به نام خدا

بلورشناسی، جهت ها و صفحات و بررسی خواص و ویژگی های آن ها

استاد درس : دکتر شهرام محمدنژاد

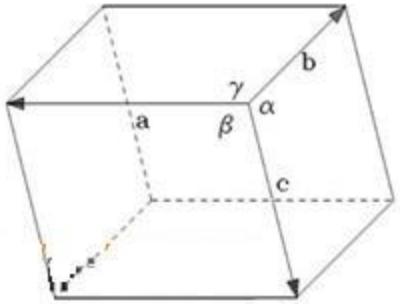
فروردین ۱۳۹۳

بلورشناسی

- زیر مجموعه ای از علم کانی شناسی است.
- علم آرایش اتم ها در جامدات است.
- هدف اصلی بلورشناسی بررسی خود بلور است.
- در مباحث بلورشناسی همگن بودن ساختار، بسیار مهم است.
- بلورها لزوماً در همه جهات رفتار مشابهی از خود نشان نمی دهند و علت این تفاوت، به نحوه قرار گیری اتم ها، صفحات تشکیل دهنده بلورها، میزان تراکم اتمی و پیوندهای اتمی و یونی وابسته است.
- فاصله اتم ها در ساختار به نیروهای بین اتمی، دما، فشار و نیروهای مکانیکی وابسته است.

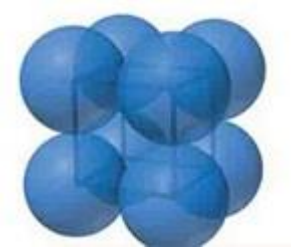
ساختار بلورها

- بلور مجموعه ای از اتم ها است که نظم تکرار شونده ای در سه بعد دارند.
- عامل نگهدارنده اتم ها در کنار یکدیگر و در فاصله ای مشخص، برآیندی از نیروهای جاذبه و دافعه است.
- اتم ها تمایل دارند در موقعیت پایدار قرار بگیرند.
- کوچک ترین واحدی که متقارن بوده و بیانگر خصوصیات بلوری باشد، سلول واحد نامیده می شود.
- خصوصیات سلول واحد توسط پارامترهای شبکه تعیین می شود.
- پارامترهای شبکه شامل طول اضلاع سلول واحد یعنی a، b و c و زوایای بین اضلاع در سلول واحد، یعنی α، β و γ می شوند.



نمایش شبکه بلوری

- روش کره های صلب که در آن اتم ها به صورت کره در نظر گرفته می شوند.



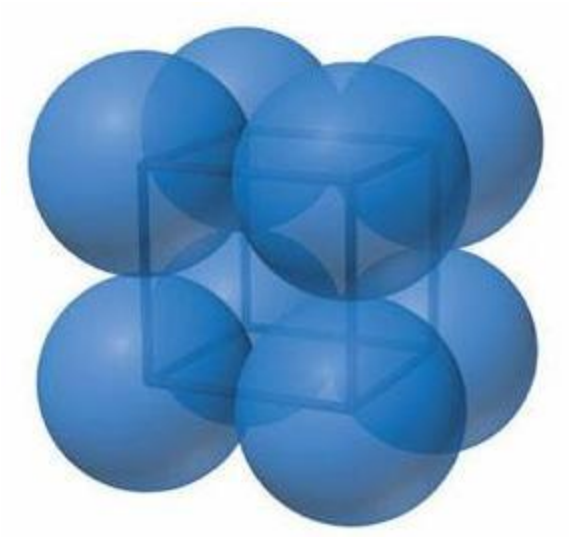
- روش شبکه نقطه ای که در آن اتم ها به صورت نقطه و پیوندهای بین اتمی به صورت خط در نظر گرفته می شوند.

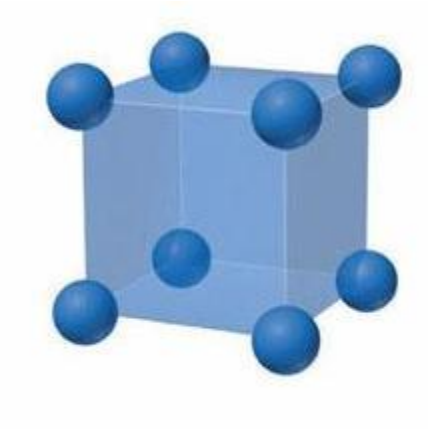
شبکه های براوه

- با تغییر پارامترهای شبکه (طول بردارها و زاویه میان آن ها) اشکال مختلفی ایجاد می شوند.
- شبکه های براوه در سال ۱۸۴۸ توسط آگوست براوه دانشمند فرانسوی مطرح شد.
- براوه ثابت کرد که فقط شکل های هندسی خاصی می توانند به طور متناوب تکرار شوند تا فضا پر شود.
- او ۱۴ شبکه فضایی را معرفی نمود که به نام خودش نامگذاری شدند.
- این شبکه ها به هفت سیستم تری کلینیک، مونوکلینیک، اورتورمبیک، تتراگونال، هگزاگونال، رومبوهدرال و کیوبیک (مکعبی) تقسیم بندی می شوند.

شبکه های مکعبی

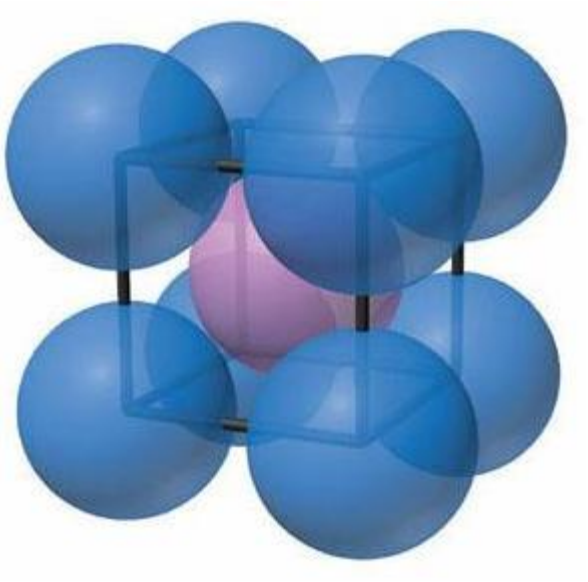
- در این سیستم اضلاع با هم مساویند و تمام زوایا برابر ۹۰ درجه است.
- شبکه های مکعبی به سه دسته اصلی با نام های مکعبی ساده (SC)، مکعبی مرکز پر (BCC) و مکعبی با مرکز وجوه پر (FCC) تقسیم بندی می شوند.
- شبکه مکعبی ساده (SC) ساده ترین نوع شبکه مکعبی است که از هشت اتم که در گوشه های یک مکعب قرار دارند، تشکیل می شود. این شبکه دارای بیشترین فضای خالی و کمترین دانسیته میان شبکه های مکعبی است.

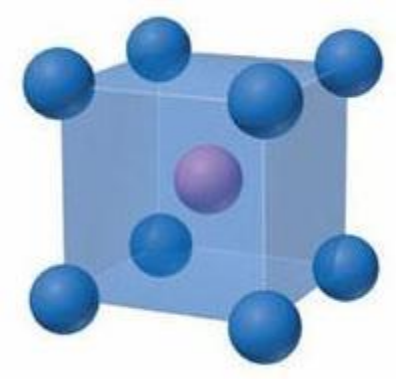




شبکه های مکعبی (ادامه)

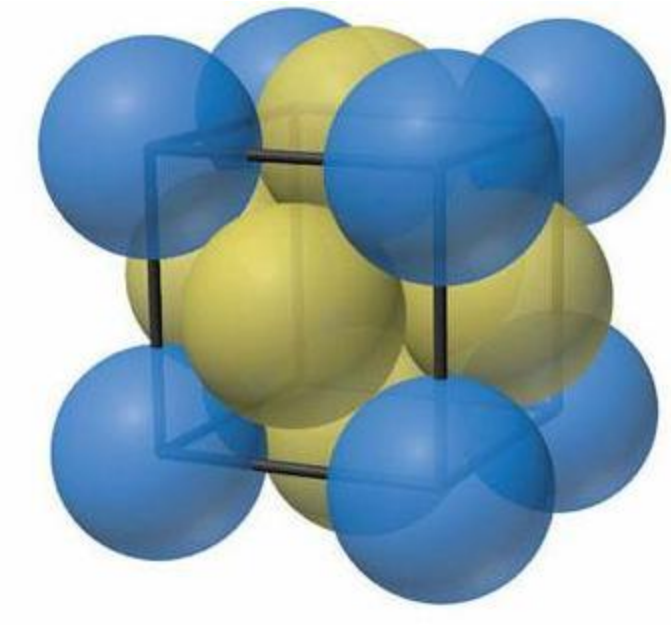
- در شبکه مکعبی مرکز پر (BCC) هشت اتم در گوشه های مکعب و یک اتم در مرکز مکعب قرار می گیرد.

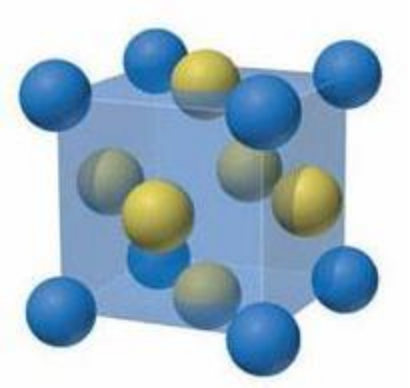




شبکه های مکعبی (ادامه)

- در شبکه مکعبی با مرکز وجوه پر (FCC) هشت اتم در گوشه های مکعب و شش اتم در مراکز شش وجه مکعب قرار می گیرند. این شبکه دارای بیشترین فشردگی و کمترین فضای خالی در بین شبکه های مکعبی است.





تقارن در بلور

- اتم ها در بلور به صورت متقارن در یک شبکه سه بعدی که شبکه اتمی نام دارد، آرایش می یابند.
- وجوه هر بلور نیز دارای آرایش منظمی از اتم ها می باشد و بنابراین تقارن شبکه بلورین را نمایش می دهد.
- بلورها شامل قسمت های گوناگونی مانند؛ گوشه ها، اضلاع و صفحات متعدد فراوانی هستند و اجزای سازنده آن ها عموما به صورتی در کنار هم قرار می گیرند که مشابه اند و با یکدیگر تقارن به وجود می آورند.

- انواع تقارن در بلور عبارتند از :

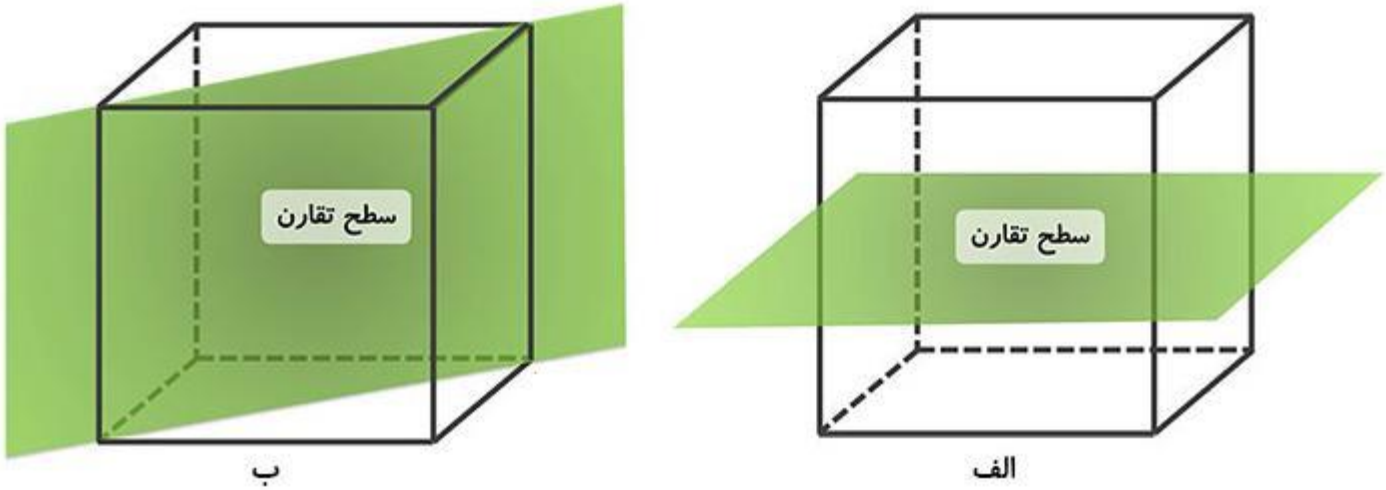
۱- تقارن سطحی و سطوح تقارن

۲- تقارن دورانی یا محوری و محور تقارن

۳- تقارن مرکزی و مرکز تقارن

سطوح تقارن

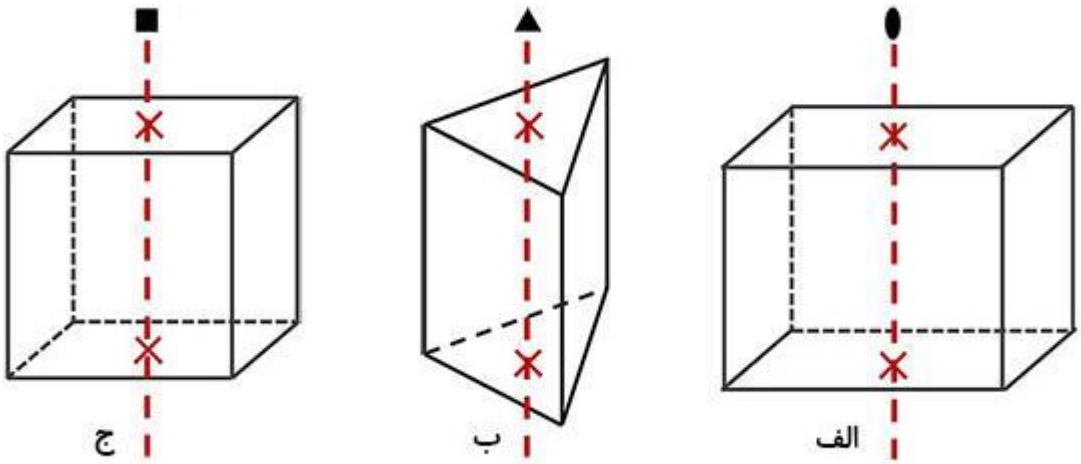
- وجود سطح تقارن در یک کریستال بدین معنی است که کریستال درست در طرفین این سطح به دو قسمت مساوی تقسیم شده است و هر کدام از اجزا سمت راست در سمت چپ سطح تقارن دقیقا وجود دارند.



محور تقارن

- این نوع تقارن مهم ترین گونه تقارن است و اگر شکل، طرح یا جسم با یک زاویه مشخص حول یک محور تقارن بچرخد، شکل، طرح یا جسم اولیه حاصل می شود.
- محور تقارن محوری است فرضی در کریستال که اگر کریستال حول آن یک دور کامل ۳۶۰ درجه (در تقارن درجه ۱) دوران کند اجزای آن (صفحات، کنج ها و یال ها) به دفعات تکرار می شوند.
- به عبارت دیگر، با دوران کامل حول محور تقارن، بلور به حالتی متشابه با حالت اولیه دست می یابد.

تقارن محوری درجه ۲ تقارن محوری درجه ۳ تقارن محوری درجه ۴



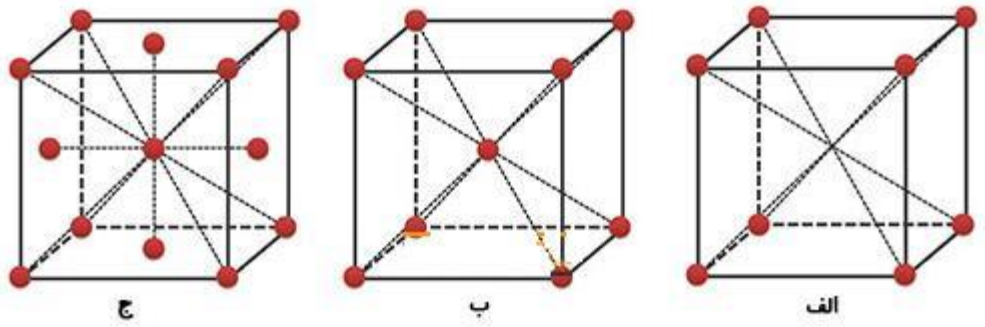
محور تقارن (ادامه)

درجه تقارن	زاویه دوران	علامت مشخصه
1	360	●
2	180	⬮
3	120	▲
4	90	■
6	60	⬢

- مهم ترین شاخص در بلورها مبحث تقارن در آن و نوع تقارنی که در این سلول ها وجود دارد، می باشد.
- پارامتر شبکه یا طول اضلاع آن ها دومین شاخص مهم در بلورهاست.

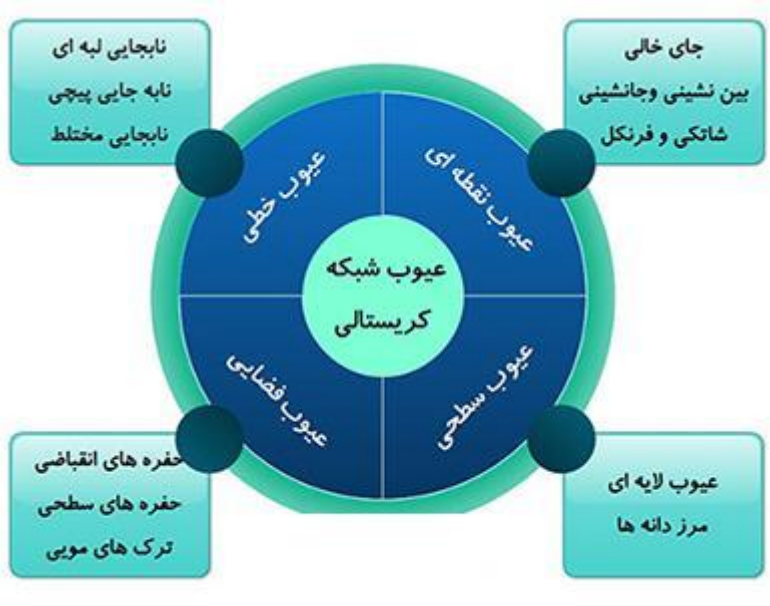
مرکز تقارن

- یک کریستال هنگامی مرکز تقارن دارد که اگر از یک نقطه از سطح کریستال برای مثال از یک کنج خطی فرضی به مرکز کریستال وصل کنیم و به اندازه مساوی در جهت مخالف ادامه دهیم دقیقا نقطه ای (کنجی) در طرف مخالف ظاهر بشود.



عیوب شبکه کریستالی

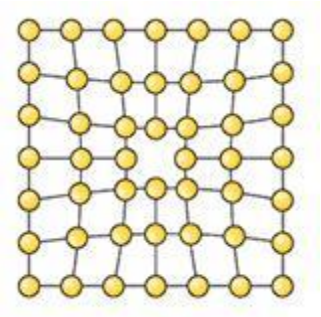
- بلورها کامل نیستند یعنی دارای عیوب شبکه کریستالی هستند.
- در طبیعت جسمی یافت نمی شود که تمام بلورهای آن بی نقص باشد.
- از نظر هندسی عیوب و نواقص شبکه بلوری به صورت نقطه ای، خطی، سطحی و حجمی تقسیم بندی می شوند.



عیوب نقطه ای

عیب نقطه ای جای خالی

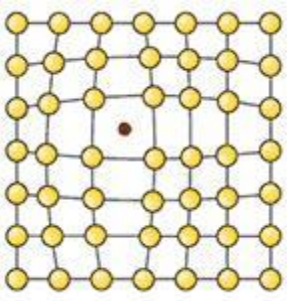
- وقتی یک اتم در نقطه تعیین شده وجود نداشته باشد نقص جای خالی نام دارد.
- وجود نقص جای خالی منجر به نزدیک شدن اتم های اطراف جای خالی می شود و لذا نظم اتمی قدری به هم می ریزد.
- در یک جسم در حالت تعادل همیشه تعدادی جای خالی وجود دارد که تعداد آن ها رابطه مستقیمی با درجه حرارت دارد.
- درجه حرارت تغییر کند مدتی وقت لازم است تا تعداد جای خالی به حالت تعادل جدید خود برسد.



عیوب نقطه ای (ادامه)

عیب نقطه ای اتم بین نشین

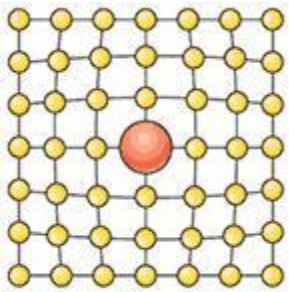
- بین اندازه اتمی اتم های بین نشین و اتم های حلال، اختلاف وجود دارد که سبب اعوجاج در شبکه بلوری می شود و نظم اتمی قدری به هم می ریزد.
- اختلاف اندازه اتمی ذکر شده منجر به ایجاد تنش فشاری در مکان نقص می شود و بر انرژی محرکه نفوذ اتم بین نشین می افزاید یعنی حرکت اتم بین نشین راحت تر می شود.

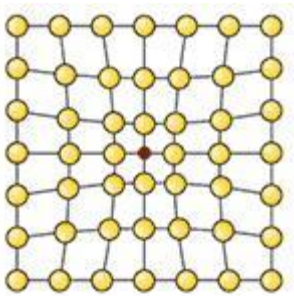


عیوب نقطه ای (ادامه)

عیب نقطه ای اتم جانشین

- بین اندازه اتمی اتم های جانشین و اتم های حلال، اختلاف وجود دارد که سبب اعوجاج در شبکه بلوری می شود و نظم اتمی قدری به هم می ریزد.
- اگر اندازه اتمی اتم جانشین بزرگتر از اندازه اتمی اتم حلال باشد، تنش فشاری ایجاد می شود
- اگر اندازه اتمی اتم جانشین کوچکتر از اندازه اتمی اتم حلال باشد، تنش کششی ایجاد می شود.
- در هر صورت انرژی محرکه نفوذ اتم جانشین افزوده می شود یعنی حرکت اتم جانشین راحت تر می شود.

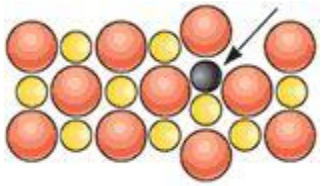




عیوب نقطه ای (ادامه)

عیب نقطه ای فرنکل

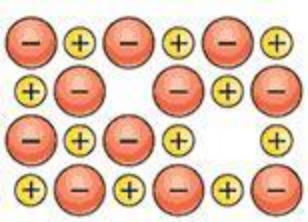
- وجود یک جای خالی با یک عیب بین نشینی همراه با هم در یک شبکه کریستالی عیب فرنکل نامیده می شود.



عیوب نقطه ای (ادامه)

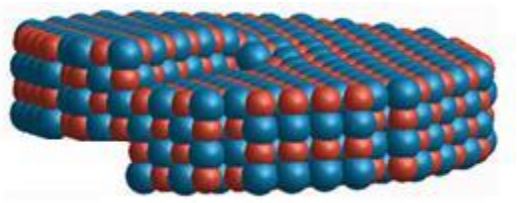
عیب نقطه ای شوتکی

- عیوب شوتکی از جمله عیوب نقطه ای هستند که در کریستال های با پیوندهای یونی یافت می شود.
- جای خالی می تواند یون مثبت یا یون منفی باشد. هرگاه یک یا چندین بار الکتریکی موجود نباشد و یا بیشتر از حد معمول موجود باشند در این حالت صحبت ازیک جای خالی آنیونی یا کاتیونی می شود.



عیوب خطی (نابه جایی)

- نابه جایی ناحیه ای از شبکه را که لغزیده است از ناحیه دیگر شبکه که هنوز لغزندگی در آن انجام نشده است جدا می سازد.
- به عبارت دیگر نابه جایی مرز بین منطقه لغزش یافته و لغزش نیافته بلور است و یا نابه جایی ها مرزهای یک برش روی صفحه لغزش هستند.
- در واقع نابه جایی یک پیوستگی است که در آن، شبکه برش نیافته به شبکه برش خورده تبدیل می شود که مرز برش، نابه جایی است.



عیوب حجمی و سطحی

مرز دانه ها

- فلزات تجارتی به ندرت به صورت تک کریستال مورد استفاده قرار می گیرند و عمدتا پلی کریستالی هستند.
- قطر متوسط دانه ها متنوع است اما برای یک قطعه، قطر دانه حدود ۰/۰۵ میلیمتر است.
- هر بلور توسط مرزدانه از سایر بلورها جدا می شود.
- در دماهای پایین، مرزدانه ها به قدر کافی مستحکم هستند و باعث تضعیف فلز نمی شوند.
- در فلزات خالص و بسیاری از آلیاژها که به شدت تغییر شکل داده باشند، شکست در دمای پایین به دلیل عبور ترک از درون دانه ها است و نه مرزدانه ها. شکست هایی از این گونه به نام شکست های درون دانه ای شناخته می شوند.
- با افزایش دما استحکام مرز دانه ها نسبت به استحکام داخل دانه ها با سرعت بیشتری کاهش می یابد. بنابراین شکست در دماهای بالا از مرزدانه اتفاق می افتد. شکست هایی به این ترتیب به نام شکست بین دانه ای معروف است.

عیوب حجمی و سطحی (ادامه)

عیب لایه ای

- عیب لایه ای از قرار گرفتن بدون نظم و ترتیب صفحات اتمی بر روی یکدیگر به وجود می آید. به این ترتیب که در قسمتی از کریستال یکی از لایه ها وجود ندارد.
- برای مثال در سیستم هگزاگونال متراکم تکرار صفحات به صورت ABBABAB در می آید. در صورتی که تکرار عادی لایه ها به صورت ABABABAB است.
- در سیستم مکعب با وجوه مرکزدار با وجود این عیب تکرار صفحات اتمی به صورت ABCBCABC در می آید در صورتی که تکرار منظم لایه های اتمی در این نوع سیستم به صورت ABCABCABC است.

صفحات بلورشناسی

- برای نامگذاری صفحات کریستالی سه روش وجود دارد:

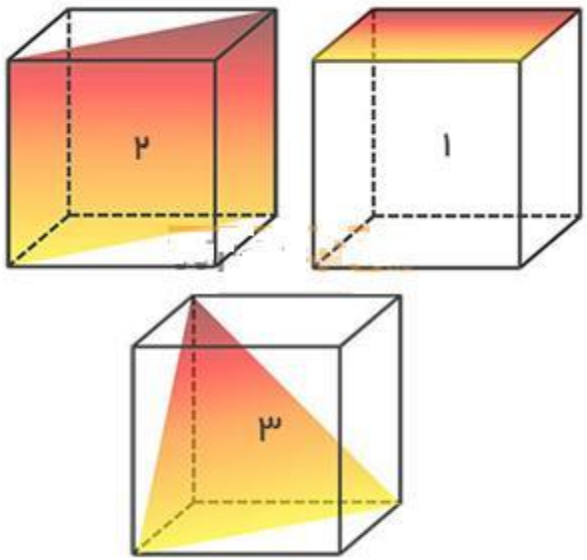
۱- روش وایس

۲- روش میلر

۳- روش کسینوس ها

روش وایس

- صفحات بلور شناسی در روش وایس توسط نسبت های مستقیم محل های تقاطع صفحه و محورهای بلور شناسی به صورت d:e:f نمایش داده می شود که d محل تقاطع صفحه و محور a، e محل تقاطع صفحه و محور b و f محل تقاطع صفحه و محور c می باشد.



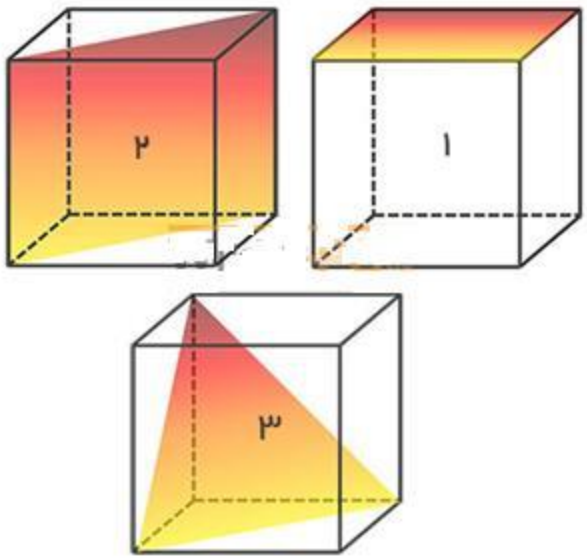
روش میلر

۱- محل تقاطع صفحه با محورهای مختصات بدست می آید. (روش وایس)

۲- سه عدد بدست آمده را معکوس می کنیم.

۳- اگر اعداد بدست آمده کسری نبودند، بر بزرگ ترین مقسوم علیه مشترک تقسیم می شوند و اگر کسری بودند، در مخرج مشترک ضرب می شوند.

۴- در این مرحله کوچک ترین اعداد صحیح بدست می آیند. سه عدد فوق از سمت چپ به راست درون پرانتز به صورت (hkl) قرار می گیرند که همان اندیس های میلر می باشند.

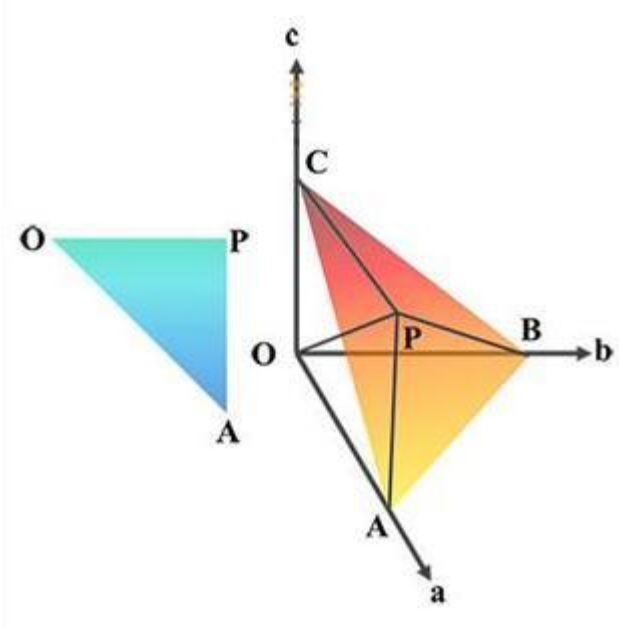


روش کسینوس ها

$$\cos\gamma = \frac{OP}{OC} \quad , \quad \cos\beta = \frac{OP}{OB} \quad , \quad \cos\gamma = \frac{OP}{OA}$$

$$\cos\alpha : \cos\beta : \cos\gamma = \frac{OP}{OA} : \frac{OP}{OB} : \frac{OP}{OC} = \frac{1}{OA} : \frac{1}{OB} : \frac{1}{OC}$$

$$\cos\alpha : \cos\beta : \cos\gamma = h : k : l$$



با تشکر از توجه شما