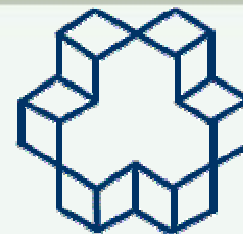




Company Logo

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی و علم مواد



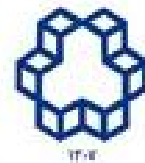
کریستالوگرافی

جلسه یازدهم
(تقارن در بلورها)

دکتر رضا اسلامی فارسانی



ترانسلاسیون (انتقال) Translation



انتقال نقطه مادی واحد (ذره تشکیل دهنده ماده) در سه جهت مختلف سبب تشکیل شبکه فضایی یا شبکه ترانسلاسیون (Translation Lattice) می شود.

در مجموع ۷ سیستم تبلور داریم که براساس عمل ترانسلاسیون، ۱۴ شبکه انتقالی برآوه را تشکیل می دهند. این شبکه های ۱۴ گانه برآوه از ترانسلاسیون نقطه واحدی بوجود آمده اند.

ترکیب این شبکه ها برای تمامی عناصر موجود متقارن نشان می دهد که بطور کلی ۲۳۰ نوع ترتیب قرار گرفتن فضایی ذرات مادی در بلورها وجود دارد.

جهت سهولت بررسی شبکه های تبلور این ۲۳۰ نوع ترتیب فضایی را به ۳۲ کلاس تقسیم می کنند.

ترانسلاسیون (انتقال) Translation



بلورها شامل قسمت های مختلفی از جمله کنج ها یا گوشه ها، یال ها و صفحات مختلف هستند. این اجزاء سازنده بلورها به صورتی در کنار هم قرار گرفته اند که متشابه بوده و با یکدیگر تقارن بوجود می آورند.

تکرار پی در پی و انطباق اجزاء سازنده بلور (صفحه، یال و کنج) را **تقارن** نامند. عملکرد تقارن به سه صورت زیر است:

- ✓ مرکز تقارن (C)
- ✓ سطح تقارن (m)
- ✓ محور تقارن (A)

مرکز تقارن

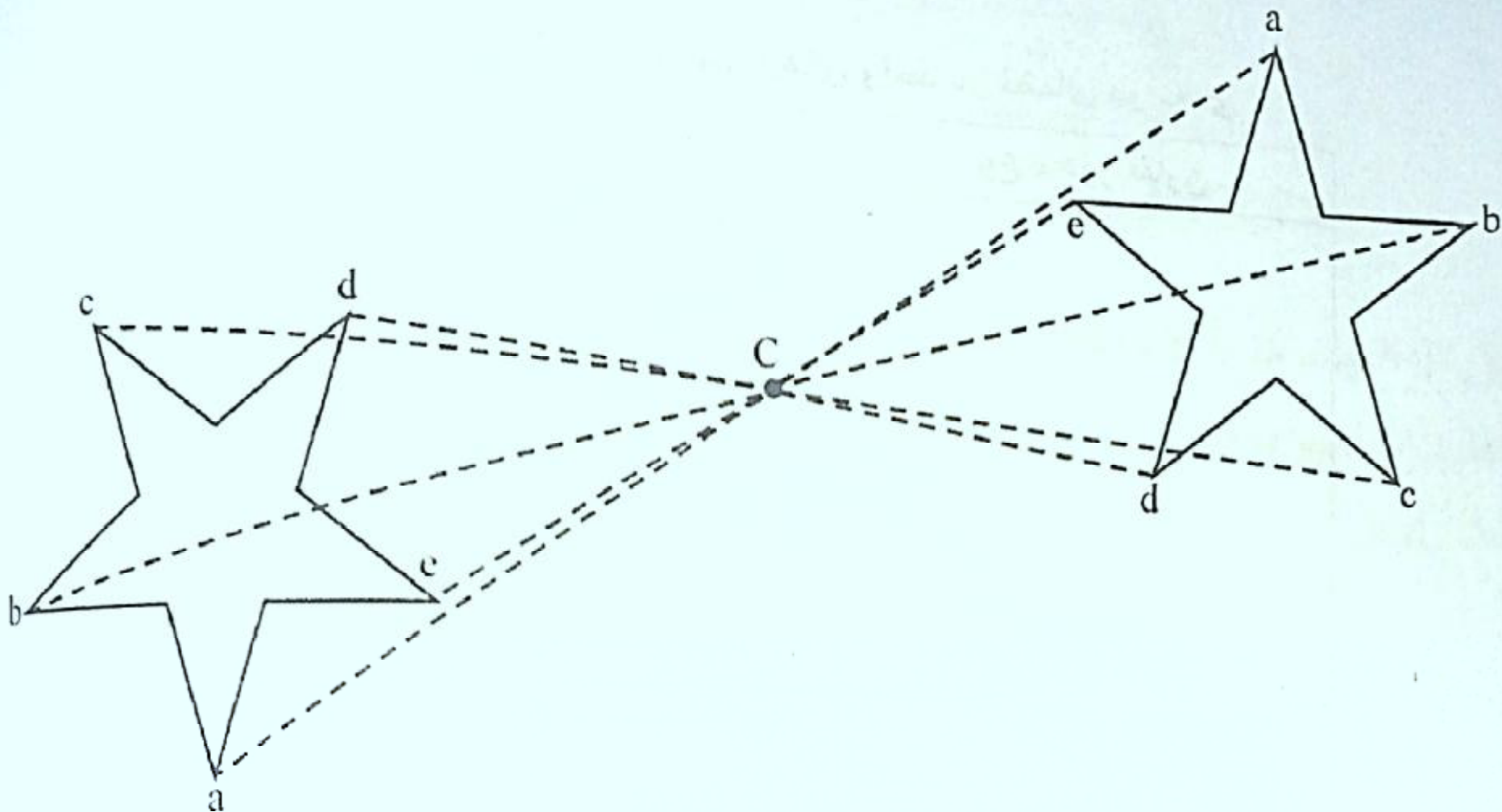


هرگاه نقاط مختلف جزئی از یک بلور را به مرکز آن وصل نموده و به میزان خود امتداد دهیم، در صورتی که به نقاط مشابه نقاط اولیه برخورد نماییم در این حالت گفته می شود که این بلور دارای مرکز تقارن است.

در مجموع یک بلور در صورتی دارای مرکز تقارن است که برای هر یک از اجزاء آن در طرف مقابل، اجزاء مساوی و موازی آن وجود داشته باشد.

چون با عملکرد مرکز تقارن، یک جزء به صورت معکوس در طرف مقابل مرکز تقارن بوجود می آید، لذا تقارن مرکزی را علاوه بر علامت C (Center) با علامت I (Inversion) نیز نشان می دهند.

مرکز تقارن



محور تقارن



محور تقارن، محوری است فرضی که از مرکز بلور گذشته و اجزاء تقارن بلور (وجه، یال و کنج) با دوران 360° درجه حول این محور می توانند پس از طی زاویه معینی چندین بار پی در پی تکرار شوند.

اگر زاویه ای که هر بلور بر اثر دوران حول محورش طی می کند تا به حالت مشابه قبلی برسد، α باشد، برحسب این که در یک دوران 360° درجه چند بار زاویه α گنجانده شود، محورهای دورانی درجه (رتبه) ۱، ۲ و ... داریم.

$$n = \frac{360}{\alpha}$$

که در این رابطه، n ، درجه تقارن و α ، زاویه دوران است.

محور تقارن



برای مثال اگر مکعبی داشته باشیم و آن را حول محوری که از مرکزش می گذرد و موازی با یکی از یال های آن باشد، بگردانیم، در هر ۹۰ درجه گردش وضعیت های مشابهی از آن تکرار می شود. لذا محور منبسط یک محور از درجه ۴ است.

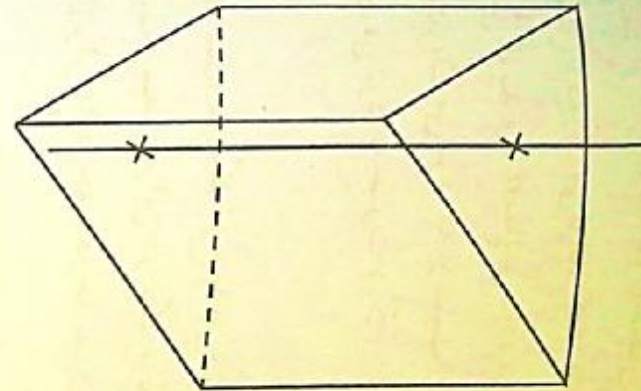
ساختار مکعبی دارای ۳ محور درجه ۴ (مرتبه ۴) بوده که از مرکز مکعب گذشته و بر دو سطح موازی از شکل عمود است.

محورهای دورانی ممکن در کریستال ها (محورهای تقارن)، محورهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ هستند.

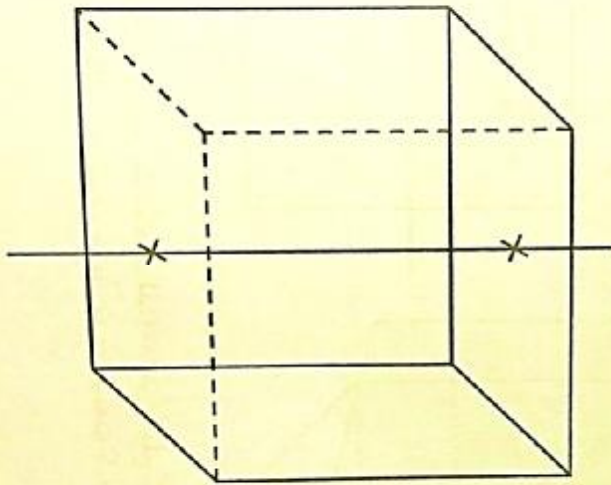
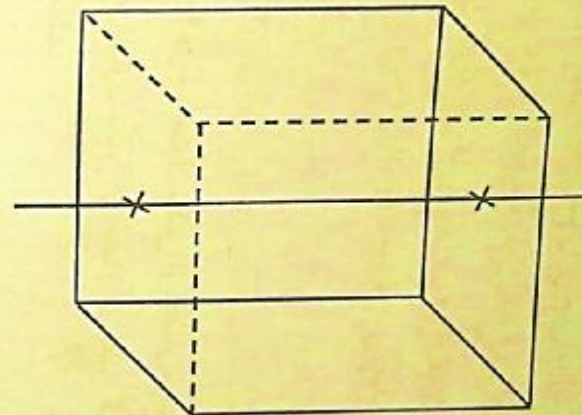
محور تقارن



محور درجه ۳



محور درجه ۲



محور درجه ۴



محور تقارن

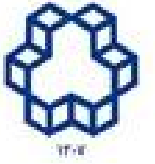
چنانچه در یک تقارن 360° درجه ای وضعیت مشابه کریستالی تنها یک بار تکرار شود، محور تقارن بلور یک محور درجه یک خواهد بود. این نوع محور عملاً در کریستالوگرافی ذکر نمی شود چون هر جسمی همواره دارای چنین محوری است.






در بلورها، محورهای تقارن درجه ۵ و بالاتر از درجه ۶ وجود ندارند.

اگر بخواهیم سطحی را با ۵ ضلعی های منظم مفروش کنیم، این امر امکان ندارد چون بین شکل ها قسمت های خالی باقی می ماند. این موضوع برای واحدهای فضایی نیز صادق است و نمی توان با محورهای درجه ۵ یک شبکه کامل فضایی ایجاد کرد.



محور تقارن



علامت مشخصه	زاویه دوران	درجه تقارن
	۳۶۰	۱
	۱۸۰	۲
	۱۲۰	۳
	۹۰	۴
	۶۰	۶



سطح تقارن

عمل سطح تقارن، مشابه یک آینه مسطح، منعکس کردن اجزاء تقارن است. یعنی سطح تقارن هر شکلی را به دو قسمت هم شکل و مساوی تقسیم می کند.

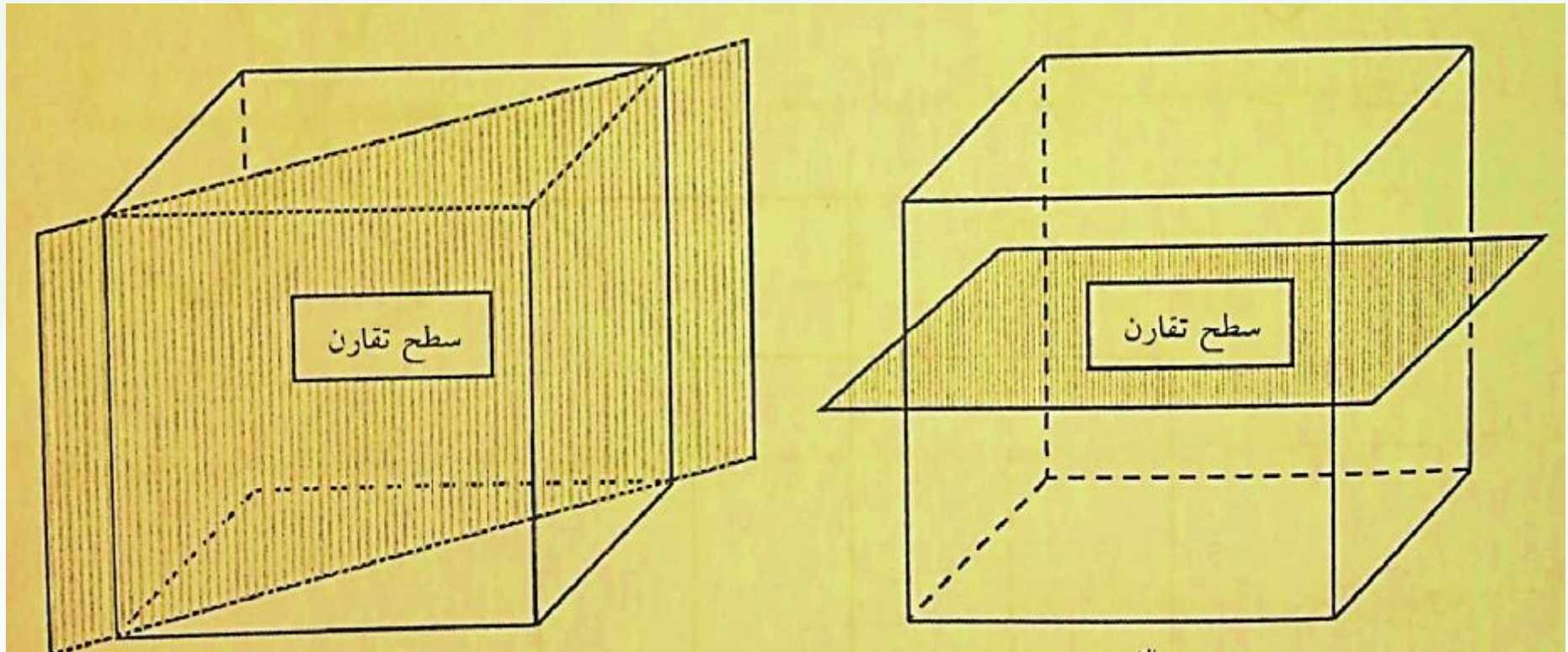
سطح تقارن با علامت های m (Mirror) و P (Plane) نمایش داده می شود.

تعداد سطوح تقارن در بلورها مختلف بوده و می تواند به ۹ نیز برسد. اگر سطح تقارن در داخل بلور نباشد، بلکه دو بلور نسبت به یک سطح تقارن خارجی قرینه یکدیگر باشند این بلورها را اِنانتیومورف (Enantiomorph) گویند.

محورهای درجه ۳ و بالاتر را محورهای اصلی نامیده و سطوح تقارن عمود بر آنها را نیز سطوح تقارن اصلی نامند.



سطح تقارن



نمایش دو گونه سطح تقارن در سیستم مکعبی

انواع تقارن



انواع تقارنی که جهت مطالعه شکل خارجی کریستال ها (بطور ماکروسکوپی) بکار می روند، عبارتند از:

تقارن نوع اول

- ✓ دورانی (محوری)
- ✓ انعکاسی آینه ای (سطحی)
- ✓ انعکاسی مرکزی

تقارن نوع دوم

- ✓ دورانی و انعکاسی مرکزی (معکوس)
- ✓ دورانی و انعکاسی آینه ای

تقارن نوع اول



✓ دورانی (محوری)

در این حالت جزء تقارن همان محور تقارن است.

✓ انعکاسی آینه ای (سطحی)

در این حالت جزء تقارن همان سطح تقارن است.

✓ انعکاسی مرکزی

در این حالت جزء تقارن همان مرکز تقارن است.

تقارن نوع دوم



✓ دورانی انعکاسی آینه ای

در این حالت جزء تقارن ترکیبی از محور تقارن به همراه سطح تقارن است.

در این نوع تقارن نوع دوم، تاثیر محورهای دورانی با اعمال تقارن انعکاسی سطحی ترکیب شده است. یعنی از عملکرد یک محور تقارن و یک سطح تقارن بطور پیاپی استفاده می شود.

تقارن نوع دوم



✓ دورانی انعکاسی مرکزی

در این حالت جزء تقارن ترکیبی از محور تقارن به همراه مرکز تقارن است.

در این نوع تقارن نوع دوم، تاثیر محورهای دورانی با اعمال تقارن مرکزی ترکیب شده است.