حالتهای شش گانه مواد

جامد

در حالت جامد ، نیروهای بین مولکولی ، بقدری قویتر از انرژی جنبشی هستند که باعث سخت شدن جسم در نتیجه عدم جاری شدن آن میگردند. 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 .

*مایع

در حالت مایع نیز مولکولها بهم نزدیک 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 گرانروی آن خوانده می شود 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 .

*گاز

گاز ها کم چگالند و ساده متراکم می‌شوند و نه تنها شکل ظرف خود را می گیرند بلکه آنقدر منبسط می‌شوند تا ظرف را کاملاً پر کنند .

اما اگر بخواهیم گازها را بهتر بشناسیم می توانیم بگوییم که حالت فیزیکی مواد در شرایط فشار و درجه حرارت طبیعی ، بستگی به اندازه مولکولی و نیروهای بین آن‌ها 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 میان مولکولها ، به مراتب 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 .

*پلاسما

حالت چهارم ماده «پلاسما» شبیه گاز است و از اتمهایی تشکیل شده است که تمام یا تعدادی از الکترون های خود را از دست داده‌اند (یونیده شده‌اند .(

بیشتر مواد جهان در حالت پلاسما هستند مانند خورشید که از پلاسما تشکیل شده

است. پلاسما اغلب بسیار گرم است و می توان آن را در میدان مغناطیسی به دام انداخت .

اما در تعریفی کلی از پلاسما باید گفت که : پلاسما حالت چهارمی از ماده است که دانش امروزی نتوانسته آنها را جزو سه حالت دیگر بپندارد و مجبور شده آنرا حالت مستقلی به حساب آورد. این ماده با ماهیت محیط یونیزه، ترکیبی از یون‌های مثبت و الکترون با غلظت معین می‌باشد که مقدار الکترون‌ها و یون‌های مثبت در یک محیط پلاسما تقریبا برابر است و حالت پلاسمای مواد ، تقریباً حالت شبه خنثایی دارد.

پدیده‌های طبیعی زیادی از جمله آتش ، خورشید ، ستارگان و غیره در رده حالت پلاسمایی ماده قرار می‌گیرند .

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

*ماده‌ی چگال بوز – اینشتین

حالت پنجم با نام ماده‌ی چگال بوز-اینشتین (Bose-Einstein condensate) که در سال ۱۹۹۵ کشف شد، در اثر سرد شدن ذراتی به نام بوزونها (Bosons) تا دماهایی بسیار پایین پدید می‌آید. بوزون‌های سرد در هم فرومی‌روند و اَبَر ذره‌ای که

رفتاری بیشتر شبیه یک موج دارد تا ذره‌های معمولی، شکل می‌گیرد. ماده‌ی چگال بوز-اینشتین (BEC) شکننده است و سرعت عبور نور در آن بسیار کم است .

*ماده‌ی چگال فرمیونی

حالت تازه هم ماده‌ی چگال فرمیونی (Fermionic condensate) است. "دبورا جین (Deborah Jin) "از دانشگاه کلورادو و گروهش در اواخر پاییز ۱۳۸۲ ، موفق به کشف این شکل تازه‌ی ماده شدند. آنها این ماده‌ی تازه را با سرد کردن ابری از پانصدهزار اتم پتاسیم با جرم اتمی ۴۰ تا دمایی کمتر از یک میلیونیم درجه بالاتر از صفر مطلق پدیدآوردند. این اتم‌ها در چنین دمایی بدون گرانروی جریان می‌یابند و این ، نشانه ظهور ماده‌ای جدید بود .

در این حالت اتمهای پتاسیم بدون آنکه چسبندگی میان آنها وجود داشته باشد ، بصورت مایع جریان یافتند . حالت چگالیده فرمیونی تا حدی شبیه چگالش بوز- اینشتین است .

هر دو حالت از اتم‌هایی تشکیل شده‌اند که این اتم ها در دمای پایین به هم می‌پیوندند و جسم واحدی را تشکیل می دهند. در چگالش بوز- اینشتین اتم ها از نوع بوزون هستند در حالیکه در چگالش فرمیونی اتم ها فرمیون (Fermions)هستند .

تفاوت میان بوزون ها و فرمیونها چیست ؟

رفتار بوزون ها به گونه ای است که تمایل دارند با هم پیوند برقرار کنند و به هم متصل شوند . یک اتم در صورتی که حاصل جمع تعداد الکترون ، پروتون و نوترون‌هایش زوج باشد، بوزون است. بعنوان مثال اتمهای سدیم بوزون هستند زیرا اتمهای سدیم در

حالت عادی یازده الکترون ، یازده پروتون و دوازده نوترون دارند که حاصل جمع آنها عدد زوج ۳۴ می شود . بنابراین اتمهای سدیم این قابلیت را دارند که در دماهای پایین به هم متصل شوند و حالت چگالیده بوز- اینشتین را پدید آورند اما از طرف دیگر فرمیون‌ها منزوی هستند . این ذرات طبق اصل طرد پائولی هنگامی که در یک حالت کوانتومی قرار می گیرند همدیگر را دفع می‌کنند و اگر ذره‌ای در یک حالت کوانتومی خاص قرار گیرد مانع از آن می شود که ذره‌ی دیگری هم بتواند به آن حالت دسترسی یابد .

هر اتم که حاصل جمع تعداد الکترون ، پروتون و نوترون هایش فرد باشد فرمیون است . به عنوان مثال ، اتم های پتاسیم با عدد جرمی ۴۰ فرمیون هستند زیرا دارای ۱۹ الکترون ، ۱۹ پروتون و ۲۱ نوترون هستند و حاصل جمع این سه عدد برابر ۵۹ می شود . دکتر جین و همکارانش بر پایه همین خاصیت انزوا طلبی فرمیونها روشی را پیش گرفتند و از میدانهای مغناطیسی کنترل شونده‌ای برای انجام آزمایش‌ها استفاده کردند . میدان مغناطیسی باعث می‌شود که اتم‌های منفرد با هم جفت شوند و میزان جفت شدگی اتم‌ها در این حالت با تغییر میدان مغناطیسی قابل کنترل است . انتظار می‌رفت که اتمهای جفت شده پتاسیم خواص همانند بوزون‌ها داشته باشند اما آزمایش‌ها نشان دادند که در بعضی از اتمها که میزان جفت شدگی ضعیف بود، هنوز بعضی از خواص فرمیونی خود را از دست نداده بودند .

در این حالت یک جفت از اتمهای جفت شده می تواند به جفت دیگری متصل شود و

این جفت شدگی به همین ترتیب ادامه یابد تا این که سرانجام باعث تشکیل حالت چگالیده فرمیونی شود.