزند و راحت جریان (شارش) پیدا می‌کنند. مواد مایع با قابلیت شکل پذیری و جریان یافتن در شبکه‌های ریز، کاربردهای زیادی در صنعت پیدا کرده‌اند.

گاز

حالت فیزیکی مواد در شرایط فشار و درجه حرارت طبیعی، بستگی به اندازه مولکولی و نیروهای فی‌مابین آن دارد. اگر مقدار کمی از یک گاز، در یک تانک نسبتاً بزرگی قرار گیرد، مولکولهای آن با سرعت در سرتاسر تانک پخش می‌شوند. پخش سریع مولکولهای گاز دلالت بر آن می‌کند که نیروهای موجود فی‌مابین مولکولها، بمراتب ضعیفتر از انرژی جنبشی آن است و از آنجایی که ممکن است مقدار کمی از یک گاز در سرتاسر تانک یافت شود، نشان دهنده آن است که مولکولهای گاز باید نسبتاً از هم فاصله گرفته باشند. بنابراین گازها شکل و حجمشان بستگی به ظرفی دارد که در آن جای دارند.

در حالت گازی، مولکولها آزادانه به اطراف حرکت کرده و با یکدیگر و نیز با دیواره ظرف برخورد می‌کنند. فاصله مولکولها در حالت گازی در حدود چند ده برابر فاصله آنها در حالت مایع و جامد است. اگر در یک ظرف نوشابه پلاستیکی را بسته و آنرا متراکم کنید و سپس آنرا با آب پر کرده و دوباره سعی کنید که آنرا

متراکم کنید، در حالت اول بعلت فاصله زیاد بین مولکولی در گاز ، متراکم کردن سنگین تر و سخت تر صورت می گیرد، در صورتی که در حالت دوم چنین نیست.

پلازما

پلازما حالت چهارمی از ماده است که دانش امروزی نتوانسته آنها را جزو سه حالت دیگر پندارد و مجبور شده آنها را حالت مستقلی به حساب آورد. این ماده با ماهیت محیط یونیزه ، ترکیبی از یونهای مثبت و الکترون با غلظت معین می باشد که مقدار الکترونها و یونهای مثبت در یک محیط پلازما تقریباً برابر است و حالت پلاسمای مواد ، تقریباً حالت شبه خنثایی دارد. پدیده های طبیعی زیادی از جمله آتش ، خورشید ، ستارگان و غیره در رده حالت پلاسمایی ماده قرار می گیرند.

پلازما شبیه به گاز است، ولی مرکب از ذرات باردار متحرکی به نام یون است. یونها بشدت تحت تاثیر نیروهای الکتریکی و مغناطیسی قرار می گیرند. مواد طبیعی در حالت پلازما عبارتند از انواع شعله ، بخش خارجی جو زمین ، اتمسفر ستارگان ، بسیاری از مواد موجود در فضای سحابی و بخشی از دم ستاره دنباله دار و شفقهای قطبی شمالی. نمایش خیره کننده از حالت پلاسمایی ماده است که در میدان مغناطیسی جریان می یابد.

بد نیست بدانید که دانش امروزی حالات دیگری از جمله برهمکنش ضعیف و قوی هسته ای را نیز در دسته بندیها بعنوان حالات پنجم و ششم ماده بحساب می آورد که از این حالات در توجیه خواص نکلئونهای هسته ، نیروهای هسته ای ، واکنش های هسته ای و در کل ((فیزیک ذرات بنیادی استفاده می شود.

چگال بوز-اینشتین

حالت پنجم با نام ماده چگال بوز-اینشتین (Booze-Einstein condensate) که در سال ۱۹۹۵ کشف شد، در اثر سرد شدن ذراتی به نام بوزونها (Bosons) تا دماهایی بسیار پایین پدید می آید. بوزونهای سرد در هم فرومی روند و ابر ذره ای که رفتاری بیشتر شبیه یک موج دارد تا ذره های معمولی ، شکل می گیرد. ماده چگال بوز-اینشتین شکننده است و سرعت عبور نور در آن بسیار کم است.

چگال فرمیونی

حالت تازه هم ماده چگال فرمیونی (Fermionic condensate) است. "دبورا جین" (Deborah Jin) از دانشگاه کلرادو که گروهش در اواخر پاییز ۱۳۸۲ ، موفق به کشف این شکل تازه ماده شده است،

می‌گوید: "وقتی با شکل جدیدی از ماده روبرو می‌شوید، باید زمانی را صرف شناخت ویژگی‌هایش کنید. آنها این ماده تازه را با سرد کردن ابری از پانصد هزار اتم پتاسیم با جرم اتمی ۴۰ تا دمایی کمتر از یک میلیونیم درجه بالاتر از صفر مطلق پدید آوردند. این اتمها در چنین دمایی بدون گرانش جریان می‌یابند و این ، نشانه ظهور ماده‌ای جدید بود. در دماهای پایین‌تر چه اتفاقی می‌افتد؟ هنوز نمی‌دانیم."

ماده چگال فرمیونی بسیار شبیه ماده چگال بوز-اینشتین (BEC) است. ذرات بنیادی و اتمها در طبیعت می‌توانند به شکل بوزون یا فرمیون باشند. یکی از تفاوت‌های اساسی میان آنها حالت‌های کوانتومی مجاز برای ذرات است. تعداد زیادی بوزون می‌توانند در یک حالت کوانتومی باشند ، مثلاً انرژی ، اسپین و ... آنها یکی باشد ، اما مطابق اصل طرد پائولی ، دو فرمیون نمی‌توانند همزمان حالت‌های کوانتومی یکسان داشته باشند.

برای همین ، مثلاً در آرایش اتمی ، الکترون‌ها که فرمیون هستند، نمی‌توانند همگی در یک تراز انرژی قرار گیرند. در هر اوربیتال تنها دو الکترون که اسپین‌های متفاوت داشته باشند، جا می‌گیرد و الکترون‌های بعدی باید به اوربیتال دیگری با انرژی بالاتر بروند. بنابراین اگر فرمیون‌ها را سرد کنیم و انرژی آنها را بگیریم ، ابتدا پایین‌ترین تراز انرژی پر می‌شود ، اما ذره بعدی باید به تراز با انرژی بالاتر برود.

وجود ماده چگال فرمیونی همانند ماده چگال بوز-اینشتین سال‌ها قبل پیش‌بینی شده و خواص آن محاسبه شده بود ، اما رسیدن به دمای نزدیک به صفر مطلق که برای تشکیل این شکل ماده لازم است تاکنون ممکن نشده بود. هر دو از فرورفتن اتمها در دماهایی بسیار پایین ساخته می‌شوند. اتمهای BEC بوزون هستند و اتمهای ماده چگال فرمیونی ، فرمیون.