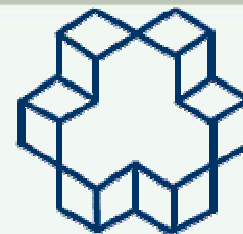




Company Logo

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی و علم مواد



کریستالوگرافی

جلسه چهارم
(سیستم های بلوری)

دکتر رضا اسلامی فارسانی





کریستال یا بلور

یک بلور از مجموعه ذراتی (اتم، مولکول یا یون) که با نظم معینی در تمام حجم بلور توزیع شده اند، تشکیل می شود.

خواص کریستال

• جامد و همگن است.

• دارای ساختمان منظم داخلی بوده و دارای خواص انیزوتروپ (غیرایزوتروپ) است، یعنی در جهات مختلف دارای خواص فیزیکی متفاوتی می باشد.

• دارای نقطه ذوب ثابتی است.



مواد آمورف

جامد آمورف یا بی‌ریخت یا بی‌شکل یا شیشه‌ای، جامدی است که در آن، اجزای تشکیل‌دهنده (اتم‌ها/مولکول‌ها/یون‌ها) برخلاف مواد بلوری نظم بلند دامنه نداشته و فاقد نظم بوده یا تنها نظم کوتاه‌برد دارند.

مواد آمورف دارای خواص ایزوتروپ هستند. همچنین نقطه ذوب ثابتی ندارند و با افزایش دما بتدریج نرم شده و ذوب می‌شوند.

همه مواد را می‌توان با جلوگیری از تبلورشان بصورت آمورف درآورد، به این صورت که باید سرعت سرمایش برای تبدیل فاز مایع به جامد بقدری بالا باشد که اتم‌ها فرصت حرکت و چیده شدن بصورت بلوری در کنار یکدیگر را نداشته باشند. شیشه نمونه مناسبی از این نوع مواد است.



مواد آمورف

فلزات در هنگام سرد کردن به صورت بلوری منجمد می شوند اما در شرایط خاص و با سرعت سرد کردن بسیار بالا، می توان فلزات را نیز به صورت آمورف داشت که سختی زیادی دارند.

در مواد کریستالی به هنگام گرم کردن، جامد مستقیماً به فاز مایع تبدیل می شود، اما در مواد آمورف، در میانه گرمایش، ابتدا جامد ترد تبدیل به جامد نرم می شود و سپس با ادامه گرمایش، ذوب رخ می دهد.

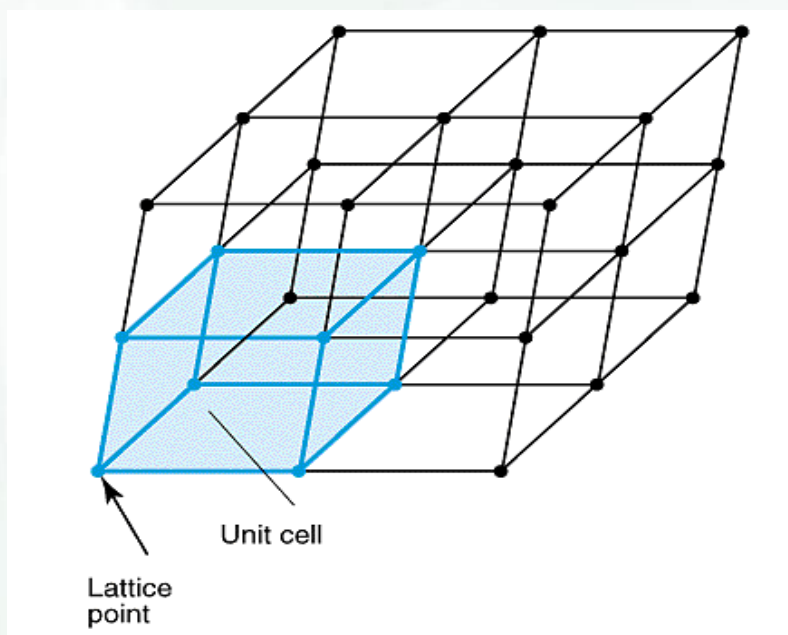
دمایی که در آن جامد ترد به جامد نرم تبدیل می شود را دمای انتقال شیشه ای گویند.

سیستم های کریستالی



سلول واحد (Unit cell)

کوچکترین جز یک شبکه کریستالی که تمامی خصوصیات آن شبکه را دارا باشد و با تکرار آن در سه جهت غیرموازی، کل حجم ماده پوشش داده شود، سلول واحد یا مای (Maille) بلور نام دارد.



شبکه بلوری فضایی یا سه بعدی:

اگر کوچکترین واحد سازنده یک کریستال با نظمی متناوب در سه جهت فضایی انتقال داده شود، شبکه فضایی حاصل می شود.

سیستم های کریستالی



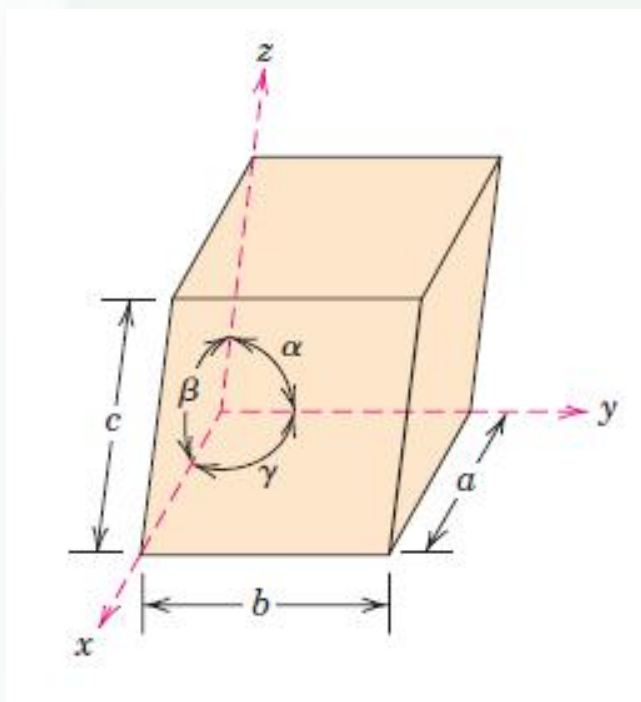
شبکه بلوری سه بعدی از اتصال مرکز ذرات تشکیل دهنده بلور به یکدیگر بوجود می آید. در این حالت سیستمی شامل تعداد زیادی متوازی السطوح مساوی حاصل می شود.

کوچکترین متوازی السطوحی که با انتقال پیوسته آن در سه جهت غیرموازی بتوان تمام حجم شبکه را پر نمود، سلول واحد نامیده می شود.

سیستم های کریستالی



برای مشخص کردن شبکه های فضایی مواد بلوری و به عبارتی، نمایش شکل هندسی یک سلول واحد، از شکل و ابعاد سلول واحد (ابعاد یال ها و زاویه بین آنها)، استفاده می شود.



$\vec{u}$ ابعاد یال ها یا طول اضلاع (a, b, c)

$\vec{u}$ زاویه بین یال ها (α, β, γ)

شبکه های بلوری مختلف را با توجه به تناسب موجود بین ابعاد یال ها و زاویه بین آنها در 7 سیستم تحت عنوان

شبکه های 7 گانه پایه یا ساده، طبقه بندی می شوند.

انواع سیستم های کریستالی پایه

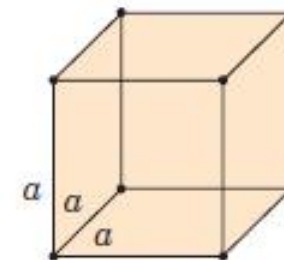


1. سیستم مکعبی

Cubic

$$a = b = c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

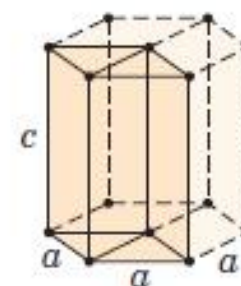


2. سیستم هگزاگونال

Hexagonal

$$a = b \neq c$$

$$\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$$



انواع سیستم های کریستالی

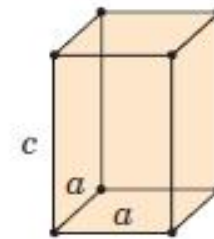


3. سیستم تتراگونال

Tetragonal

$$a = b \neq c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

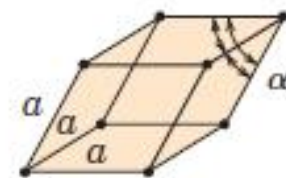


4. سیستم رومبوهدرال

Rhombohedral
(Trigonal)

$$a = b = c$$

$$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$$



انواع سیستم های کریستالی

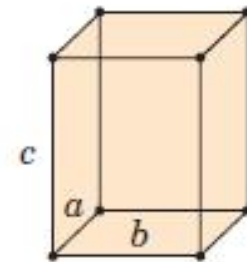


5. سیستم ارتورومبیک

Orthorhombic

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

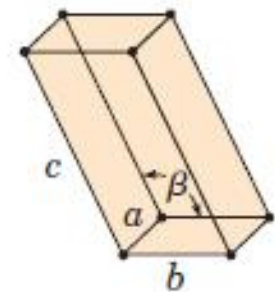


6. سیستم منوکلینیک

Monoclinic

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$$



انواع سیستم های کریستالی

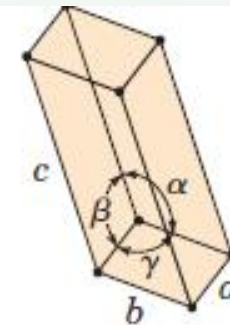


7. سیستم تری کلینیک

Triclinic

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$$



ü سیستم مکعبی دارای بیشترین میزان تقارن و سیستم تری کلینیک دارای کمترین میزان تقارن هستند.

شبکه های براوه



براهه در سال 1848 مشخص کرد که در مواد بلوری از حرکت یا انتقال یک نقطه به صورت مکرر در سه بعد تنها امکان ساخته شدن 14 شکل فضایی وجود دارد که در 7 نوع سیستم بلوری ذکر شده متبلور می شوند.

براساس محل قرار گرفتن ذرات تشکیل دهنده بلور در رئوس سلول های واحد یا در رئوس به همراه مرکز وجوه سلول واحد یا به همراه مرکز سلول واحد در 7 سیستم مذکور، این 14 شبکه فضایی حاصل می شوند.



14 شبکه فضایی را شبکه های براوه (Bravais lattice) نامند که شامل انواع زیر هستند:

- شبکه مکعبی: 3 نوع
- شبکه هگزاگونال: 1 نوع
- شبکه تتراگونال: 2 نوع
- شبکه رومبوئدرال: 1 نوع
- شبکه ارتورومبیک: 4 نوع
- شبکه مونوکلینیک: 2 نوع
- شبکه تری کلینیک: 1 نوع

شبکه های براوه



14 شبکه فضایی براوه

سیستم بلوری	ساده	مرکزقاعده‌ای	مرکزپر	وجوه مرکزپر
مکعبی	✓		✓	✓
هگزاگونال		✓		
تتراگونال	✓		✓	
رومبهدرال	✓			
ارتورومبیک	✓	✓	✓	✓
مونوکلینیک	✓	✓		
تری کلینیک	✓			