هرچیزی که فضا را اشغال کند (حجم داشته باشد) ماده می‌نامیم که همه‌ی مواد حجم دارند و از ذره‌های ریز (اتم، مولکول، یون) ساخته شده‌اند اندازه‌ی اتم‌ها در حدود یک آنگستروم ($1A^\circ$) است

$$1A^\circ = 10^{-10} m$$

اما ابعاد مولکول‌ها به این بستگی دارد که از چند اتم تشکیل شده باشند

ذره‌های سازنده‌ی مواد همواره در حرکت‌اند و به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند حالت ماده به چگونگی حرکت این ذره‌ها و اندازه‌ی نیروی بین آن‌ها بستگی دارد.

مواد در شرایط مناسب می‌توانند به یکی از چهار حالت جامد، مایع، گاز، پلاسما باشند.

پلاسما در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید ماده‌ی درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش شفق‌های قطبی، آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ‌های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است.

جامد

مواد در حالت جامد دارای وتر گی زیری باشد

(۱) فضای بین ذرات کم و در حدود $1A^\circ$ است.

نیروی بین ذره‌های جامد باعث می‌شود جامد شکل و حجم ثابتی داشته باشد

(۲) ذره‌ها تحت تأثیر نیروهای عمدتاً الکتریکی سایر ذره‌ها در مکان‌های مشخصی نسبت به یکدیگر قرار دارند و نوسان‌های کوچکی انجام می‌دهند

(۳) نیروهای بین ذره‌ای قوی باعث می‌شود که اجسام جامد تراکم ناپذیر باشند و حجم و شکل ثابتی داشته باشند

(۴) وقتی جسم جامد گرم می‌شود دامنه‌ی نوسان ذره‌های آن بیشتر می‌شود و جسم منبسط می‌شود.

تذکر: برای درک بهتر ساختار جسم جامد عموماً مدلی را ارائه می‌دهند که با این مدل می‌توانیم خیلی از رفتارهای یک جسم جامد را بهتر درک کنیم در این مدل اتم‌ها را مانند گوی‌هایی در نظر می‌گیرند که با فنرهای ریز بسیار سختی به گوی‌های مجاور متصل‌اند. این فنرها به مولکول‌ها اجازه می‌دهند در یک فضای محدود در جهت‌های مختلف نوسان کنند وقتی جسم جامد را متراکم می‌کنیم فاصله‌ی گوی‌ها از حد معینی کم‌تر می‌شود و فنرهای بین گوی‌ها متراکم می‌شوند گوی‌ها از طرف این فنرهای فشرده شده یکدیگر را دفع می‌کنند و به این ترتیب در برابر تغییر شکل از خود مقاومت نشان می‌دهند همچنین وقتی تلاش می‌کنیم با کشیدن یک جسم جامد فاصله‌ی اتم‌های آن را زیاد کنیم فنرها کشیده می‌شوند و گوی‌ها از طرف این فنرها یکدیگر را جذب و به این ترتیب در برابر تغییر طول جسم جامد مخالفت می‌کنند در هر دو حالت با حذف نیروهای فشارنده و یا کشنده نیروی کشسانی فنرها اتم‌ها را به وضع اولیه برمی‌گرداند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

تذکر: نیروی بین مولکولها به فاصله‌ی بین آنها بستگی دارد اگر فاصله‌ی بین دو مولکول از حد معینی کم‌تر شود مولکولها یکدیگر را می‌رانند و مانع از درهم رفتن مولکولها در یکدیگر می‌شوند اگر فاصله‌ی بین مولکولها از حد معینی بیشتر شود مولکولها یکدیگر را جذب می‌کنند البته اگر فاصله‌ی مولکولها از یکدیگر خیلی زیاد شود نیروهای میان مولکولی بسیار ناچیز و در عمل صفر می‌شوند در نتیجه نیروهای میان مولکولی فقط در فاصله‌های کوتاه ظاهر می‌شوند و به بیان دیگر کوتاه برد هستند. (اگر نیروهای میان مولکولی وجود نداشتند همه‌ی مواد به حالت گازی در می‌آمدند.)

مواد جامد براساس طرح هندسی ذرات تشکیل دهنده‌ی آنها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱) جامدهای بلورین:

در این مواد مولکول‌ها در طرح‌های منظم سه بعدی کنار هم قرار می‌گیرند. به بیان دیگر یک جامد بلورین از تکرار واحدهای ساختاری مشابه در فضا به وجود می‌آید. این مواد معمولاً از سرد کردن آهسته‌ی مایع مذابشان به دست می‌آیند. در این صورت مولکولها فرصت پیدا می‌کنند که در طرح منظمی آرایش پیدا کنند فلزها، نمک‌ها، الماس و بیشتر مواد معدنی از دسته‌ی جامدهای بلورین هستند.

۲) جامدهای بی‌شکل در این مواد مولکولها ساختار منظم و متقارنی ندارند و آرایش مولکولها تصادفی است. (مثل شیشه است) این مواد معمولاً از سرد کردن سریع مایع مذابشان به دست می‌آیند با این کار، مولکولها فرصت پیدا نمی‌کنند در طرح منظمی آرایش یابند و در نتیجه تا حدزیادی (وضعیت نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند این مواد ذوب همزمانی دارند یعنی نقطه ذوب معینی ندارند و در مدت ذوب، شل‌تر و در مدت انجماد سفت‌تر می‌شوند. شیشه، قیر، و اکثر پلاستیک‌ها از نوع جامدهای بی‌شکل هستند.

مایع: مواد در فاز مایع دارای ویژگی‌های زیر است:

۱) فاصله‌ی بین ذره‌ها تقریباً برابر فاصله‌ی بین آنها در حالت جامد است (یعنی در حدود $1A^{\circ}$)

۲) مولکولها با نیروهایی که مولکول‌های همسایه به آنها وارد می‌کنند احاطه شده‌اند البته بزرگی این نیروها در حدی نیست که مایع از حرکت انتقالی مولکولها بشود به همین دلیل است که مایع‌ها می‌توانند جاری شوند.

۳) در مایع‌ها هم مثل جامدها اگر فاصله‌ی بین دو مولکول از حدی بیشتر باشد همدیگر را جذب و اگر از حدی کمتر باشد همدیگر را دفع می‌کنند

۴) مایع‌ها به دلیل تراکم ناپذیری حجم ثابتی دارند و به دلیل حرکت انتقالی مولکولها شکل ثابتی ندارند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

علم نانو:

قبلاً واژه‌ی نانو را دیده‌اید و می‌دانید که پیشوندی با ضریب 10^{-9} است. مقیاس نانو ابعادی در حدود اندازه‌ی چند اتم کنار هم است.

در حالت کلی ویژگی‌های فیزیکی مواد از قبیل رنگ، نقطه‌ی ذوب و انجماد، میزان سختی، چگالی، رسانندگی الکتریکی و گرمایی و شفافیت و ... با کوچک شدن ابعاد آن تغییری نمی‌کند اما اگر کوچک شدن ابعاد ماده تا مقیاس نانو ادامه پیدا کند ویژگی‌های فیزیکی آن به طور چشمگیری تغییر می‌کند و در این مقیاس برای مواد اتفاقات عجیبی می‌افتد

مثال ۱: شیشه در آب حل نمی‌شود اما اگر شیشه را به قدری خرد کنیم تا به صورت ذرات نانو در آیند به محض تماس با آب حل می‌شوند.

مثال ۲: نقطه ذوب یک قطعه بزرگ طلا $1064^{\circ}C$ است اما اگر طلایی را که قطر آن فقط چند نانومتر است گرم کنیم متوجه می‌شویم که در دمای $427^{\circ}C$ ذوب می‌شود بنابراین نقطه‌ی ذوب مواد به سایز آن‌ها بستگی دارد.

تذکر: ویژگی‌های فیزیکی همه‌ی مواد چه جامد، چه مایع و چه گاز تو مقیاس نانو تغییر می‌کند

در این بحث باید با اصطلاحات زیر آشنا باشیم:

۱) علم نانو: شاخه‌ای از علم است که تغییر در ویژگی‌های فیزیکی مواد را بر حسب اندازه‌ی آن‌ها بررسی و توصیف می‌کند

۲) نانو تکنولوژی یا فناوری نانو: به توانایی استفاده از تغییر ویژگی‌های فیزیکی مواد که در مقیاس نانو ایجاد می‌شود، نانو تکنولوژی یا فناوری نانو می‌گوییم.

۳) نانو ذره: ذره‌ی کوچکی از یک ماده است که تمام ابعاد آن در مقیاس نانو است.

تذکر: لازم نیست تمام ابعاد یک ماده در مقیاس نانو باشد تا ویژگی‌های فیزیکی آن تغییر کند حتی اگر یک بعد ماده هم در مقیاس نانو باشد ویژگی‌های فیزیکی نانویی در آن ایجاد می‌شود به چنین جسمی که در واقع یک صفحه‌ی خیلی خیلی نازک است یک نانو لایه می‌گوییم. ویژگی‌های فیزیکی نانو لایه‌ها هم مثل نانو ذره‌ها با حالت معمولی فرق دارد. مثلاً آلومینیم اکسید در ابعاد معمولی رسانای الکتریکی نیست ولی نانو لایه از آلومینیم اکسید رسانای الکتریکی می‌شود.

تذکر: ویژگی‌های فیزیکی با تغییر ابعاد تغییری نمی‌کند اما اگر ابعاد در مقیاس نانو باشند به طور آنی تغییر می‌کند نه تدریجی.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

چگالی: جرم واحد حجم را چگالی گویند. $\rho = \frac{m}{V}$ ← چگالی ، جرم → m ، حجم → V

m : جرم (kg) V : حجم (m^3) ⇐ ρ : چگالی ($\frac{kg}{m^3}$)

دقت کنید که باید در یک فرمول سازگاری یکاها وجود داشته باشد یعنی اگر جرم را بر حسب گرم می‌دانید آنگاه حجم باید بر حسب cm^3 باشد در نتیجه واحد چگالی $\frac{g}{cm^3}$ خواهد شد.

تذکر: اجسامی که چگالی کمتری داشته باشند یعنی در یک حجم ثابت جرم کمتری دارند در نتیجه یک جسم که چگالی کمتری داشته باشد سبک‌تر نیز هست.

سوال) چرا پرتقال با پوست روی آب باقی می‌ماند؟ زیرا در پوست پرتقال هوا وجود دارد و از آنجایی که چگالی هوا کمتر از چگالی آب است پس پرتقال با پوست روی آب قرار می‌گیرد.

سوال) ممکن است گفته شود جرم یک اقیانوس خیلی سنگین‌تر از سکه است در نتیجه چگالی اقیانوس باید بیشتر از سکه باشد چرا سکه در آب اقیانوس فرو می‌رود

جواب: ما برای مقایسه‌ی چگالی دو جسم باهم باید حجم ثابتی از هردو را در نظر بگیریم مثلاً در $1cm^3$ از آب اقیانوس و سکه مطمئن هستیم که سکه جرم بیشتری دارد پس چگالی بیشتری دارد در نتیجه سکه در آب اقیانوس فرو می‌رود.

مثال) جسمی به جرم $4kg$ و حجم $200cm^3$ چه چگالی بر حسب $\frac{g}{cm^3}$ و $\frac{kg}{m^3}$ دارد.

دقت کنید در یک فرمول باید سازگاری یکاها وجود داشته باشد.

جواب

$m = 4kg = 4000g$

$V = 200cm^3 = 200 \times 10^{-6} m^3$

$\rho = ?$

$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{4000\,gr}{200\,cm^3} = 20\,\frac{g}{cm^3}$

$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{4}{\underbrace{200 \times 10^{-6}}_{2 \times 10^{-4}}} = 2 \times 10^{-4}\,\frac{kg}{m^3}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال جرم جسمی ۸kg و چگالی آن ۰٫۵ g/cm³ است حجم آن چند cm³ و چند m³ است؟

$m = 8\,kg = 8000\,g$

$\rho = 0.5\,\frac{g}{cm^3}$

$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{0.5}{1} = \frac{8000}{V} \rightarrow V = \frac{8000 \times 1}{0.5}$

$V = 16000\,cm^3 \rightarrow V = 16000 \times 10^{-6}\,m^3$

$V = 16 \times 10^{-3}\,m^3$

یک اتاق به ابعاد $5 \times 6 \times 8\,m$ از اکسیژن پر شده است. اگر چگالی اکسیژن $1{,}29\,\frac{kg}{m^3}$ باشد جرم هوا چند kg و چند g است؟

$V = 5 \times 6 \times 8 = 240\,m^3$

$\rho = 1{,}29\,\frac{kg}{m^3}$

$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{1{,}29}{1} = \frac{m}{240} \rightarrow m = 240 \times 1{,}29$

$m = 309{,}6\,kg$

$m = 309{,}6 \times 1000 = 309600\,gr$

چگالی نسبی: نسبت چگالی یک جسم را به چگالی جسم دیگر چگالی نسبی می‌گویند. با d نشان می‌دهند و واحد ندارد چون واحدها از صورت و مخرج ساده می‌شوند.

$d = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ → چگالی جسم دوم / چگالی جسم اول

مثال) جرم جسم A، ۲ کیلوگرم و حجم آن $800\,cm^3$ می‌باشد اگر چگالی جسم B، $2\,g/cm^3$ باشد چگالی نسبی آن‌ها را حساب کنید.

$\rho_A = \frac{m}{V} = \frac{2000}{800} = 2{,}5\,g/cm^3$

دقت کنید باید سازگاری یکاها باشد یعنی چون چگالی B بر حسب g/cm^3 داده شده است پس چگالی A هم باید همین طور باشد پس جرم A را به گرم تبدیل می‌کنیم.

(A) $m_A = 2\,kg = 2000\,g$

$m_B = 800\,cm^3$

(B) $\rho = 2\,g/cm^3$

$d = \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{2}{2{,}5} = 0{,}8$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال) اگر چگالی نسبی جسم B نسبت به A ۲ باشد و جرم جسم A ، ۲۰۰g باشد و جرم جسم B ، ۱۰۰gr باشد حساب کنید اگر حجم جسم A ، ۲۰۰cm³ باشد حجم جسم B چقدر است؟

$$\frac{\rho_B}{\rho_A} = ۲ \rightarrow \frac{\frac{m_B}{V_B}}{\frac{m_A}{V_A}} = ۲ \rightarrow \left(\frac{\frac{۱۰۰}{V_B}}{\frac{۲۰۰}{۲۰۰}}\right) = ۲ \rightarrow \frac{۱۰۰ \times ۲۰۰}{۲۰۰ \times V_B} = ۲$$

$m_A = ۲۰۰g$

$V_A = ۲۰۰cm^۳$

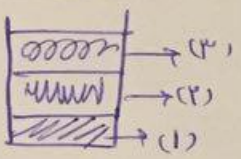
$m_B = ۱۰۰g$

$V_B = ?$

$$\Rightarrow \frac{۱۰۰}{V_B} = \frac{۲}{۱} \rightarrow V_B = \frac{۱۰۰ \times ۱}{۲} = ۵۰$$

$$\Rightarrow V_B = ۵۰ cm^۳$$

سئوال: با توجه به شکل توضیح دهید که چگالی کدام مایع کمتر است؟



جواب: گفتیم که هرچه چگالی کمتر باشد جسم به اصطلاح سبک‌تر است پس مایع ۳ سبک‌تر است و در نتیجه:

$$\rho_۳ < \rho_۲ < \rho_۱$$

چگالی مخلوط ها (آلیاژ): اگر دو یا چند جسم به جرم‌های $m_۱$ و $m_۲$ و ... و حجم‌های $V_۱$ و $V_۲$ و ... با هم مخلوط کنیم و هنگام مخلوط حجم کل برابر با حجم مجموع باقی بماند چگالی مخلوط را از رابطه‌ی زیر بدست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m_۱ + m_۲ + \cdots}{V_۱ + V_۲ + \cdots}$$

مثال) جسم A به جرم ۴Kg و حجم ۸۰۰cm³ را با جسم B به جرم ۱۰۰۰g و حجم ۲۰۰ cm³ آلیاژ نموده‌ایم چگالی آلیاژ را بدست آورید. جواب: (سازگاری یکاها باید رعایت شود)

A $\begin{cases} m_A = ۴Kg = ۴۰۰۰g \\ V_A = ۸۰۰cm^۳ \end{cases}$

B $\begin{cases} m_B = ۱۰۰۰g \\ V_B = ۲۰۰cm^۳ \end{cases}$

$$\rho = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{۴۰۰۰ + ۱۰۰۰}{۸۰۰ + ۲۰۰} = \frac{۵۰۰۰}{۱۰۰۰} = ۵ \frac{g}{cm^۳}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

مثال جسم A به جرم ۴ kg را با جسم B به جرم m مخلوط کرده‌ایم. حجم جسم A برابر $200\ cm^3$ و حجم جسم B برابر $800\ cm^3$ است. اگر چگالی جسم B برابر $0.5\ g/cm^3$ باشد چگالی مخلوط را حساب کنید.

(A) $\begin{cases} m_A = 4\ kg \\ V_A = 200\ cm^3 \end{cases}$

چگالی آلیاژ $\rho = \dfrac{m_A + m_B}{V_A + V_B}$

(B) $\begin{cases} m_B = \\ V_B = 800\ cm^3 \end{cases}$

$\rho_B = 0.5\ g/cm^3 \Rightarrow \rho_B = \dfrac{m_B}{V_B} \rightarrow 0.5 = \dfrac{m_B}{800} \rightarrow m_B = 0.5 \times 800$

$\boxed{m_B = 400\ g}$

برای بدست آوردن چگالی آلیاژ m_B را نداریم پس باید اول m_B را بدست آوریم (سازگاری کیا ها فراموش نشود)

$\Rightarrow$ چگالی آلیاژ $\rho = \dfrac{4000 + 400}{200 + 800} = \dfrac{4400}{1000} = 4.4\ g/cm^3$

حجم جسمی $200\ cm^3$ است اگر چگالی آن $2\ g/cm^3$ باشد وزن آن چند نیوتن است؟ $g = 10\ N/kg$

جواب می دانیم که برای بدست آوردن وزن باید جرم را داشته باشیم چون قبلاً داشتیم $W = mg$

پس:

$\rho = \dfrac{m}{V} \rightarrow 2 = \dfrac{m}{200} \rightarrow m = 400\ gr$

باید دقت کنید که در فرمول وزن m باید بر حسب کیلوگرم باشد چون g برحسب N/kg است.

$m = 200 \div 1000 = \frac{2}{10}\ kg$

$W = mg \rightarrow W = \frac{2}{10} \times 10 = 4\ N$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

بخش: اگر چند حبه قند را در یک لیوان آب بیندازیم پس از مدتی مولکول‌های قند در آب پراکنده می‌شوند. مولکول‌های آب به طور کاتوره‌ای حرکت می‌کنند و با برخورد با مولکول‌های قند باعث بخش آن‌ها در کل آب می‌شوند. بنابراین پدیده‌ی بخش نشان دهنده‌ی حرکت نامنظم مولکول‌های مایع است.

گاز: گازها دارای ساده‌ترین ساختار مولکولی می‌باشند و دارای ویژگی‌های زیر هستند:

۱) فاصله‌ی بین ذرات (مولکول‌ها یا اتم‌ها) از یکدیگر، بسیار بیشتر از فاصله‌ی بین آن‌ها در حالت‌های مایع یا جامد است

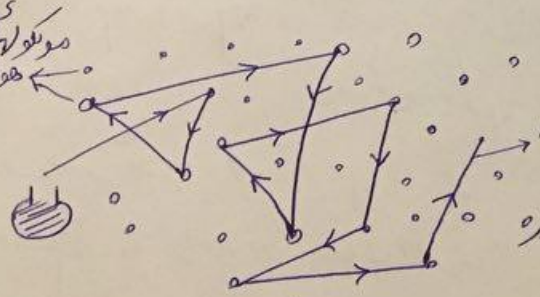
۲) به دلیل فاصله‌ی زیادی که مولکول‌ها از هم دارند مولکول‌ها به هم نیروی چندانی وارد نمی‌کنند (مگر در زمان برخورد) و هیچ محدودیتی در حرکت مولکول‌ها وجود ندارد به همین دلیل گاز در هر فضایی که قرار گیرد آن قدر منبسط می‌شود تا همه‌ی فضا را پر کند

۳) به دلیل فاصله‌ی زیاد بین ذره‌ها، می‌توان آن‌ها را به یکدیگر نزدیک و حجم گاز را به راحتی کاهش داد این یعنی تراکم پذیری بالای گازها

۴) به دلیل انبساط پذیری بالا، نه حجم ثابتی دارند و نه شکل ثابتی.

تذکر: هر دو مورد گازها و مایع‌ها قابلیت شارش (روان شدن) را دارند و از این رو به آن‌ها شاره یا سیال می‌گوییم (خواص مشترک مایع‌ها و گازها)

حرکت براونی: هرگاه مقداری دود در فضایی باشد به مرور در کل فضا بخش می‌شود اگر با میکروسکوب نگاه کنیم می‌بینیم ذرات دود به شکل نامنظم و در مسیری زیگزاگی حرکت می‌کنند که به این نوع حرکت حرکت براونی می‌گوییم در بیشتر موارد ذرات دود بدون برخورد با یکدیگر تغییر جهت می‌دهند این نشان می‌دهد مولکول‌های ناپیدایی وجود دارند که با ذرات دود برخورد می‌کنند این مولکول‌های ناپیدا مولکول‌های هوا هستند. حرکت براونی ذرات دود نشان دهنده حرکت کاتوره‌ای مولکول‌های هوا است.



تذکر:

فرایند بخش ذرات در گازها سریع‌تر از مایعات است.

زیرا در گازها مولکول‌ها کم‌تری سر راه ذرات قرار می‌گیرند و یک ذره در فاصله‌ی بین دو برخورد پیشرفت بیشتری می‌کند.

تذکر: پدیده‌ی بخش در مولکول‌های هوا باعث می‌شود هوا آمیزه‌ای از گازها تشکیل دهنده‌ی آن باشد و غیر این صورت گازهای تشکیل دهنده‌ی هوا به ترتیب چگالی آن‌ها در شکل لایه‌هایی قرار گرفته و روی هم در حین هوایی غیر ممکن می‌شد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس