www.salampnu.com

سایت مرجع دانشجوی پیام نور

- ✓ نمونه سوالات پیام نور : بیش از ۱۱۰ هزار نمونه سوال همراه با پاسخنامه تستی و تشریحی
- ✓ کتاب ، جزوه و خلاصه دروس
- ✓ برنامه امتحانات
- ✓ منابع و لیست دروس هر ترم
- ✓ دانلود کاملا رایگان بیش از ۱۴۰ هزار فایل مختص دانشجویان پیام نور

www.salampnu.com

بسم الله الرحمن الرحيم

انما يخشي الله من عباده العلماء

بلورشناسي

ارزش 2واحد(1 واحد تئوري +1 واحد عملي)

ويژه دانشجويان زمين شناسي كاربردي

منابع: 1 – بلورشناسي هندسي تأليف: مهندس مهين محمدي

2 – بلورشناسي نوري تأليف: مهندس حسين پروين

تقديم كننده اين مجموعه آموزشي

اسماعيل اله پور(عضو هيئت علمي دانشگاه پيام نور)

طرح، اهداف و جايگاه درس

با توجه به اينكه كانيها حالت بلورين دارند براي شناخت آنها مطالعه ساختمان بلورين آنها از اهميت ويژه اي برخوردار است. اين مطالعه در دو بخش مطالعه هندسه ي بلورها و شناخت ويژگيهاي نوري آنها صورت مي پذيرد.

در بلورشناسي هندسي ضمن آشنائي با بلورها، چگونگي تشكيل آنها، ساختمان داخلي و شكل ظاهري و خواص اجسام بلورين، نحوه تشخيص آنها از نظر شكل ظاهري و ساختمان داخلي بررسي شده و همزمان در آزمايشگاه با استفاده از مدلهاي مصنوعي بررسي عناصر تقارن ، تعيين سيستم بلوري و شبكه فضايي بعضي از كانيها آموزش داده مي شود.

در بلورشناسي نوري مهم ترين اختصاصات نوري بلورها و چگونگي استفاده عملي از آنها براي شناخت بلورها مورد بررسي قرار مي گيرد.درزمين شناسي فراگيري كامل بلورشناسي براي ورود به مباحث كاني شناسي و سنگ شناسي الزامي و ضروري مي باشد.

کتاب اول

بلورشناسي هندسي

بخش اول

بلور، تشکیل بلورها، ساختمان بلورین و محورهاي بلورشناسي

بلور چيست ؟

واژه بلور در مورد اجسام جامد همگني كه داراي نظم دروني سه بعدي بوده و به سطوح خارجي منظمي محدود مي شوند، به كارمي رود. بررسي جامدات متبلور، چگونگي تشكيل و رشد آنها، ساختمان دروني ، شكل ظاهري و خواص فيزيكي و شيميايي مربوط به آنها را بلورشناسي مي گويند.

بر خلاف اجسام بلورين گروهي ديگر از اجسام جامد فاقد نظم دروني و به همين علت فاقد سطوح خارجي هستند.اين مواد رابي شكل ياغيرمتبلور(آمورف) ميگويند.

اندازه بلورها

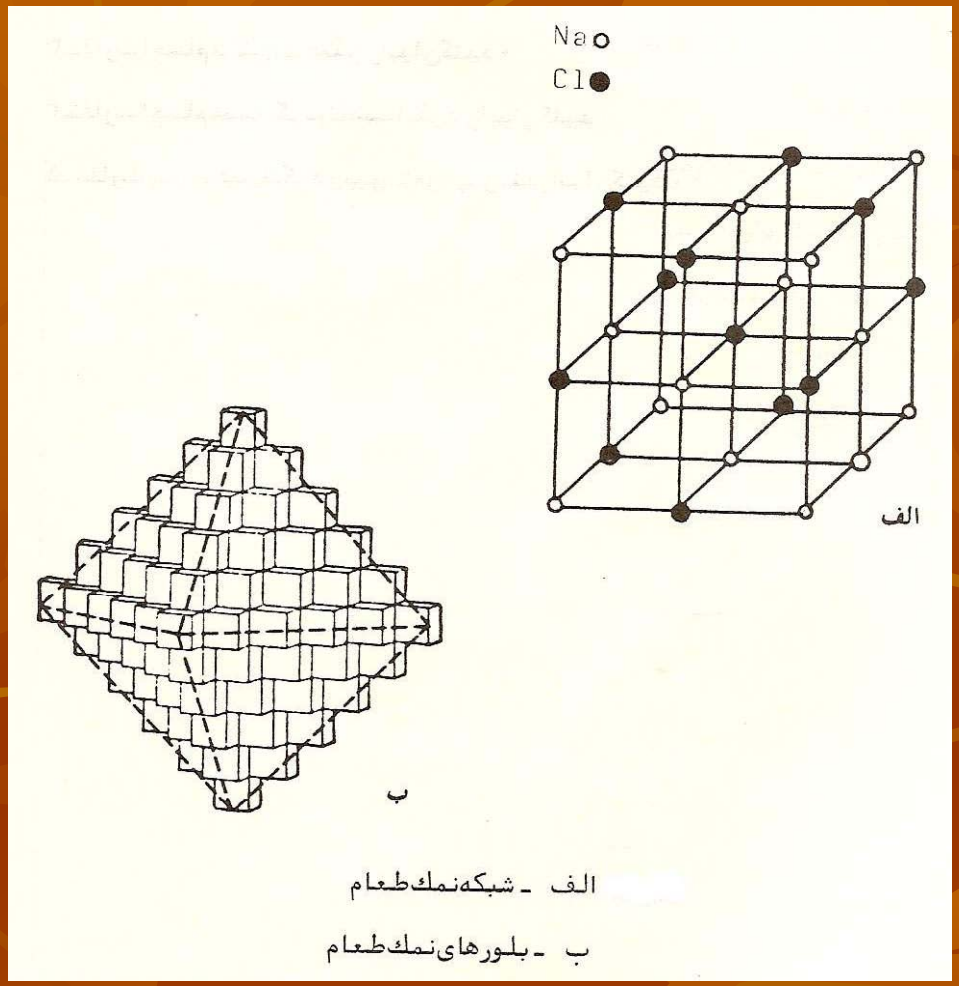
بلورها در اندازه هاي متفاوتي تشكيل مي شوند. گاهي بلورها به حدي درشت هستند كه با چشم قابل مشاهده اند. دراين صورت به آنها درشت بلورمي گويند.

در بعضي موارد بدليل ريز بودن آنها، طبيعت بلورين فقط با ميكرسكوپ قابل تشخيص است، اين موارد را ريزبلور مي نامند.

در مواردي بلورها به حدي ريزهستند كه براي مطالعه آنها استفاده ازاشعه ايكس الزامي است، اين موارد را مخفي بلور مي گويند.

تشكيل بلورها

بلورها معمولاً از ماد مذاب، مايعات و بخارات جدا شده و شكل مي گيرند.در اين گونه مواد اتمها و يونها بطور نامنظم پراكنده اند ولي با تغييرات دما و فشار و غلظت، اتمها و يونها با آرايش منظم در كنار هم قرار گرفته و ايجاد بلور مي نمايند. جداشدن و ته نشيني نمك طعام (سديم كلريد) از محلول آب نمك مثال مناسبي است.



الف ـ شبکه‌نمک‌طعام

ب ـ بلورهای‌نمک‌طعام

مفهوم ساختمان بلورين و شبكه تبلور

شبكه هاي فضائي

هر گاه بطور فرضي اجزاء سازنده بلور را كنار گذاشته و بجاي آنها نقاطي را جانشين كنيم، شبكه سه بعدي يا فضائي تشكيل مي گردد.سه نوع شبكه فضائي وجود دارد:

الف) شبكه يك تناوبي – واحدهاي مشابه به فواصل يكسان روي محوري نظيرox با فاصله تناوبي a قرار مي گيرند.

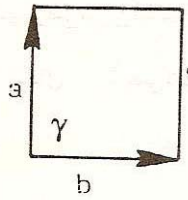
ب) شبكه دو تناوبي – براي ايجاد آن ازيك مبدا اختياري O دردوجهت عمل انتقال صورت مي پذيرد:

1 – در جهت محورoxبا بردار a

2 – در جهت محورoy بتوسط بردار b

دنباله شبكه هاي تناوبي

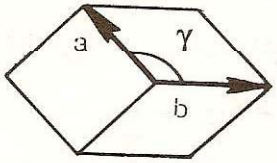
در شبكه هاي دو تناوبي زاويه بين دو امتداد (y) مي تواند از صفر تا 180 درجه متغير باشد. همچنين مقادير a & b نيز مي تواند مساوي يا متفاوت با يكديگر باشد. در شبكه دو بعدي متوازي الاضلاعهايي تشكيل مي گردند كه رئوس آنها نقاط شبكه هستند. هر متوازي الاضلاع را شبكه واحد مي نامند. حال اگر در درون اين واحد اوليه نقاط يا گره هايي وجود داشته باشد، واحد اوليه مركب شكل گرفته و درصورتيكه اين واحد اوليه فاقد نقاط يا گره هايي باشد، به آن واحد اوليه ساده مي گويند.



شبکه مربعی

$a=b$

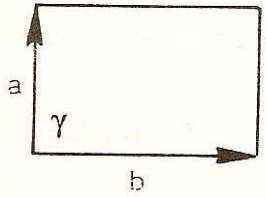
$\gamma = 90^\circ$



شبکه شش وجهی

$a=b$

$\gamma = 120^\circ$

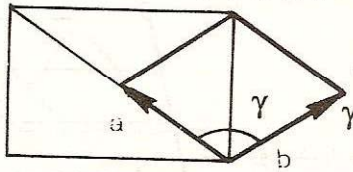


شبکه مستطیلی

$a \neq b$

$\gamma = 90^\circ$

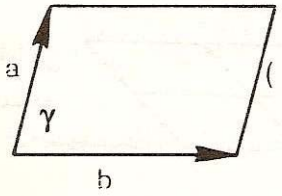
شبکه مستطیلی مرکزدار



$a=b$

$\gamma = 120^\circ$ یا 60°

$\gamma \neq 90^\circ$



شبکه متوازی الاضلاع (مورب)

$a \neq b$

$\gamma \neq 90^\circ$

انواع شبکه‌های دوبعدی

شبكه سه تناوبي

در شبكه سه تناوبي يا فضائي از مبدا در سه جهت انتقال انجام مي شود و زواياي بين اين سه جهت و اندازه هاي انتقال a – b & c متفاوتند.
در شبكه ياد شده زاويه بتا بين oz &oy، زاويه آلفا بين ox & oz و زاويه گاما بين ox & oy قرار دارند. سه زاويه ياد شده و طولهاي a & b & c را پارامترها يا ثوابت شبكه اي مي نامند. ازانتقال درسه جهت ox & oy & oz با زوايا و بردارهاي متفاوت 14 نوع شبكه فضائي ايجاد مي گردد.

محورهاي بلورشناسي

در بلورشناسي محورهاي فرضي موسوم به محورهاي بلورشناسي بكارگرفته مي شوند كه منطبق بر محورهاي رياضي بوده و آنها را با a & b & c طوري در نظر مي گيرند كه :

1 – بردار a به طرف بيننده و بر محور x ها منطبق است.

2 – بردار b از چپ بطرف راست امتداد داشته و بر Y منطبق است.

3 – بردار c از پايين به بالا و بر محور zها منطبق است.

بخش دوم

سيستمهاي تبلور، شبكه هاي براوه و تعيين موقعيت اتمها،جهات و سطوح در شبكه هاي بلورين

سيستمهاي تبلور

در واحد هاي سلولي سه بعدي رابطه ي بين ثوابت و پارامترهاي شبكه اي متغير بوده و براين اساس واحدهاي سلولي سيستمهاي مختلف بلورشناسي شكل مي گيرند. در زير به بررسي سيستمهاي مختلف بلورشناسي مي پردازيم.

سيستم مكعبي

در اين سيستم پارامترهاي طولي با يكديگر مساوي و بر يكديگر عمودند و اندازه ي پارامترهاي زاويه اي نيز مساوي و 90 درجه مي باشد.

سيستم تتراگونال

با يك تغيير در پارامترهاي طولي سيستم مكعبي، سيستم تتراگونال حاصل مي شود كه در آن طول يكي از بردارها با طول آن دوي ديگر مساوي نيست ولي دراينجا نيز بردارهاي طولي بر يكديگر عمود هستند وزاويه بين آنها 90 درجه است. درسيستم تتراگونال a = b ولي c با آنها مساوي نبوده و معمولاً از آنها بزرگتر است.

سيستم ارتورومبيك

در اين سيستم پارامترهاي طولي با يكديگر مساوي نيستند ولي بر هم عمود هستند. به عبارت ديگردر اين سيستم وجوه جانبي سلول واحد، مستطيلي شكل بوده و سيستم را مي توان مكعب مستطيلي ناميد.

سيستم منوكلينيك

در اين سيستم علاوه بر آنكه پارامترهاي طولي با يكديگر نامساوي هستند، مقدار زاويه بتا نيز 90 درجه نيست. به عبارت ديگردر اين سيستم يكي از سطوح جانبي به شكل متوازي الاضلاع است.

سيستم تريكلينيك

در اين سيستم تمام پارامترهاي طولي و زاويه اي با يكديگر اختلاف دارند و هيچكدام بر يكديگر عمود نيستند. در نتيجه سه دسته سطوح جانبي اين سلول واحد به شكل متوازي الاضلاع است.

لازم به ذكر است كه در سيستمهايي كه تاكنون بررسي گرديدند از سيستم كوبيك به تريكلينيك عناصر تقارني تدريجاً كاهش مي يابند. آخرين سيستم بلورشناسي يعني سيستم هگزاگونال در ترتيب كاهش تقارني فوق الاشاره نمي گنجد.

سيستم هگزاگونال

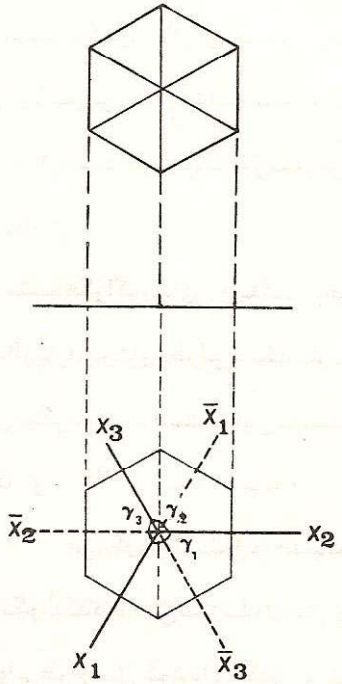
در اين سيستم (و تريگونال يا سه وجهي) دو تا از پارامترهاي طولي با يكديگر برابربوده ولي مقدار پارامتر سوم با آن دوي ديگر متفاوت است.در اين سيستم مقدار زاويه بتا برابر 120 درجه و مقادير آلفا و بتا 90 درجه است.

درسلول واحد سيستم هگزاگونال يك محور درجه 6 بموازات پارامتر c وجود دارد. در گذشته سيستم تريگونال را مجزا از سيستم هگزاگونال به نحوي در نظر مي گرفتند كه واجد يك محور درجه 3 بموازات پارامتر c بود ولي امروزه آن را جزء سيستم هگزاگونال در نظر مي گيرند.

فرم رومبوئدريك

در يكي از فرمهاي سيستم هگزاگونال متعلق به رده رومبوئدريك يك لوزي وجهي تشكيل مي شود كه شبيه مكعبي است كه از يكي از اقطار كشيده شده باشد.

تعداد بيشماري از سلولهاي واحد متعلق به هر يك از اين شش سيستم مي توانند در سه جهت فضايي در كنارهم قرارگرفته و فضا را پر كنند. بطوريكه از كنار هم چيده شدن اين سلولها فضاي خالي باقي نماند. اين مسئله يكي از شروط مهم تشكيل سيستمهاي بلوري است. براي مثال سيستم پنج وجهي و يا هفت وجهي نداريم زيرا از كنار هم قرار گرفتن اين سلولها فضا پر نمي شود.

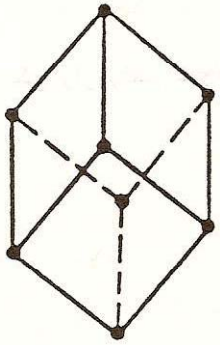


$$X_1 = X_2 = X_3 \neq C$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 120^\circ$$

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

موقعیت محورها در سیستم هگزاگونال و پارامترهای آن



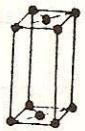
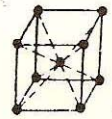
Rhombohedral
$\alpha = \beta = \gamma \neq 90°$;
$a = b = c$

سلول واحد در مبوهدری سیستم هگزاگونال و پارامترهای آن

شبكه هاي براوه

براوه(1848) ثابت كرد كه با اضافه شدن نقاط و يا گره هايي به مركزسلول و يا به مركز بعضي از سطوح آن هفت سلول جديد ايجاد ميشود كه با هفت سلول اوليه جمعاً 14 شبكه موسوم به شبكه هاي براوه را بوجود مي آورد.به عنوان مثال اگربه مركزيك سلول واحد مكعبي ساده يك گره يا اتم اضافه شود، شبكه مكعبي مركزدارشكل مي گيرد،اگر در مركزهر يك از سطوح جانبي يك اتم قرار گيرد، شبكه مكعبي سطوح مركزدارايجاد مي شود و اگر گره ها فقط در مركز دو قاعده قرار گيرند، شبكه قاعده مركزدار شكل مي گيرد.

شبکـــه‌های بـــــراوه

	ساده Primitive	قاعده‌های مرکزدار Bace Centred	مرکـــزدار Body Centred	سطوح مرکزدار Face Centred
تریکلینیک Triclinic				
منوکلینیک Monoclinic				
Hexagonal هگزاگونال				
Rombohedral رمبهدرال Hexagonal هگزاگونال				
ارتورمبیک Orthorhombic				
تتراگونال Tetragonal				
مکعبی Cubic				

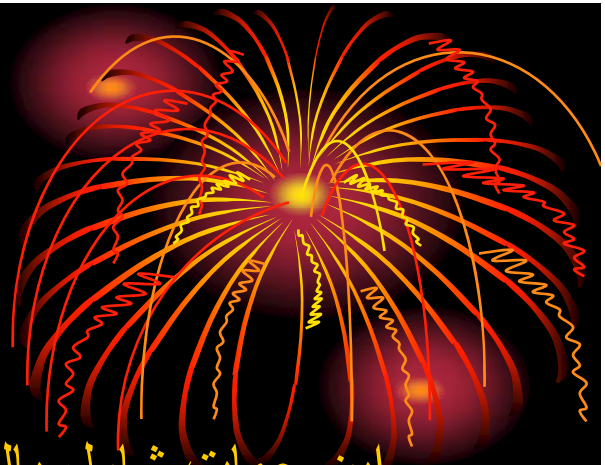
تعيين موقعيت اتمها، جهات و سطوح در شبكه هاي بلورين

الف) تعيين موقعيت يك گره يا يك اتم

براي رسيدن به موقعيت يك گره يا يك اتم تصوير اين نقطه را برروي محورهاي كريستالوگرافي پيدا كرده و به عنوان مختصات آن نقطه بيان مي كنيم.دراين عمل ضرايب تكرار تناوب a وb وc را نيز در نظرمي گيريم. بر اين اساس مختصات يك اتم مركزي يك مكعب مركز دار بصورت زير است.

1/2a,1/2b,1/2c

تعيين موقعيت جهات كريستالي



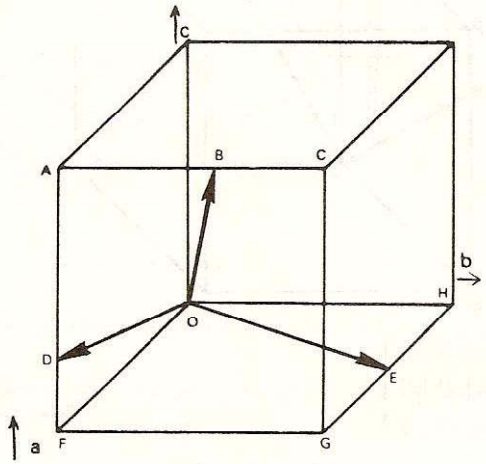
اين جهات شامل يالها و يا هر خط مستقيم جهت داري مي شود كه حداقل دو اتم و يا دو گره بر روي آن قرارداشته باشد.براي مشخص نمودن هر جهت مدنظر تصوير آن را بر سه محور a,b & c رسم مي كنيم و سپس تعيين مي كنيم كه تصوير فوق چه نسبتي از طول هر محور است. آنگاه نسبتهاي بدست آمده را با نمادهاي u , v & w و داخل كروشه مي نويسيم كه u مربوط به محور a، v مربوط به محور b و w مربوط به محورcاست. u ,v & w اعداد صحيح مثبت و يا منفي هستند و مي توان آنها را به يك نسبت كوچك و يا بزرگ نمود. لازم به توضيح است كه در صورتيكه هر يك از اين نسبتها كسري باشد، همه آنها را به يك نسبت بزرگ مي كنيم تا به اعداد صحيح تبديل شوند.

GE = EH

AD = 2DF

AB = 2BC

موقعیت بردار OD رابصورت زیر تعیین می‌کنیم.



نمایش جهات OC , OB , OD درشبکه بلورین

۱ـ تصویر OD برمحور a به‌نسبت $\frac{1}{\infty}$ است.

۲ـ تصویر OD بر محور b به‌نسبت $\frac{1}{1}$ است.

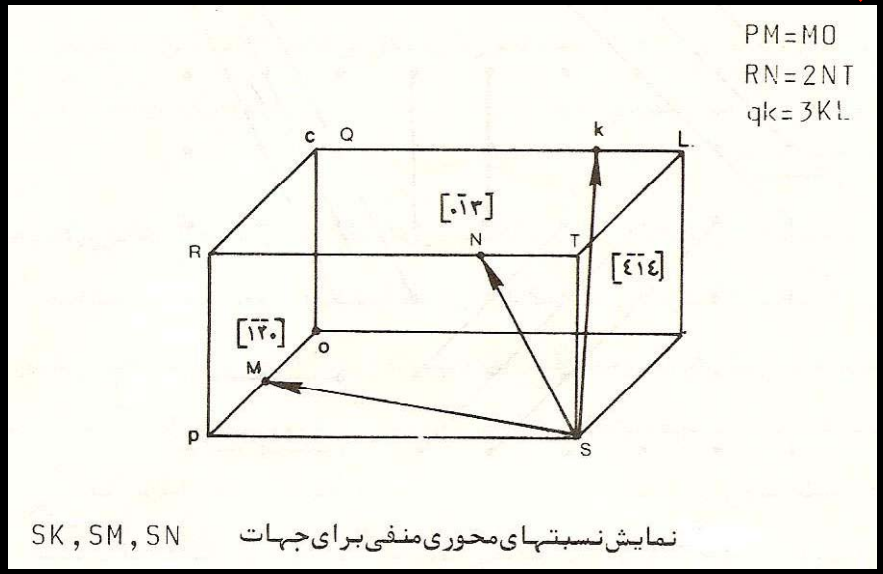
۳ـ تصویر OD برمحور c به‌نسبت $\frac{1}{1}$ است.

پس موقعیت بردار OD رامیتوان بصورت [$10\ \frac{1}{3}$] نشان دادکه باضرب کردن این نسبت ها درعدد ۳ بصورت صحیح [301] درمی‌آید.

وبهمین ترتیب موقعیت OB بصورت [$\frac{1}{1}\ \frac{2}{3}\ \frac{1}{1}$] ویا [۳،۲،۳] نشان داده‌می‌شود.

وموقعیت OE بصورت موقعیت [$\frac{0}{1}\ \frac{1}{1}\ \frac{1}{2}$] و یا [۱،۲،۰] نشان داده‌می‌شود.

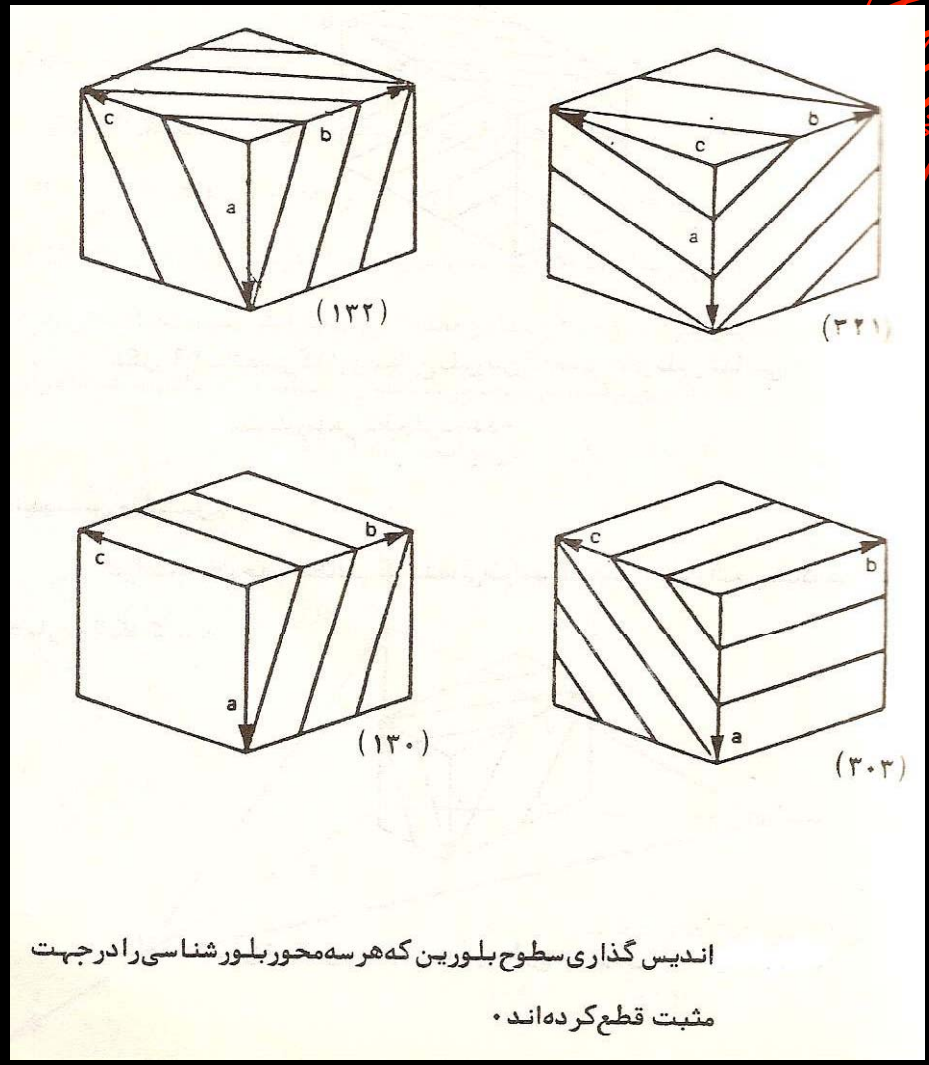
محورهاي بلورشناسي نيزمانند محورهاي رياضي داراي جهات مثبت و منفي هستند بدين صورت كه قرينه هر يك از امتدادها نسبت به مبدأ جهت منفي آنهاست. با توجه به اين مسئله هر گاه جهت مدنظر در قسمت منفي هر يك از محورها قرار گيرد، نسبت مربوط به آن محور علامت منفي خواهد داشت.



نمایش نسبتهای محوری منفی برای جهات SK , SM , SN

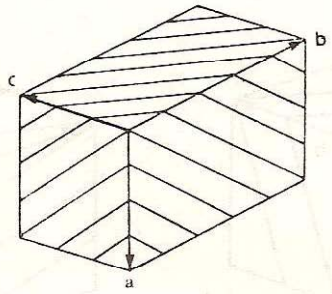
تعيين موقعيت صفحات – انديس گذاري صفحات به روش ميلر

براي تعيين موقعيت صفحات ابتدابايد معلوم شود كه هر دسته ازاين سطوح به چه نسبتي محورهاي بلورشناسي را قطع مي كنند و يا بعبارتي در طول بردار هر يك از محورها چه تعدادي از اين سطوح موازي قرار مي گيرند. نسبتهاي فوق را در داخل يك پرانتز و بصورت (h,k,l) نشان مي دهند بطوريكه h نسبت محورa، kنسبت محور b و lنسبت محور cرا نشان مي دهد. عكس اين نسبتها را انديس ميلر سطح مورد نظر مي نامند. h,k & lمقادير عددي صحيح مثبت و يا منفي هستند.



اندیس گذاری سطوح بلورین که هر سه محور بلور شناسی را در جهت مثبت قطع کرده اند.

اندیس این سطوح را می‌توان به شکل زیر نوشت $(4\bar{5}\bar{3})$ و یا $(\bar{4}53)$



اندیس گذاری سطوح بلورین که محورهای بلور شناسی را در جهات مثبت و منفی قطع کرده‌اند.

انديس ميلر

انديس ميلرهر سطح عبارتست از عكس نسبت قطع شده از هر يك ازمحورهاي a,b & c توسط آن سطح. انديس ميلر را با نماد (hkl) نشان مي دهيم. براي محاسبه انديس ميلر ابتدا موقعيت هر سطح را نسبت به محورهاي x ,y & z بر حسب مقدار فاصله اي كه سطح هر يك از محورها را از مبدأ قطع كرده است، در نظر گرفته، قطع شدگي هر محور توسط سطح را يك پارامتر و نسبتهاي قطع شدگي را نسبتهاي پارامتري مي نامند سپس اگر مقدار پارامترها متفاوت باشد، هرسه را بر پارامتر b تقسيم ميكنند. اين سطح را سطح مقايسه اي ناميده و سطوح ديگر بلور را نسبت به آن مي سنجند. مشخص ميگردد كه نسبتهاي پارامتري سطوح ديگر مضرب صحيحي ازنسبتهاي پارامتري سطح اول هستند
زيرابرابرقانون راسيوناليته دريك بلورفقط سطوحي تشكيل مي شوند كه ضريب پارامترهاي آنها مضرب صحيح يا حقيقي از پارامترهاي سطح مقايسه اي بوده و يا بموازات يك يا دو تا از محورها باشند.

تعيين انديسهاي براوه براي سطوح مختلف سيستم هگزاگونال

درسيستم هگزاگونال درصفحه ي افقي علاوه بردو محور a & b محورسومي نيزهمانند آنها وجود داشته وزاويه بين محورها 120 درجه است. به همين دليل در اين سيستم انديس ديگري بنام i وجود داشته و انديس سطوح در اين سيستم بصورت(hkil) نشان داده مي شود.دراين انديس كه انديس براوه نام دارد، iعلامت منفي داشته و همواره رابطه زير برقرار است.

$$h + k - i = 0$$

انديس گذاري سطوح بلورها

براي تعيين انديس سطوح خارجي يك بلور، مركز آن بلور را بعنوان مبدأ محورهاي بلورشناسي در نظر مي گيريم و جهت محورها را بر روي آن مشخص مي كنيم. آنگاه موقعيت هر يك ازسطوح را نسبت به اين سه محور پيدا كرده و بر اساس آن انديس سطح مربوطه را بدست مي آوريم.

بخش سوم

اصل ثابت بودن زواياي دو سطحي و رسم تصاوير استريوگرافيك واصل تقارن

قوانين بلورشناسي

قوانين و روابطي كه بين سطوح خارجي يك بلور حاكمند، به قوانين بلورشناسي مشهورند.مهمترين اين قوانين اصل ثابت بودن زواياي دو سطحي و اصل تقارن مي باشند.

اصل ثابت بودن زواياي دو سطحي

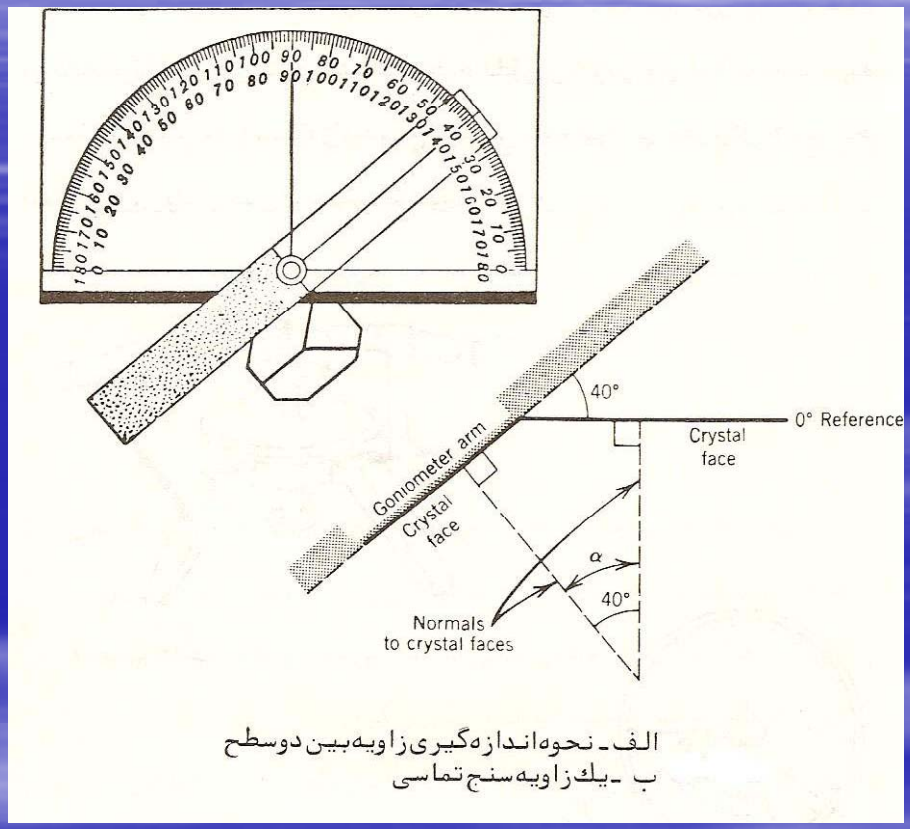
چون ساختمان شبكه اي ودر نتيجه شكل خارجي بلورتحت تأثير تركيب شيميايي ماده متبلور است. لذا در بلورهاي يك ماده شيميايي مشخص، موقعيت سطوح شبكه اي متراكم كه سطوح خارجي را مي سازند ثابت و مخصوص به همان ماده اوليه است ودر نتيجه در يك كاني مخصوص زواياي بين اين سطوح معين همواره ثابت است.در اندازه گيري زاويه بين دو سطح معمولاً مكمل زاويه مورد نظر را اندازه گيري مي كنند.

انواع زاويه سنج

براي اندازه گيري زواياي دوسطحي ازدستگاهي بنام زاويه سنج يا گونيومتر استفاده مي شود كه در اينجا سه نوع زاويه سنج و اساس كار آنها به اختصار شرح داده مي شود.

زاويه سنج تماسي

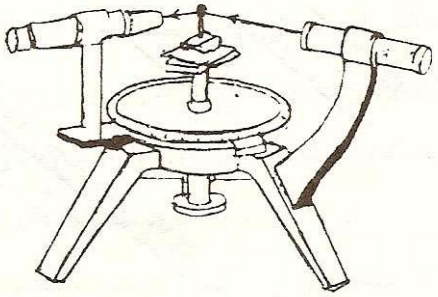
ساده ترين نوع زاويه سنج كه در بلورهاي درشت قابل استفاده است، زاويه سنج تماسي است. در اين نوع زاويه سنج يك بازوي متحرك در مقابل يك صفحه نيمدايره مدرج از صفر تا 180 درجه حركت مي كند. براي اندازه گيري يكي از سطوح مدنظر را بر بازوي دستگاه و سطح ديگررا برلبه صفحه ي نيمدايره مماس كرده، آنگاه زاويه مقابل بازو را قرائت مي كنيم.



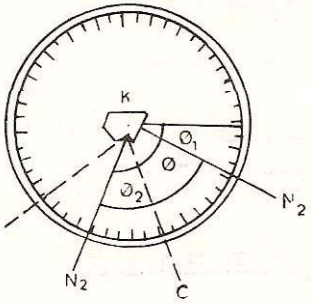
الف ـ نحوه اندازه‌گیری زاویه بین دو سطح
ب ـ یک زاویه‌سنج تماسی

زاويه سنج انعكاسي يك دايره اي

زاويه سنج انعكاسي يك دايره اي از يك دايره مدرج تشكيل شده است كه حول يك محور قائم در مقابل يك ورنيه مي چرخد. بلور مورد آزمايش توسط يك پايه در وسط اين دايره قرار مي گيرد. همچنين يك لوله (كليماتور) كه نور به جسم مي تاباند ويك دوربين براي مشاهده سطوح بلورين نيز در روي پايه نصب شده است.بلور را به نحوي روي پايه در مركز دايره قرار مي دهيم كه يال مشترك بين دو سطح بموازات محوردايره قرارگيرد و دايره را مقابل منبع نور چرخانده و از دوربين مشاهده مي كنيم تا زمانيكه پرتو نوراني بر يكي از سطوح تابيده و بازتاب آن ازطريق دوربين به چشم برسد. در اين حالت عدد مقابل ورنيه را يادداشت مي كنيم. حال مجدداً دايره راچرخانده تا نوربه سطح دوم برسد، زاويه بازتاب ازاين سطح رانيز يادداشت كرده وبا محاسبه اختلاف اين دومقدار زاويه بين دو سطح(في) بدست مي آيد.



الف



ب

N_2 و N_1 عمودوار دبر سطوح

ϕ = زاویه بین دوسطح

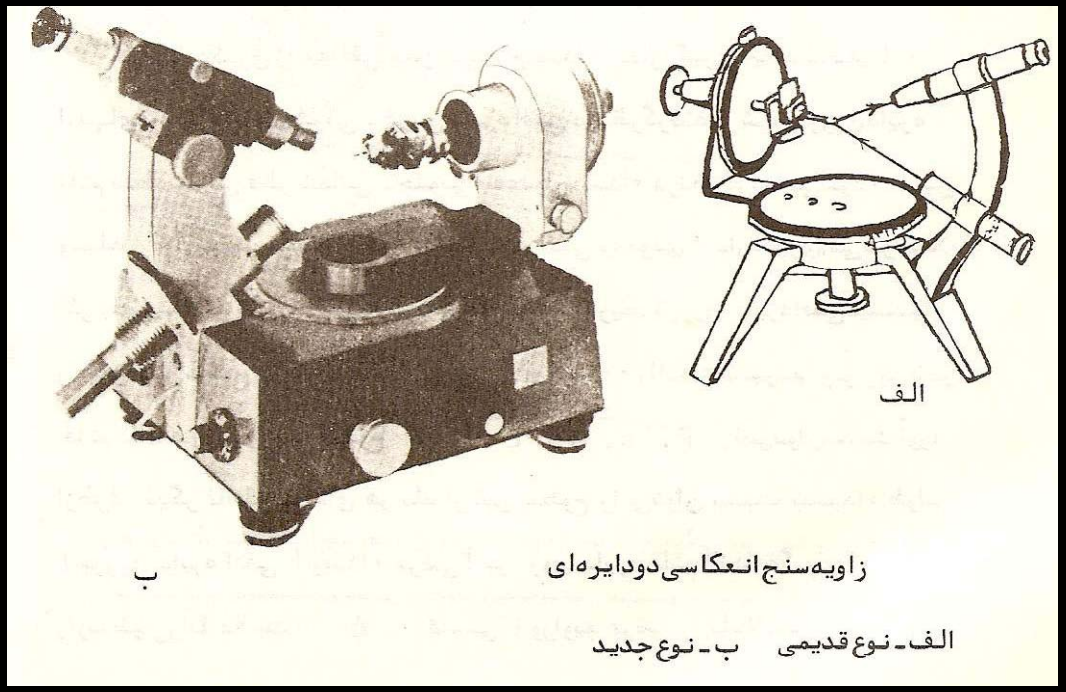
الف ـ یك دستگاه زاویه‌سنج انعکاسی یك دایره‌ای

ب ـ طرز اندازه‌گیری زوایای دوسطحی با زاویه‌سنج انعکاسی یك دایره‌ای

زاويه سنج انعكاسي دو دايره اي

در اين زاويه سنج يك دايره مدرج ديگر نيز وجود دارد كه عمود بر دايره قبلي قرار گرفته و حول يك محور افقي مي چرخد و در نتيجه زاويه دو سطحي بلور را مي توان در دو جهت اندازه گيري كرد. در اندازه گيري زاويه افقي بين دو سطح، مبدأ اندازه گيري انتهاي شرقي قطر شرقي- غربي و بر روي دايره قائم نقطه شمالي قطر شمال – جنوب به عنوان مبدأ در نظر گرفته مي شود. زاويه طولي اندازه گيري شده را با(في) و زاويه عرضي را با (رو) نشان مي دهند.

بايد توجه داشت كه روي هر سطح نقطه اي بنام قطب وجود دارد كه محل برخورد عمودي است كه از مركز بلوربرسطح مدنظر وارد مي شود و زواياي طولي و عرضي هر سطح نسبت به آن سنجيده مي شود.

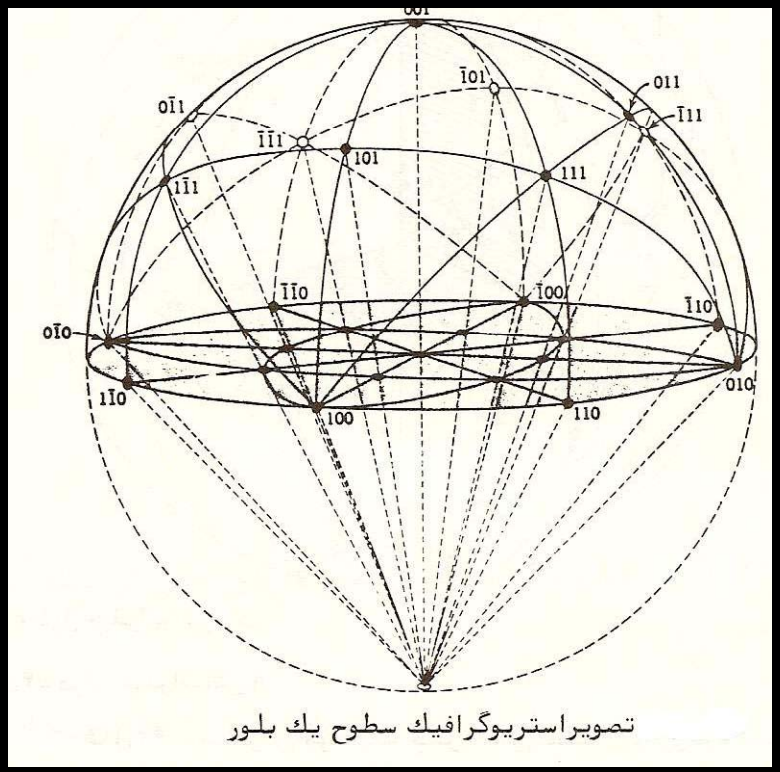


زاویه‌سنج انعکاسی دودایره‌ای

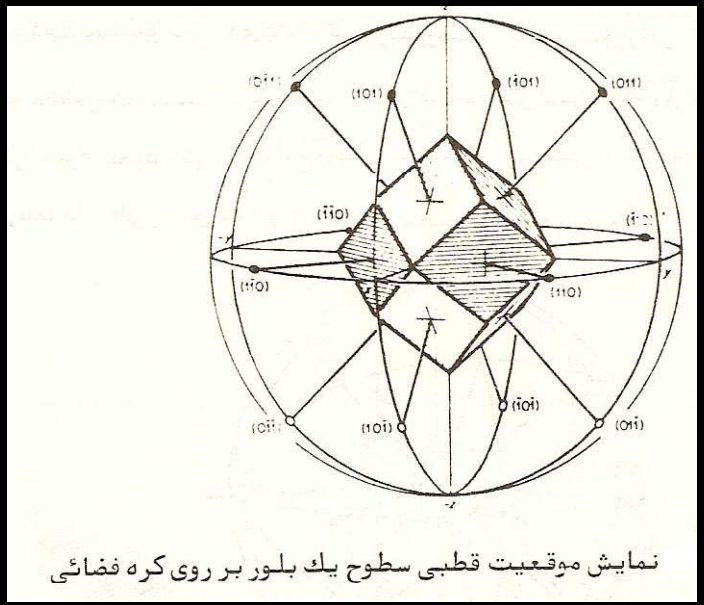
الف ـ نوع قدیمی ب ـ نوع جدید

نمايش تصويري بلور يا تصوير استريوگرافيك

براي تجسم تصوير سه بعدي هر بلور بهتراست آن را درون يك كره فرض كنيم بطوريكه مركز كره بر مركز بلور منطبق شود. هر گاه از مركز كره عمودهايي بر سطوح مختلف اين بلور وارد كنيم، محل تقاطع اين عمودها با سطوح بلور بنام قطبين آن سطوح ناميده مي شود بعبارت ديگراثرهر كدام از سطوح بصورت يك نقطه روي محيط كره ظاهرمي شود كه همان قطب سطح مدنظر است. براي رسم تصوير استريوگرافيك با استفاده از زواياي طولي و عرضي مربوط به هريك ازسطوح بلورين، موقعيت فضايي هر يك ازاين نقاط برروي يك سطح كروي بدست مي آيد. از طرف ديگر تصوير هر يك از نقاط را بر روي سطح استوايي كره كه يك دايره فرضي است پيدا كرده و تصوير استريوگرافيك آن سطوح مي ناميم. براي اين كار هر كدام از اين نقاط قطبي را بوسيله خطي به قطب مقابل خود وصل مي نماييم.



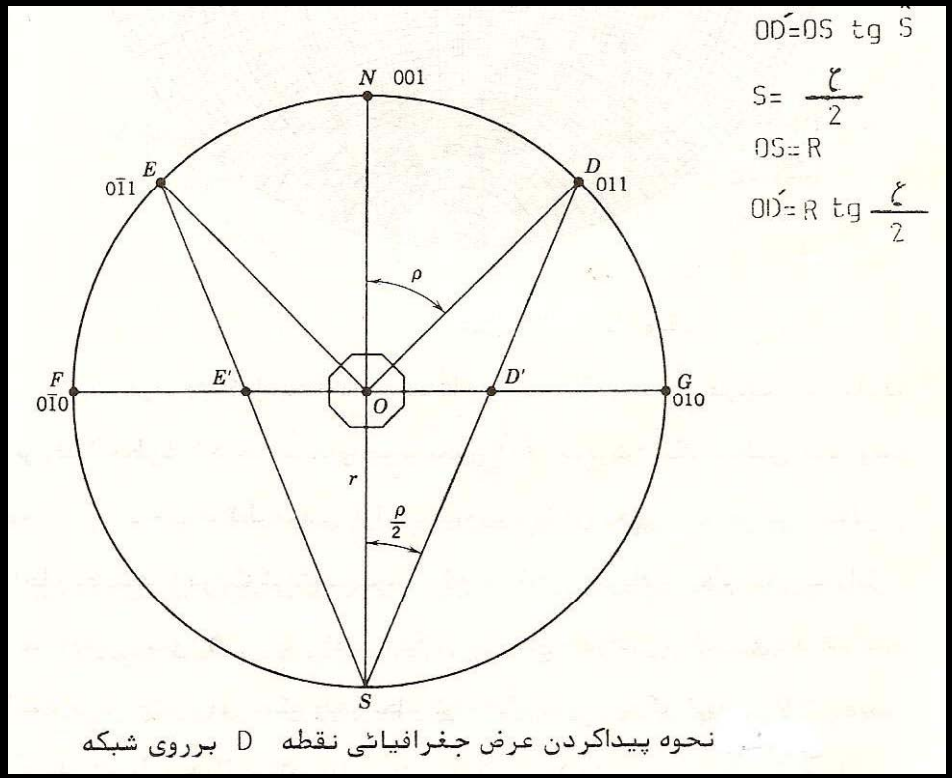
تصویراستریوگرافیك سطوح یك بلور



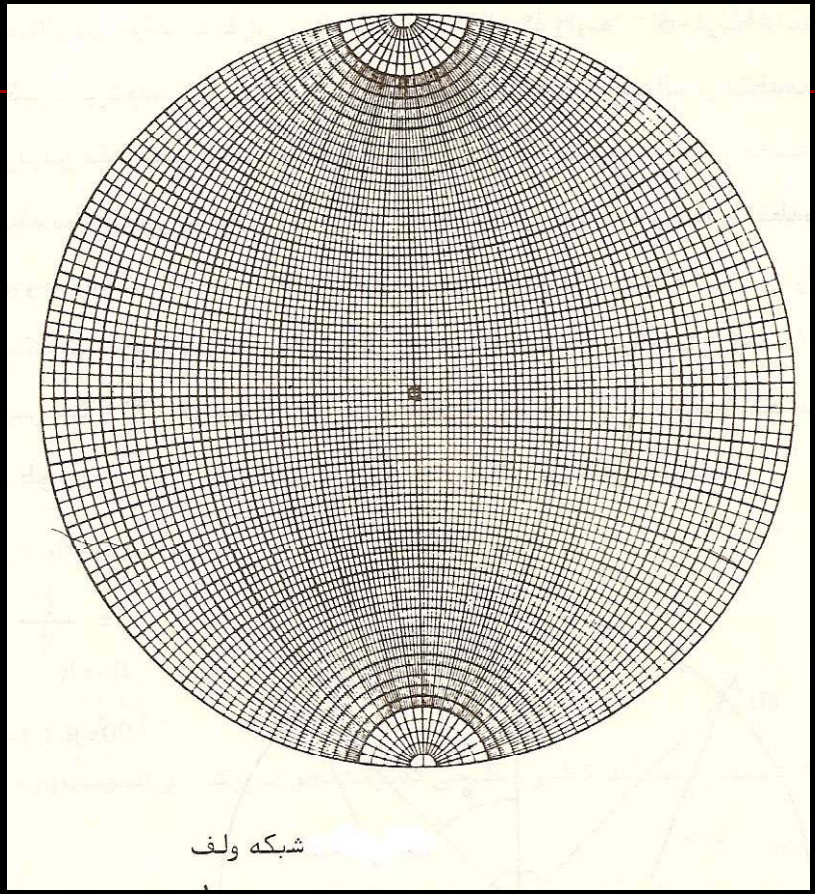
نمایش موقعیت قطبی سطوح یك بلور بر روی كره فضائی

شبكه ولف

براي سهولت ترسيم تصاوير استريوگرافيك در سال 1902 ولف شبكه اي ابداع كرد كه در اين شبكه فاصله هر يك از خطوط دو درجه است و تصوير محور Z بر مركز شبكه منطبق است.محل محور Y در جهت قطر عرضي (راست به چپ) و محل محور X در جهت طولي در نظر گرفته مي شود. موقعيت قطبي هر يك از سطوح بلورين را با استفاده از زواياي (في) و (رو) ميتوان بر روي شبكه ولف پياده كرد. براي پيدا كردن موقعيت طولي نقطه قطبي، (في) را به كمك يك نقاله از شرقي ترين نقطه قطرعرضي جدا مي كنيم وبراي بدست آوردن عرض نقطه مورد نظر به صورت تصوير و محاسبات ارائه شده در اسلايد بعد عمل مي نماييم.دانشمندان فرمولهايي نيز ارائه داده اند كه بر اساس آنها مي توان زاويه بين سطوح مختلف را در هر يك سيستمهاي بلورشناسي محاسبه كرد.



نحوه پیداکردن عرض جغرافیائی نقطه D برروی شبکه



شبکه ولف

مکعبی

$$\cos\phi = \frac{h_1h_2 + k_1k_2 + l_1l_2}{\sqrt{(h_1^2 + k_1^2 + l_1^2)(h_2^2 + k_2^2 + l_2^2)}}$$

تتراگونال

$$\cos\phi = \frac{\frac{h_1h_2 + k_1k_2}{a^2} + \frac{l_1l_2}{c^2}}{\sqrt{\left(\frac{h_1^2 + k_1^2}{a^2} + \frac{l_1^2}{c^2}\right)\left(\frac{h_2^2 + k_2^2}{a^2} + \frac{l_2^2}{c^2}\right)}}$$

ارتورمبیک

$$\cos\phi = \frac{\frac{h_1h_2}{a^2} + \frac{k_1k_2}{b^2} + \frac{l_1l_2}{c^2}}{\sqrt{\left(\frac{h_1^2}{a^2} + \frac{k_1^2}{b^2} + \frac{l_1^2}{c^2}\right)\left(\frac{h_2^2}{a^2} + \frac{k_2^2}{b^2} + \frac{l_2^2}{c^2}\right)}}$$

رمبهدرال (تریگونال)

$$\cos\phi = \frac{a^4d_1d_2}{V^2}\left[\sin^2\alpha(h_1h_2 + k_1k_2 + l_1l_2) + (\cos^2\alpha - \cos\alpha)(k_1l_2 + k_2l_1 + l_1h_2 + l_2h_1 + h_1k_2 + h_2k_1)\right]$$

هگزاگونال (تریگونال)

$$\cos\phi = \frac{h_1h_2 + k_1k_2 + \frac{1}{2}(h_1k_2 + h_2k_1) + \frac{3a^2}{4c^2}l_1l_2}{\sqrt{\left(h_1^2 + k_1^2 + h_1k_1 + \frac{3a^2}{4c^2}l_1^2\right)\left(h_2^2 + k_2^2 + h_2k_2 + \frac{3a^2}{4c^2}l_2^2\right)}}$$

منوکلینیک

$$\cos\phi = \frac{d_1d_2}{\sin^2\beta}\left[\frac{h_1h_2}{a^2} + \frac{k_1k_2\sin^2\beta}{b^2} + \frac{l_1l_2}{c^2} - \frac{(l_1h_2 + l_2h_1)\cos\beta}{ac}\right]$$

تریکلینیک

$$\cos\phi = \frac{d_1d_2}{V^2}\left[S_{11}h_1h_2 + S_{22}k_1k_2 + S_{33}l_1l_2 + S_{23}(k_1l_2 + k_2l_1) + S_{13}(l_1h_2 + l_2h_1) + S_{12}(h_1k_2 + h_2k_1)\right]$$

اصل تقارن

يكي از قوانين مهم بلورشناسي قانون يا اصل تقارن است.هر گاه يك بلور را كه شكل نسبتاً منظمي دارد در دست بگيريم متوجه مي شويم كه بعضي از سطوح، يالها و گوشه هاي اين بلور به يكديگر شبيه هستند و با دقت بيشتر متوجه ميشويم كه اين اجزاء هم شكل با نظم مشخصي تكرار مي شوند.تكرار منظم اجزاء خارجي بلور كه آنها را موتيف يا طرح الگوئي نيز مي گويند، به دليل اثر عوامل و يا عناصر تقارني است.

1- محور تقارن

محور تقارن را مي توان به صورت خطي فرضي در نظر گرفت كه از مركز جسم مي گذرد و اگر جسم را حول آن بچرخانيم اجزاي هم شكل يا متقارن به فواصل زاويه اي معيني تكرار مي شوند.محورهاي تقارن فقط از درجه هاي 4،3،2و6 هستند.البته گاهي اصطلاح محور درجه يك را در مواردي كه اجزاء پس از 360 درجه دوران تكرار مي شوند، به كار مي برند.درجه محور تقارن را از رابطه n=360/a بدست مي آورند كه در آن n درجه محور و a فاصله زاويه اي تكرار مي باشند.

2- سطح تقارن

سطح تقارن را مي توان ملنند آينه اي در نظر گرفت كه تصوير اجسام را نسبت به سطح خود قرينه نشان مي دهد.سطوح متقارن نسبت به سطح تقارن حالت دست چپ و راست را دارند.سطح تقارن را با m نشان مي دهند.گاهي محور تقارن بر سطح تقارن عمود است.اين حالت را به صورت A/m نشان ميدهند.

3- مرکز تقارن

مرکز تقارن يك نقطه فرضي در مرکز هر بلور است که اجزاء هم شکل بلور نسبت به آن و در فاصله مساوي و با زاويه 180 درجه قرينه آن قرار دارند.

محورهاي تقارن فرعي

1- محور دوراني معکوس : در اثر عملکرد محورهاي معکوس اجزاء مورد نظر در يك سطح تکرار نمي شوند بلکه اين اجزاء با فاصله زاويه اي مشابه به طور متناوب در بالا و پايين تکرار مي شوند.بلور رومبوئدر محور درجه 3 معکوس دارد.در مطالعه بلوري که فرم رومبوئدري دارد با قرار دادن دستمان در بالا و پايين محور تقارن، اگر سطح روبروي ناظر، قسمت بالا باشد،رومبوئدر مثبت است و اگر در پايين قرار داشته باشد، رومبوئدر منفي است.محور دوراني معکوس را با I نشان مي دهند.

2- محور دوراني انعكاسي

در اثر عملكرد اين محورها اجزاء بلور دراثر دوران در بالا و پايين يك سطح فرضي به صورت تصوير يكديگر نسبت به يك سطح آيينه تكرار مي شوند.در واقع محورهاي انعكاسي دراثرتركيب يك محوردوراني ساده و يك سطح تقارن بوجود مي آيند.درحالي كه محورهاي معكوس در اثرعملكرد يك محوردوراني و يك مركز تقارن ايجاد مي شوند.دريك بلوركه داراي محور تقارن است گاهي شكل دو سرجسم كه محل عبورمحوراست يكسان نيست.دراين حالت محور را يك سويه مي نامند و آن را با علامت نشان مي دهند.

نام ، علائم و شکل محورها

درجه‌محور	نمایش محور	علامت محور
محور درجه ۲	A^2	
محور درجه ۳	A^3	
محور درجه ۴	A^4	
محور درجه ۴ معکوس	I^4	
محور درجه ۶	A^6	
محور درجه ۳ معکوس	$I^3 \neq A^3$ و C	
محور درجه ۶ دورانی انعکاسی	$D^6_{\neq} A^3 I P$	

فرمهاي بلورشناختي

در بلورشناسي فرم به مجموعه سطوح مشابهي اطلاق مي شود كه در اثر عملكرد عناصر تقارن در يك بلور بوجود مي آيند.

تكرار سطوح دربعضي ازحالات منجربه تشكيل احجام بسته مي گردد.درچنين حالاتي با فرمهاي بسته مواجهيم در حالي كه در مواردي فرمها لازم است با يكديگرتركيب شوند تا فرم بسته شكل گيرد. چنين فرمهايي را فرم باز

مي گويند.همه فرم هاي سيستم مكعبي بسته اند ولي در ساير سيستمهاي بلورشناسي،فرمهاي باز و بسته وجود داشته و به چند حالت ديده مي شوند.

1- فرم يك سطحي يا پديون : در اين حالت به دليل عدم وجود عناصر تقارني مناسب سطح مورد نظر فقط يك بار در ساختمان بلورظاهرمي شود.فرم پديون يك فرم باز است.

2- فرم پيناكوئيد : يك فرم دو سطحي باز است كه در اثر عملكرد مركز، سطح تقارن يا محور تقارن درجه 2 ايجاد مي شود بدين صورت كه اين دو سطح نسبت به اين عناصر قرينه يكديگرند.در بلورهاي منشوري شكل، سطوح قاعده اي فرم پيناكوئيد هستند.

3- فرم دوما : اين فرم كه از تأثير يك سطح تقارن بوجود مي آيد يك فرم دو سطحي باز است در حاليكه اين دو سطح يكديگر را قطع كرده و نسبت به سطح تقارن قرينه يكديگرند.

4- فرم اسفنوئيد : اين فرم نيز يك فرم دو سطحي باز است كه در اثر عمل يك محور تقارن درجه 2 بوجود آمده و دو سطح نسبت به هم متقاطع اند.

5- فرم منشور : يك فرم باز است كه دراثر عملكرد يك محور درجه 2،3،4 و يا 6 بوجود مي آيد.در اين فرم سطوح به موازات محور قرار گرفته و دو به دو متقاطع اند.در حالتي خاص در سيستم مونوكلينيك فرم منشور از تكرار فرم دوما در اثر عملكرد مركزتقارن ايجاد مي شود.دراين حالت قاعده منشور لوزي شكل است وبه طورمايل نسبت به سطح افق قرارمي گيرد.از تكراردو فرم دوما منشور ارتورومبيك نيزشكل مي گيرد.در اين منشور نيز قاعده لوزي شكل است ولي دراينجا قاعده برسطح افق مماس است.فرمهاي ساده منشورسه وجهي، چهار وجهي و يا شش وجهي بوده كه مي توانند مضاعف گرديده، منشورهاي مضاعف تريگونال، تتراگونال و هگزاگونال را بسازند.

6- فرم هرم و دوهرمي : سطوح فرم هرم در اثرعمل محور تقارن از درجه 3 ،4 و6 بوجود آمده، سه سطحي، چهار سطحي و يا شش سطحي هستند.دراين فرم كه فرمي باز است، سطوح نسبت به يكديگرمتقاطع بوده و محوررا نيز با زاويه ي شيب مساوي قطع مي كنند.فرم هرم در سيستمهاي ارتورومبيك،هگزاگونال رومبوئدرساده ومضاعف،تتراگونال ساده ومضاعف و هگزاگونال ساده و مضاعف ديده مي شود.

هر گاه در اثرعمل يك سطح تقارن عمود برمحورهرم فرم هرمي تكرارشود فرم دوهرمي (دي پيراميد و يا بي پيراميد) تشكيل مي شود كه يك فرم بسته است .

7 – فرم تراپزوئدر

اين فرم شبيه يك فرم دوهرمي است كه هرم فوقاني قرينه هرم تحتاني نيست. فرم تراپزوئدر در رده هگزاگونال رومبوئدر شش سطحي، در سيستم تتراگونال 8 سطحي و در سيستم هگزاگونال 12 سطحي است. در بعضي از فرمها مانند فرم تراپزوئدرسطوح به دوصورت چپ وراست ظاهرمي شوند بطوريكه نسبت به يك سطح آينه قرينه هستند ولي بريكديگرمنطبق نيستند. دراين حالت اين دو فرم انانتي مرف هستند.

8 – فرم رومبوئدر

اين فرم يكي از فرمهاي هرمي سيستم هگزاگونال است كه سطوح هرم فوقاني و تحتاني حول محور تقارن به فاصله زاويه اي 60 درجه به تناوب در بالا و پايين تكرار مي شوند. اين فرم يك فرم بسته است و بصورت مكعبي است كه از جهت يكي از اقطار كشيده شده است و سطوح آن لوزي شكل مي باشند.

9 – فرم دي اسفنوئيد

هرگاه فرم اسفنوئيد حول يك محور تكرار شود، فرم دي اسفنوئيد يا بي اسفنوئيد بوجود مي آيد. اين فرم در سيستمهاي تتراگونال و ارتورومبيك تشكيل مي شود. در فرم متعلق به سيستم تتراگونال دو يال بلور بر هم عمودند ولي در سيستم ارتورومبيك اينگونه نيست.

10 – فرم اسکالنوئدر

اين فرم يكي از فرمهاي بسته است كه سطوح فوقاني و تحتاني آن بصورت 2 تائي قرار دارند. در اين فرم سطوح زوج زوج به فواصل زاويه اي 90 يا 60 درجه متناوباً در بالا و پايين تكرار مي شوند. فرم اسکالنوئدر به سيستمهاي هگزاگونال و تتراگونال متعلق است.

فرمهاي خاص سيستم ايزومتريك(كوبيك)

از مشخصات فرمهاي سيستم مكعبي وجود4 محور درجه 3 است. تعداد فرمهاي سيستم كوبيك 5تا بوده كه سطوح آنها از4 تا 48متغير است. قالب اصلي سيستم ايزومتريك شش سطحي يا هگزائدري است كه در آن محورهاي درجه 3 از گوشه هاي مقابل هم مي گذرند و هر كدام از اين محورها بصورت درجه 6 معكوس نيز عمل مي نمايند.ذيلاً فرمهاي اين سيستم تشريح مي گردد.

1 – فرم چهار سطحي يا ترائدر

اين فرم به شكل هرم مثلث القاعده اي است كه قاعده و سه سطح جانبي آن از مثلثهاي متساوي الاضلاع تشكيل شده باشند.

2 – فرم هشت سطحي يا اكتائدر

اين فرم را مي توان بصورت يك دوهرمي چهارگوش در نظر گرفت كه كليه سطوح آن مثلثهاي متساوي الاضلاع باشند.

3 – فرم دوازده سطحي (دودكائدر)

تعداد فرمهاي دوازده سطحي در سيستم مكعبي 5 تاست كه با توجه به شكل سطوح و موقعيت آنها نسبت به محورهاي بلورشناسي با يكديگر تفاوت داشته و برهمبن اساس نامگذاري مي شوند.

4 – فرم بيست وچهار وجهي(تتراهگزائدر)

تعداد فرمهاي بيست و چهار سطحي در سيستم مكعبي 6 تا است كه با توجه به شكل و موقعيت سطوح نسبت به محورهاي بلورشناسي نامگذاري مي شوند.

5 – فرم چهل و هشت سطحي(هگزااكتائدر)

در اين فرم كه پرسطح ترين فرم (فرم هولوهدري) سيستم مكعبي است سطوح به شكل مثلثهاي مختلف الاضلاع هستند.

رده هاي بلورشناسي

در مجموع 32 رده تقارني وجود داشته كه متعلق به شش سيستم بلورشناسي بوده و به آنها رده هاي بلورشناسي مي گويند. لازم به ذكر است كه پرسطح ترين فرم هر رده فرمي است كه سطوح آن بر هيچ يك از عناصر تقارني عمود نباشند. به پر سطح ترين فرم هر رده فرم عمومي آن رده نيز گفته و ساير فرمها را فرم عادي مي گويند.فرم عمومي هر رده مبناي نامگذاري آن رده نيز هست بطوريكه براي نامگذاري هر رده ابتدا نام سيستم مربوطه را ذكر كرده و سپس نام فرم عمومي رده را ذكر مي كنند (روش پيشنهادي گروت). براي نمونه فرم عمومي رده ارتورومبيك پيراميدال فرم پيراميد است.دانشمندي بنام هرمان موگن در نامگذاري رده ها مبنا را بر نوع عناصر تقارن، درجه آنها و موقعيت آنها نسبت به يكديگر گذاشته اشت.

رده بندي هرمان موگن

هرمان موگن براي تفكيك رده هاي بلوري از علائم خاصي استفاده كرده كه نشانگر، نوع، تعداد ورابطه عناصر تقارني با يكديگر مي باشد. براي نمونه او محورهاي چرخشي انعكاسي و معكوس را با درجه محوربا علامت منفي نشان داده است .متذكر مي شويم كه محور درجه يك معكوس با مركز تقارن، محور انعكاسي درجه 2 با سطح تقارن و محور انعكاسي درجه 6 با محور درجه 3 عمود بر سطح تقارن معادل مي باشند. بايد توجه داشت كه نشانهاي مورد استفاده هرمان موگن در بعضي از سيستمها بصورت زيرداراي ضريب هستند.

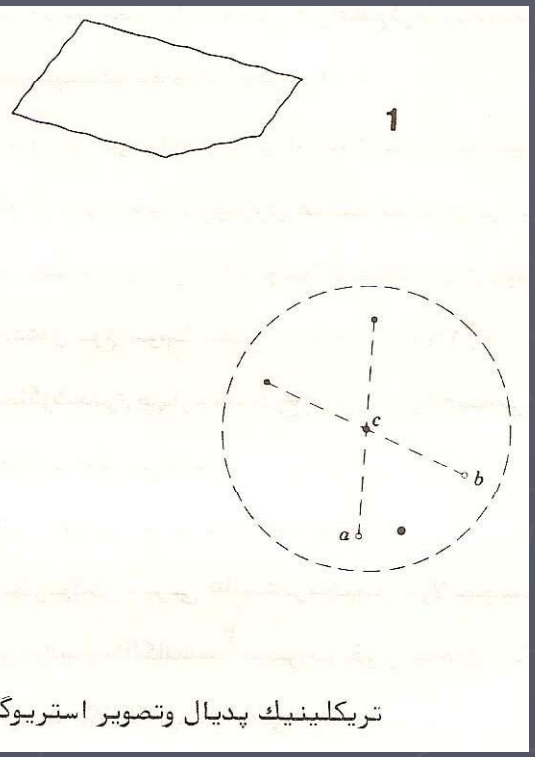
در سيستم تتراگونال: علامت اول ضريب 1 و علائم دوم وسوم ضريب 2

درسيستم هگزاگونال: علامت اول ضريب 1 وعلائم دوم و سوم ضريب 3

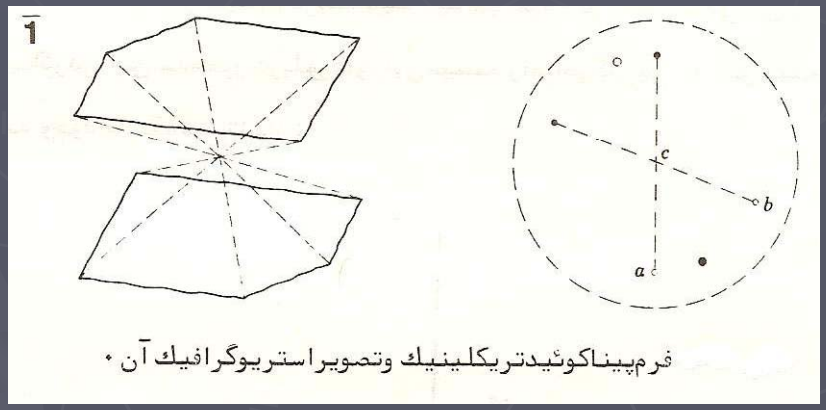
در سيستم مكعبي: علامت اول ضريب3،علامت دوم ضريب4و علامت سوم ضريب 6.

رده‌های سیستم تریکلینیک

نام رده (گروت)	عناصر تقارنی	نامگذاری هرمان‌مولین
تریکلینیک پیناکوئیدال	یک‌محور درجه ۱ معکوس یایک مرکز تقارن	$\bar{1}$
تریکلینیک پدیال	فاقدعناصرتقارنی یا یک محوردرجه ۱ساده	1

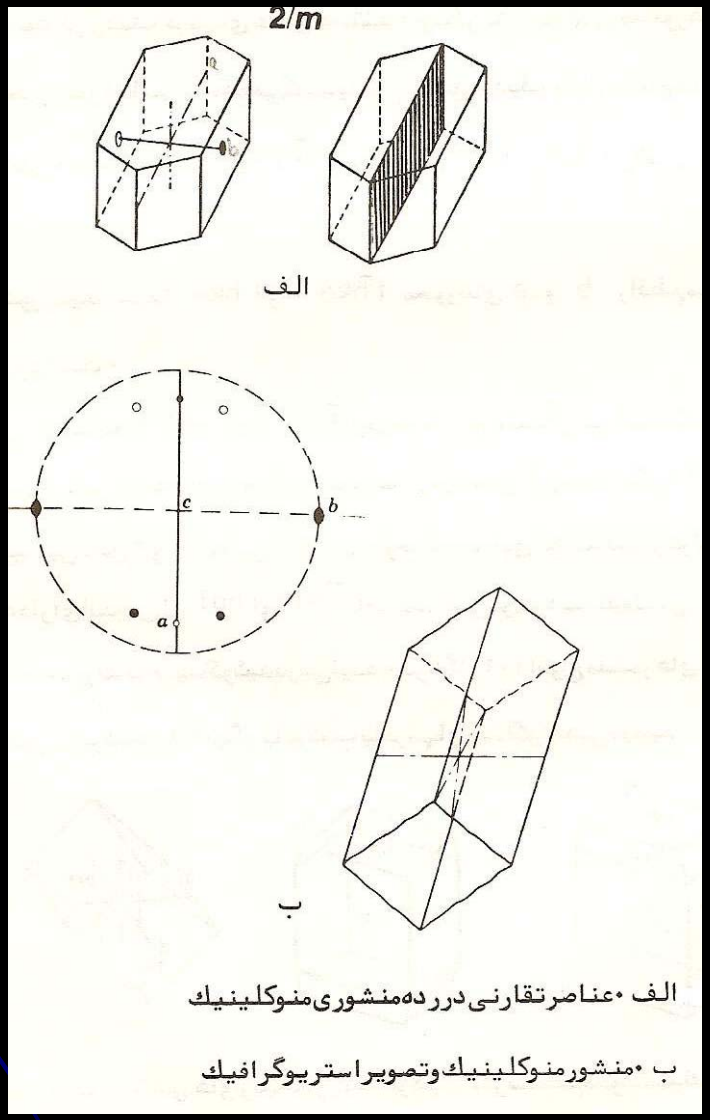


تریکلینیك پدیال وتصویر استریوگرافیك آن ٠



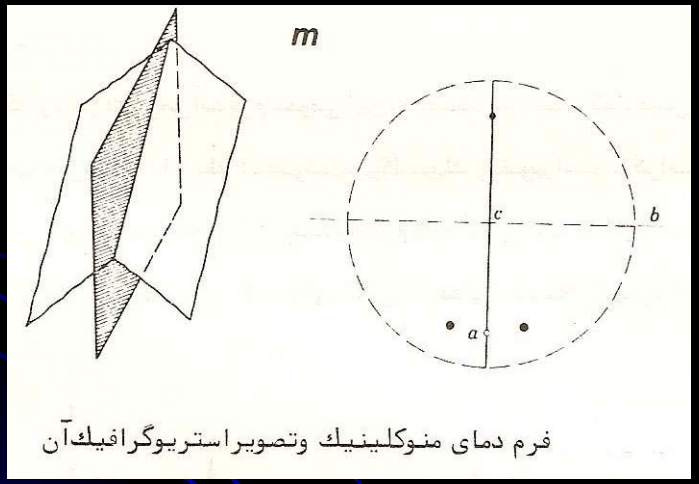
فرم‌پیناکوئیدتریکلینیك وتصویراستریوگرافیك آن ٠

رده های سیستم منوکلینیک		
نام رده گروت	عناصر تقارنی	نامگذاری (هرمان-وگین)
۱-منوکلینیک منشوری	یک محور درجه ۲ عمود بر سطح تقارن	2/m
۲-منوکلینیک دماتیک	یک سطح تقارن	m
۳- منوکلینیک اسفنوئیدال	یک محور درجه ۲	2

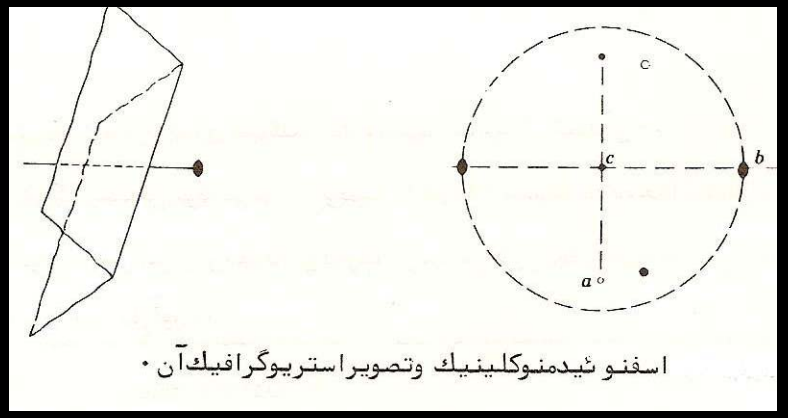


الف ۰عناصر تقارنی در رده منشوری منوکلینیک

ب ۰منشور منوکلینیک و تصویر استریوگرافیک



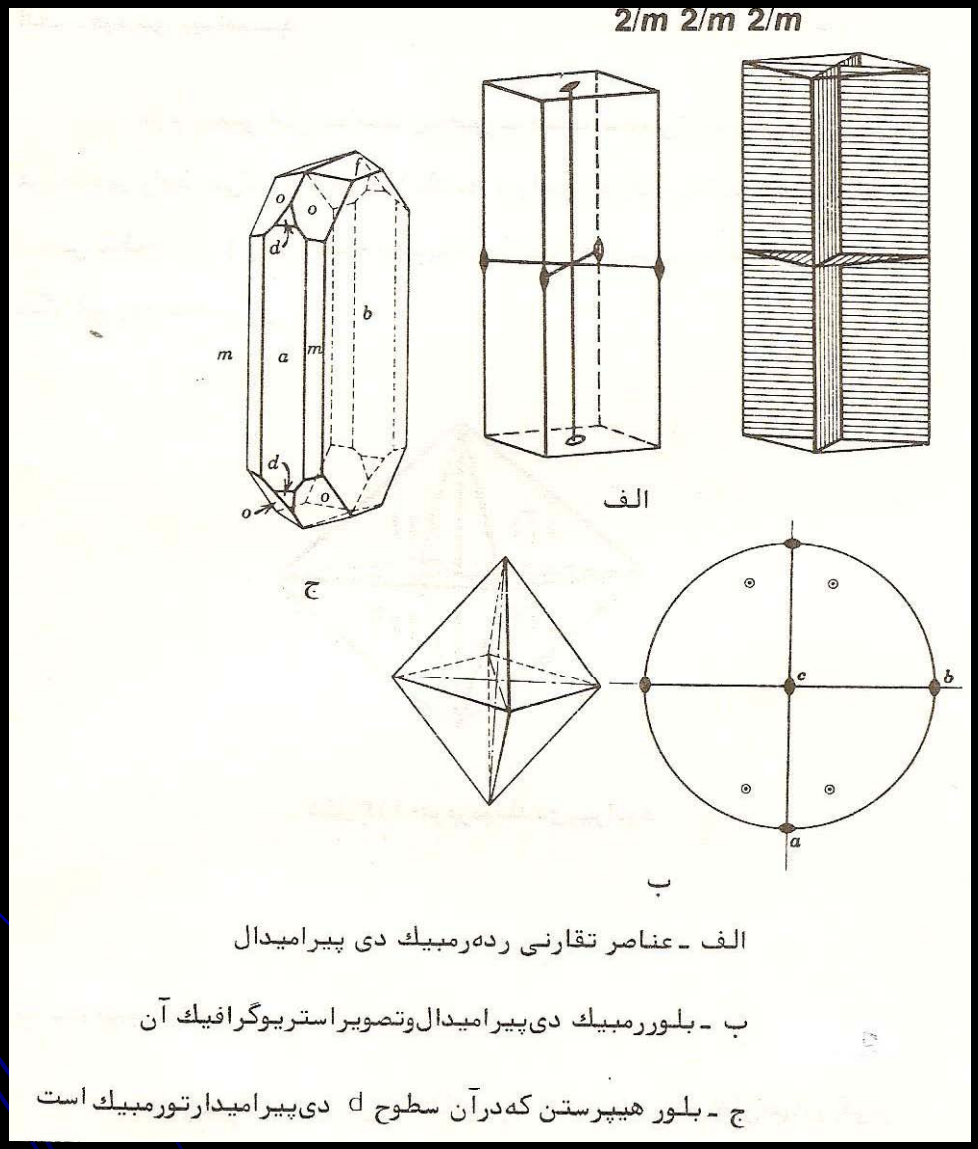
فرم دمای منوکلینیک وتصویراستریوگرافیک آن



اسفنو ئیدمنوکلینیک وتصویراستریوگرافیک آن ۰

رده های سیستم ارتورمبیک

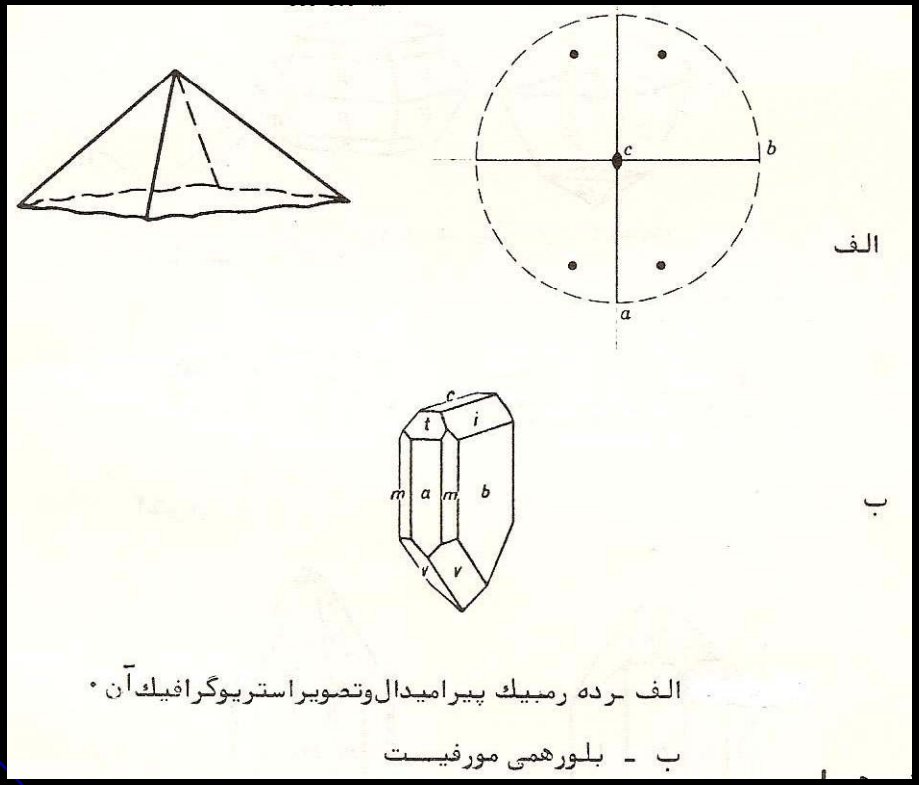
نام رده گروت	عناصر تقارنی	نام‌گذاری (هرمان موگین)
۱ـ رده رمبیک دی پیرا ـ سیدال	۳ محور درجه ۲ عمود بر سطح تقارن	2/m 2/m 2/m
۲ـ رده رمبیک پیرامید ـ ال	دو سطح تقارن بموازات محور های a و b یک محور درجه ۲ بموازات محور c	mm_2
۳ـ رده رمبیک دی ـ اسفنوئیدال	سه محور درجه ۲ بموازات سه محور بلورشناسی	222



الف ـ عناصر تقارنی رده‌رمبیك دی پیرامیدال

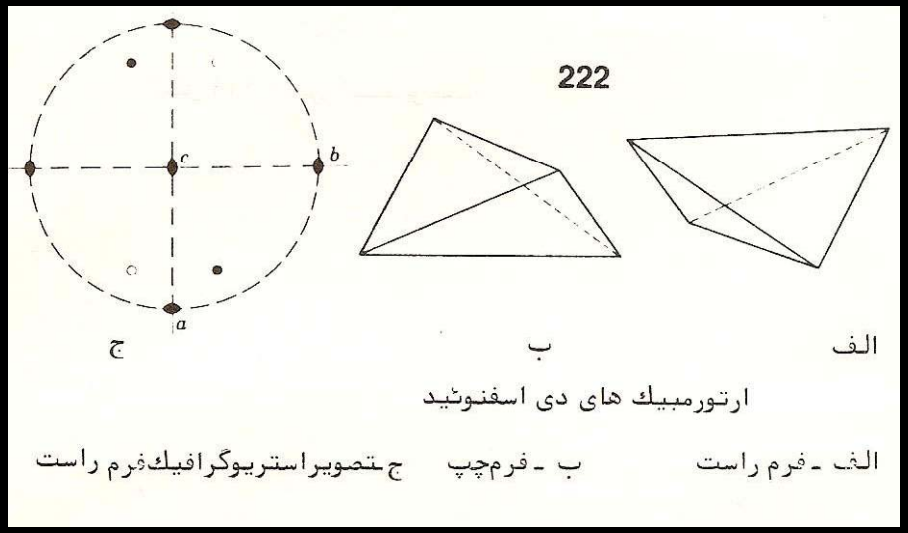
ب ـ بلوررمبیك دی‌پیرامیدال‌وتصویراستریوگرافیك آن

ج ـ بلور هیپرستن که‌درآن سطوح d دی‌پیرامیدارتورمبیك است



الف ـ رده رمبیك پیرامیدال وتصویر استریوگرافیك آن ٠

ب ـ بلورهمی مورفیـــت



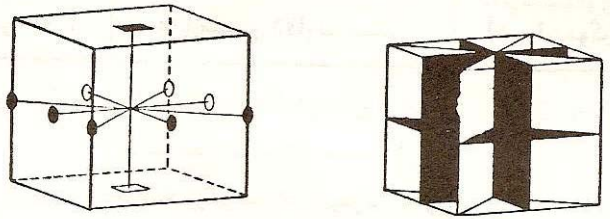
ارتورمبیك های دی اسفنوئید

الف ـ فرم راست ب ـ فرم چپ ج ـ تصویر استریوگرافیك فرم راست

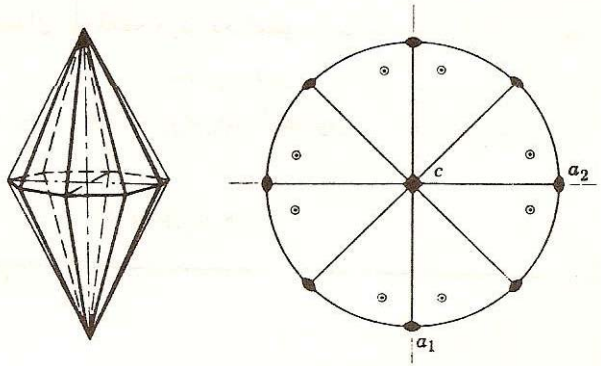
رده‌های سیستم تتراگونال

نام رده (گروت)	عناصر تقارنی	نام گذاری (هرمان‌موگین)
۱- دی‌تتراگونال دی‌پیرامیدال	یک‌محور درجه ۴ودومحور درجه ۲ هرسه‌عمودبرسطح تقارن	4/m 2/m 2/m
۲-تتراگونال اسکالنوهدرال	یک‌محور درجه ۴معکوس-۲محور درجه ۲- ۲سطح تقارن	$\bar{4}$2 m
۳- دی‌تتراگونال‌پیرامیدال	یک‌محور درجه ۴وچهارسطح تقارن	4 mm
۴- تتراگونال‌ترا‌پزوهدرال	یک‌محور درجه ۴وچهارمحور درجه ۲	422
۵- تتراگونال‌دی‌پیرامیدال	یک‌محور درجه ۴عمودبرسطح تقارن افقی	4 / m
۶- تتراگونال‌دی‌اسفنوئید - ال	یک محور درجه ۴ معکوس	$\bar{4}$
۷- تتراگونال پیرامیدال	یک محور درجه ۴	4

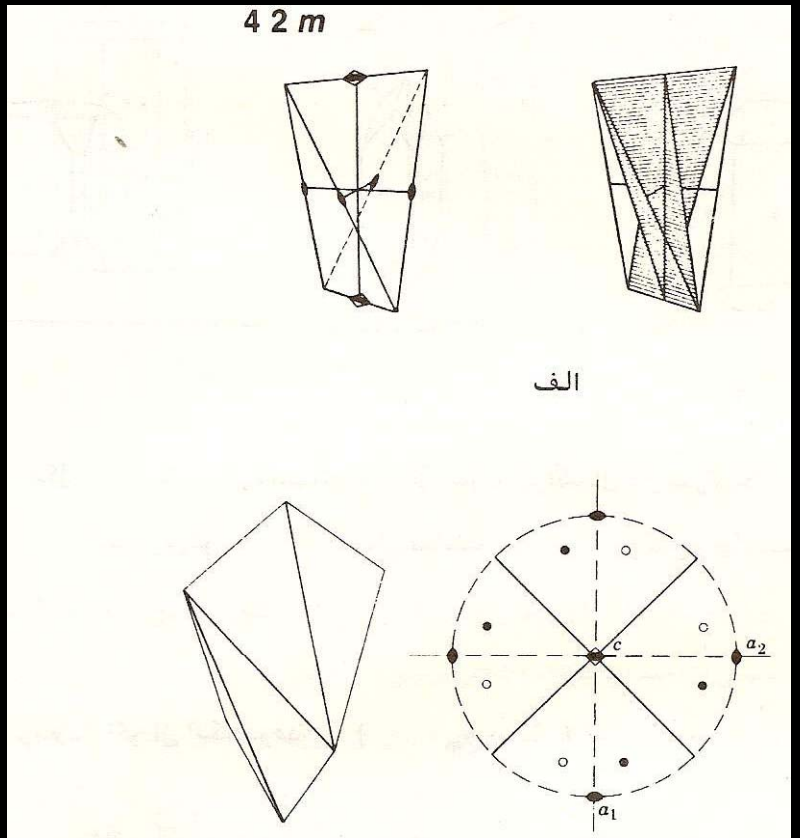
4/m 2/m 2/m



۱۲۱. موقعیت محورها وسطوح تقارنی دررده‌دی‌تتراگونال‌دی‌پیرامیدال.

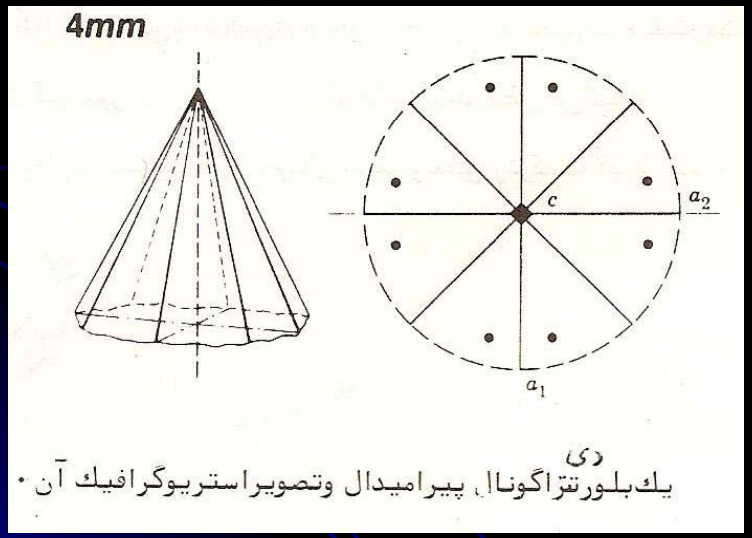


یك‌دی پیرامیددی‌تتراگونال وتصویراستریوگرافیك‌آن.

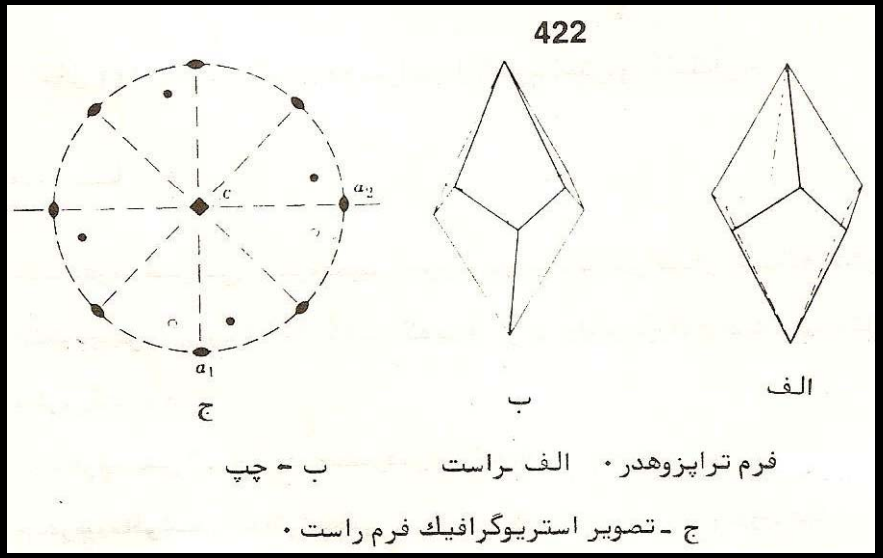


الف ـ موقعیت محورها و سطوح تقارنی ٠

ب ـ یك تتراگونال اسکالئوهدرال و تصویر استریوگرافیك آن ٠

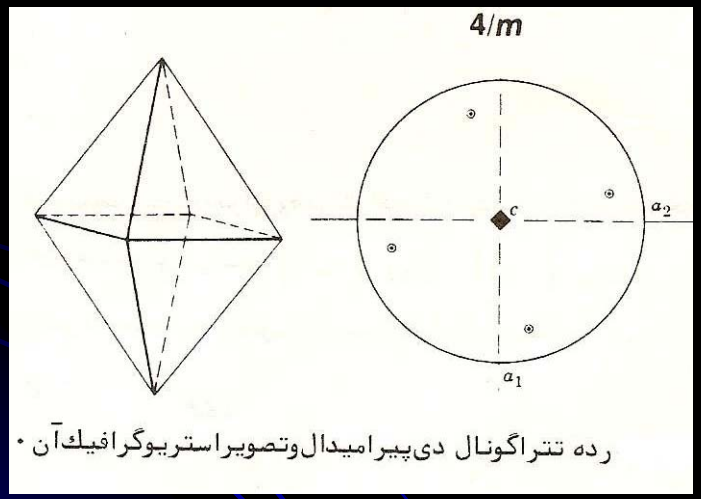


ی
یك بلورتتراگونال پیرامیدال وتصویراستریوگرافیك آن ٠

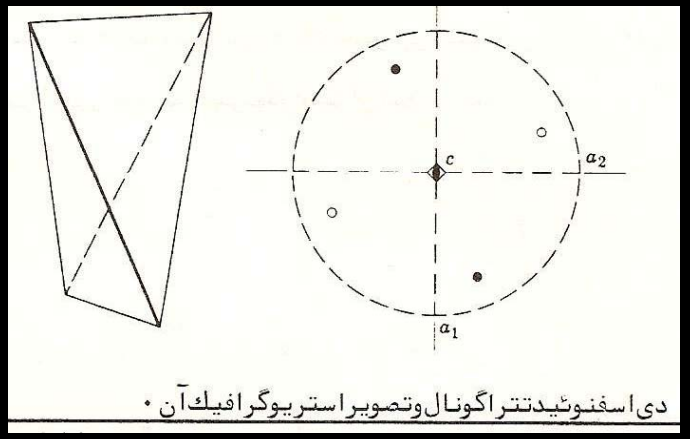


فرم تراپزوهدر ٠ الف ـ راست ب ـ چپ

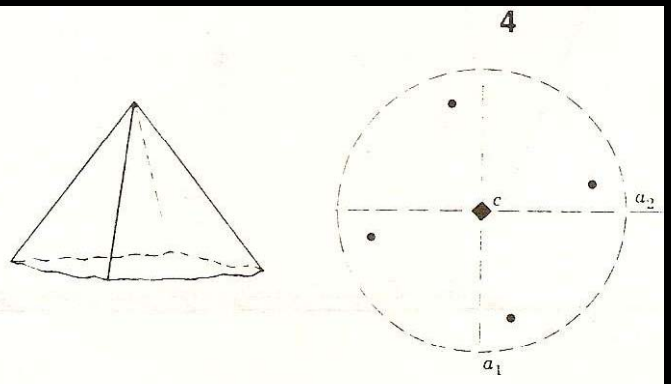
ج ـ تصویر استریوگرافیك فرم راست ٠



رده تتراگونال دی‌پیرامیدال وتصویراستریوگرافیک آن ۰



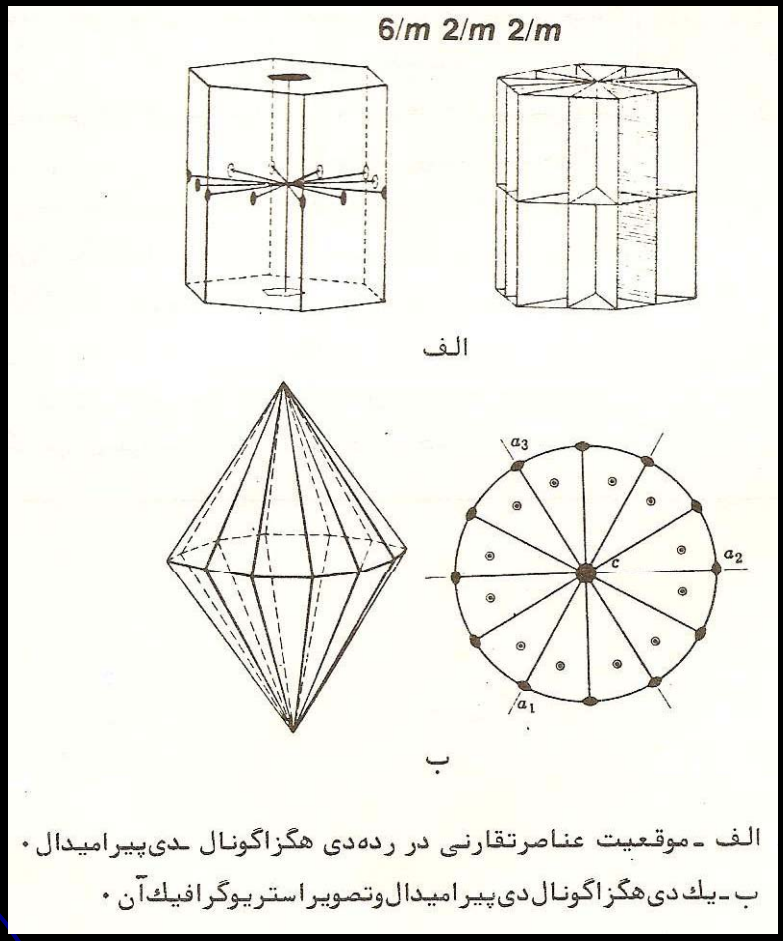
دی‌اسفنوئیدتتراگونال وتصویراستریوگرافیک آن ۰



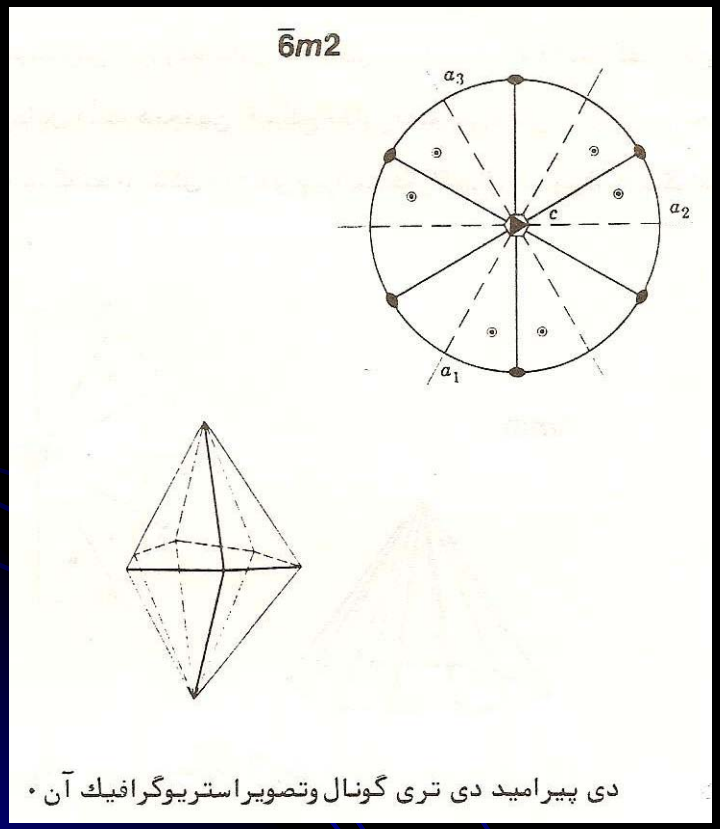
پیرامیدتتراگونال وتصویراستریوگرافیك آن ۰

رده‌های سیستم هگزاگونال

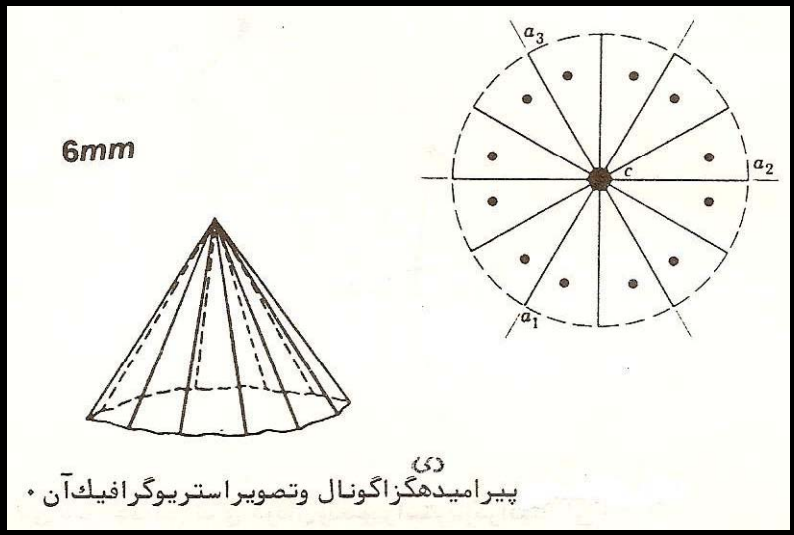
	نام رده (گروت)	عناصر تقارنی	نام‌گذاری هرمان‌موگین
رمبوهدری	۱ـ هگزاگونال اسکالنوهدرال	یک‌محور درجه ۳ معکوس ـ سه محور درجه ۲ عمودبر سطح تقارن	$\bar{3}2/m$
	۲ـ رده دی‌تریگونال‌پیرامیدال	یک‌محور درجه ۳ـ سه سطح تقارن	3m
	۳ـ رده تریگونال‌تراپزو ـ هدرون	یک‌محور درجه ۳ وسه‌محور درجه ۲	32
	۴ـ رده رمبو هدرال	یک محور درجه ۳ معکوس	$\bar{3}$
	۵ـ رده تریگونال‌پیرامیدال	یک محور درجه ۳	3
هگزاگونال	۱ـ رده‌دی‌هگزاگونال‌دی‌پیرا ـ میدال	یک‌محور درجه ۶ و ۶ محور درجه ۲ عمودبر سطح تقارن	6/m 2/m 2/m
	۲ـ دی‌تریگونال‌ـ دی‌پیرا ـ میدال	یک‌محور درجه ۶ انعکاسی و سه سطح تقارن وسه‌محور درجه ۲	$\bar{6}$ m 2
	۳ـ دی‌هگزاگونال‌پیرامیدال	یک‌محور درجه ۶ و ۶ سطح تقارن	6 m m
	۴ـ هگزاگونال‌ـ تراپزوهدرال	یک‌محور درجه ۶ و ۶ محور درجه ۲	622
	۵ـ هگزاگونال‌ـدی‌پیرامیدال	یک‌محور درجه ۶ عمودبر سطح تقارن	6/m
	۶ـ تریگونال‌ـ دی‌پیرامیدال	یک‌محور درجه ۶ انعکاسی	$\bar{6}$
	۷ـ هگزاگونال‌پیرامیدال	یک‌محور درجه ۶ ساده	6



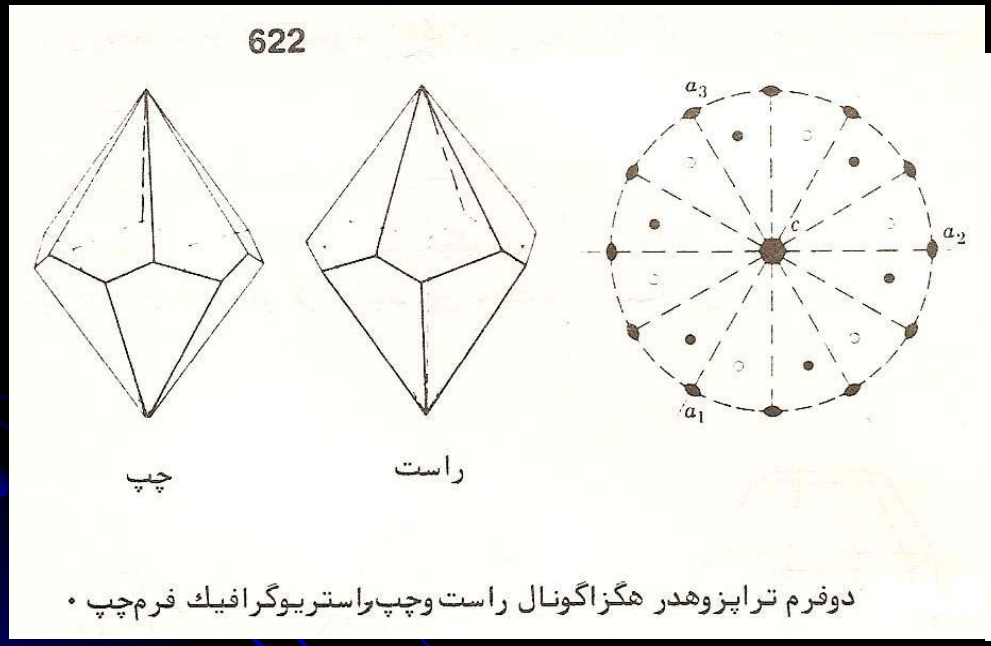
الف ـ موقعیت عناصرتقارنی در رده‌دی هگزاگونال ـ دی‌پیرامیدال ۰
ب ـ یك دی‌هگزاگونال دی‌پیرامیدال وتصویر استریوگرافیك آن ۰



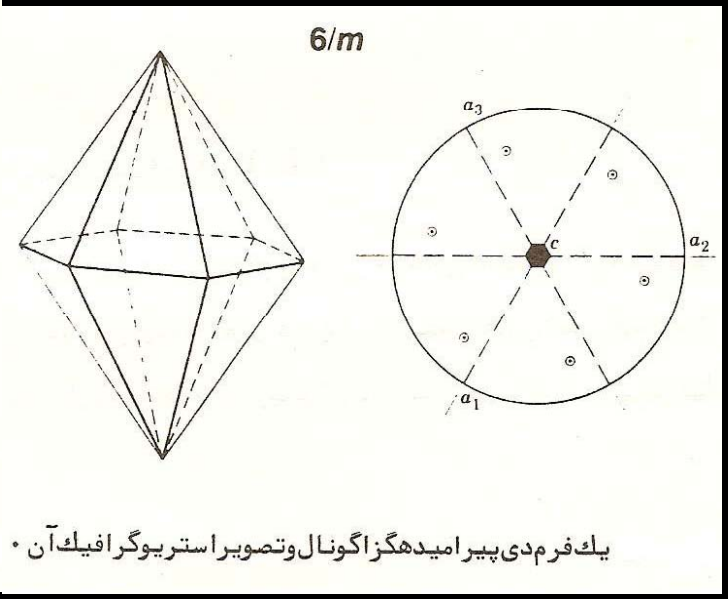
دی پیرامید دی تری گونال وتصویراستریوگرافیك آن ۰



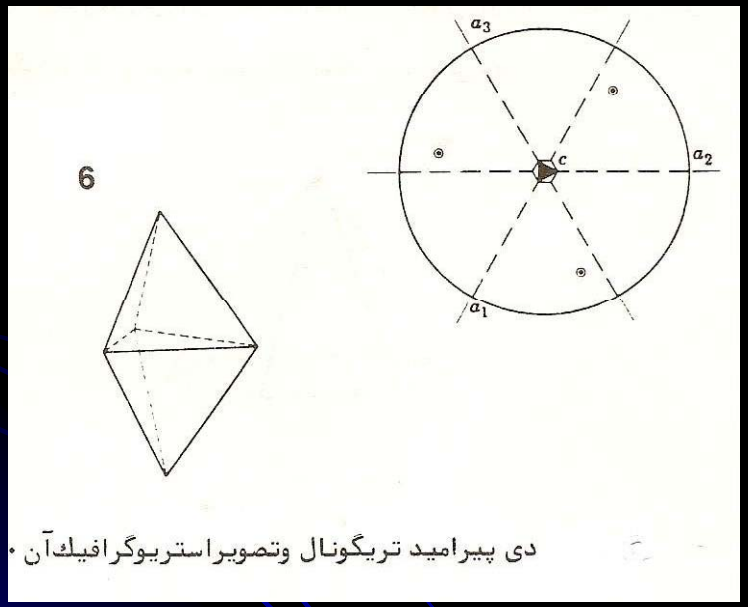
(د)
پیرامیدهگزاگونال وتصویراستریوگرافیك‌آن ۰



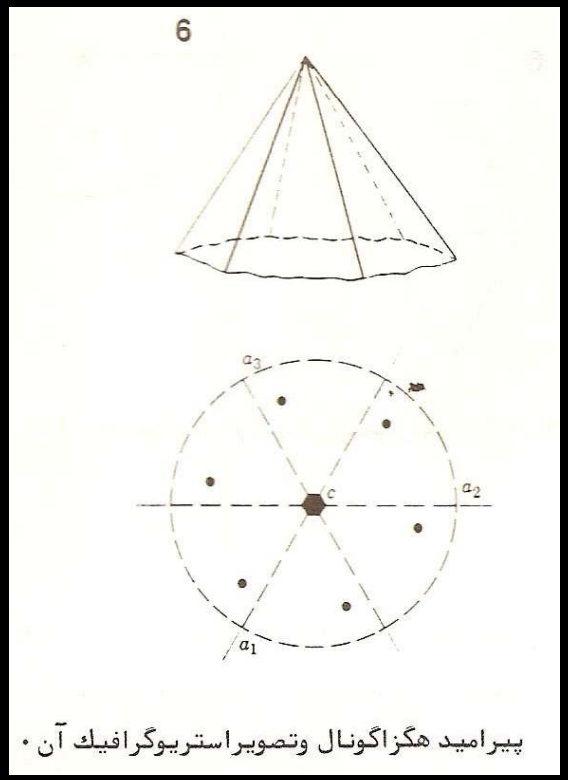
دوفرم تراپزوهدر هگزاگونال راست وچپ‌راستریوگرافیك فرم‌چپ ۰



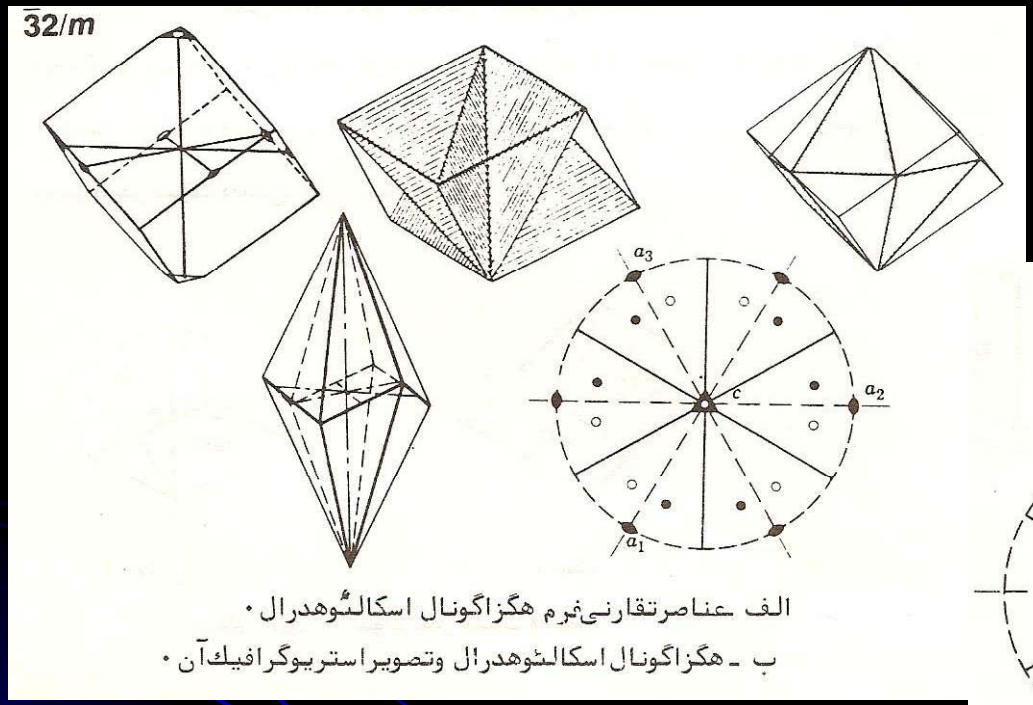
یك‌فرم‌دی‌پیرامیدهگزاگونال‌وتصویراستریوگرافیك‌آن ۰



دی پیرامید تریگونال وتصویراستریوگرافیك آن ٠

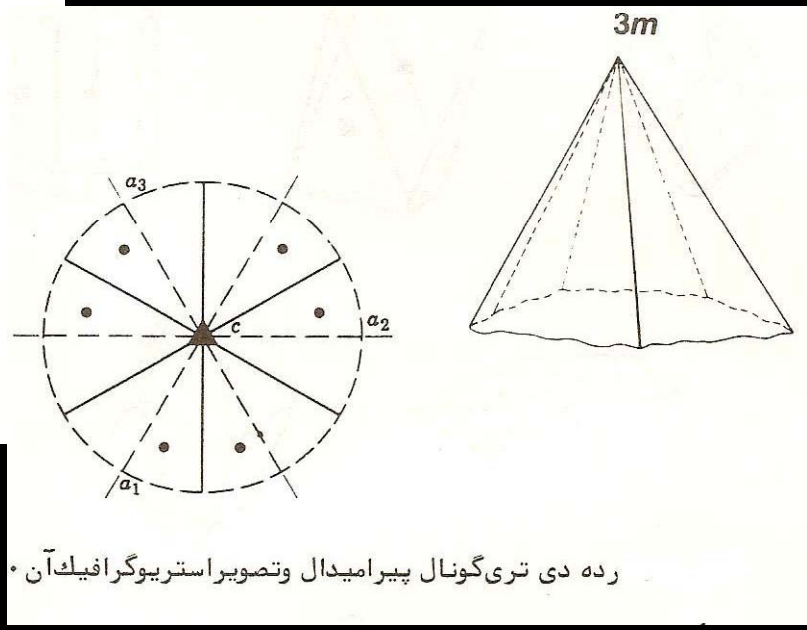


پیرامید هگزاگونال وتصویراستریوگرافیك آن ٠

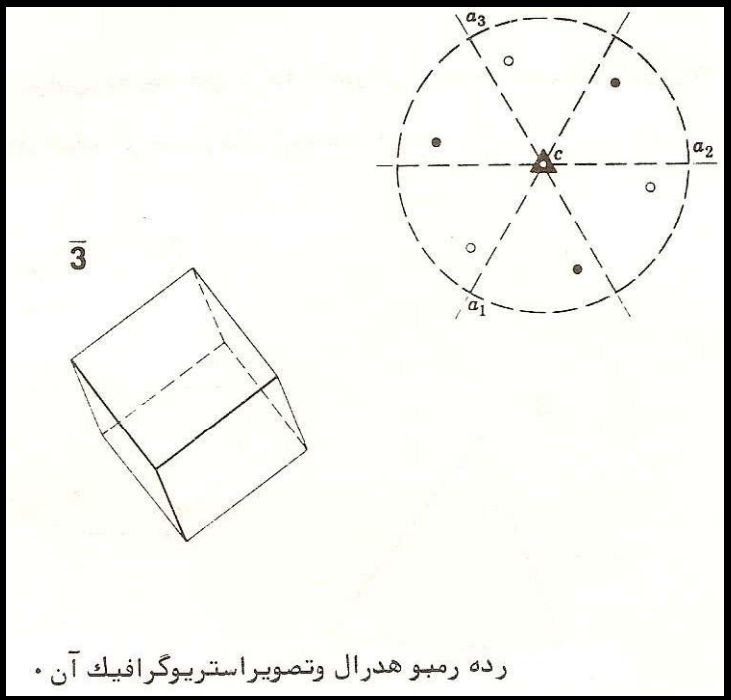


الف ـ عناصرتقارنی‌نرم هگزاگونال اسکالئوهدرال ۰

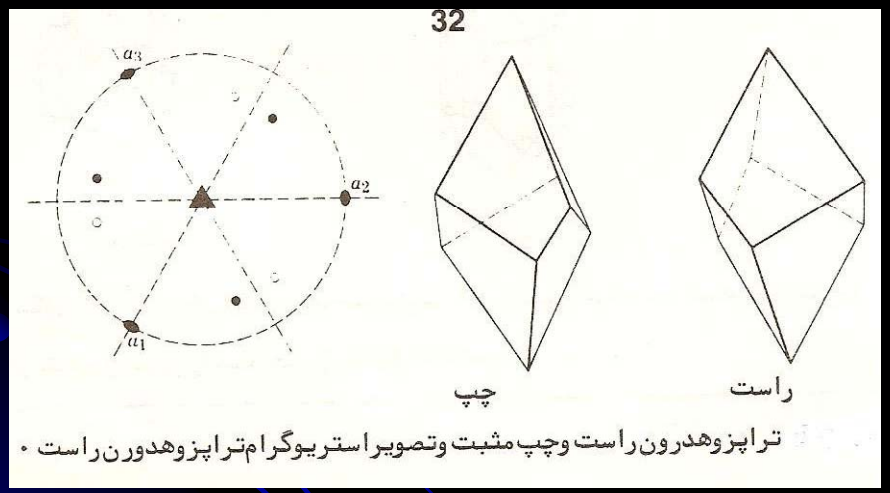
ب ـ هگزاگونال اسکالئوهدرال وتصویراستریوگرافیك‌آن ۰



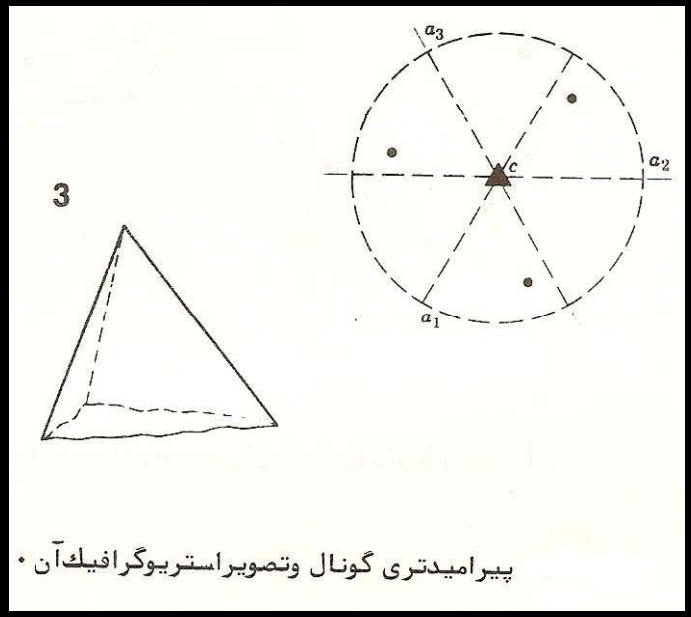
رده دی تری‌گونال پیرامیدال وتصویراستریوگرافیك‌آن ۰



رده رمبو هدرال وتصویر استریوگرافیك آن .



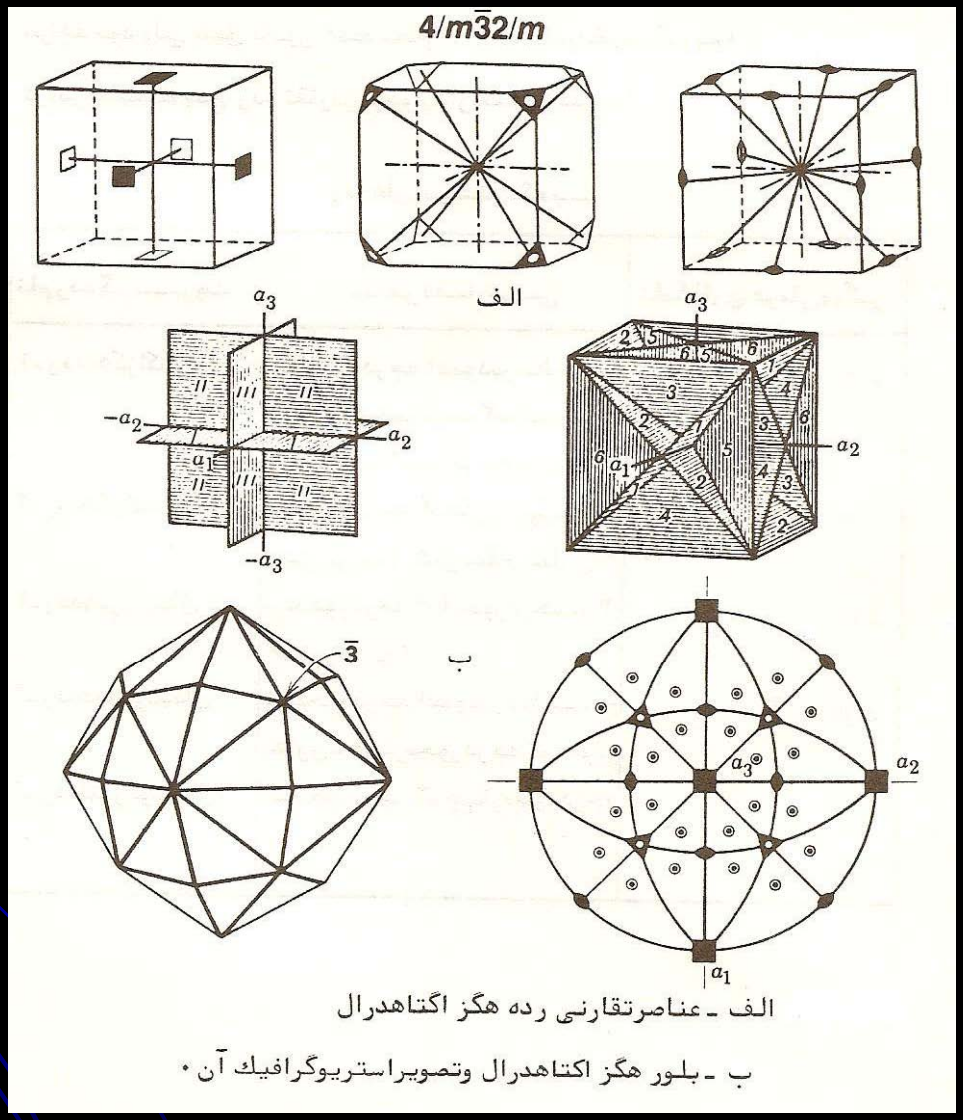
تراپزوهدرون راست وچپ مثبت وتصویر استریوگرام تراپزوهدورن راست .



پیرامیدتری گونال وتصویراستریوگرافیك آن ۰

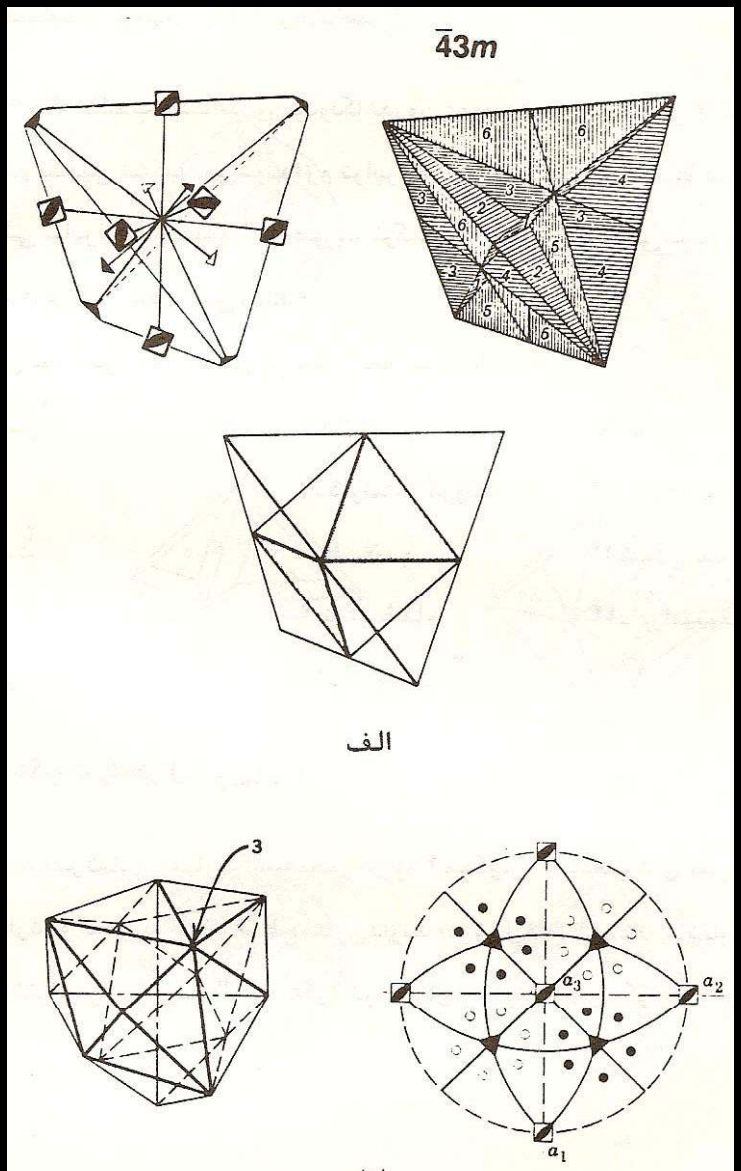
رده‌های سیستم مکعبی

نام رده گروت	عناصر تقارنی	نامگذاری هرمان‌موگین
۱- رده هگزاکتاهدرال	سه‌محور درجه ۴ عمودبر سطح تقارن - ۴ محور درجه ۳ معکوس ۶ محور درجه ۲ عمودبر سطح تقارن	$4/m\ \bar{3}\ 2/m$
۲- رده‌هگزاتتراهدرال	سه‌محور درجه ۴ معکوس - چهار محور درجه ۳ - شش سطح تقارن	$\bar{4}3m$
۳- رده‌ژیروئیدال	سه‌محور درجه ۴ - ۴ محور درجه ۳ ۶ محور درجه ۲	$43\ 2$
۴- رده‌دیپلوئیدال	سه‌محور درجه ۲ عمودبر سطح تقارن - چهار محور درجه ۳ معکوس	$2/m\ \bar{3}$
۵- رده‌تتارتوئیدال	سه‌محور درجه ۲ - چهار محور درجه ۳	23



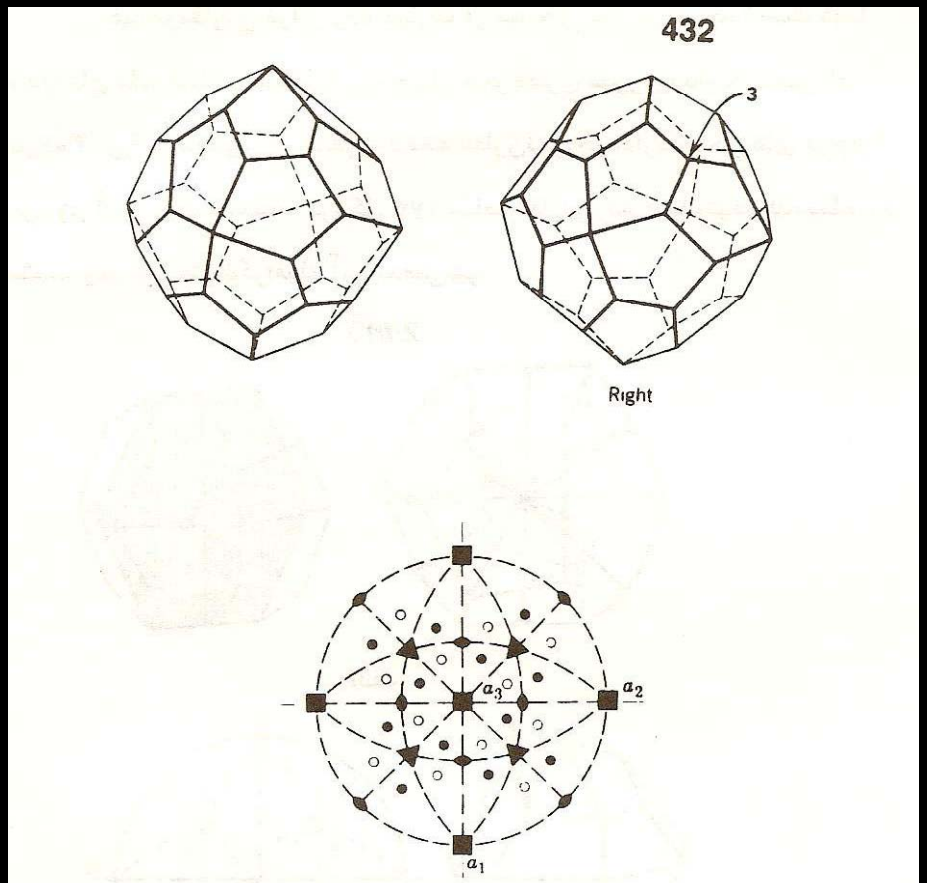
الف ـ عناصرتقارنی رده هگز اکتاهدرال

ب ـ بلور هگز اکتاهدرال وتصویراستریوگرافیك آن ٠



الف ـ عناصرتقارنی رده هگزاتتراهدرال

ب ـ بلور هگزاتتراهدرال وتصویر استریوگرافیك آن.

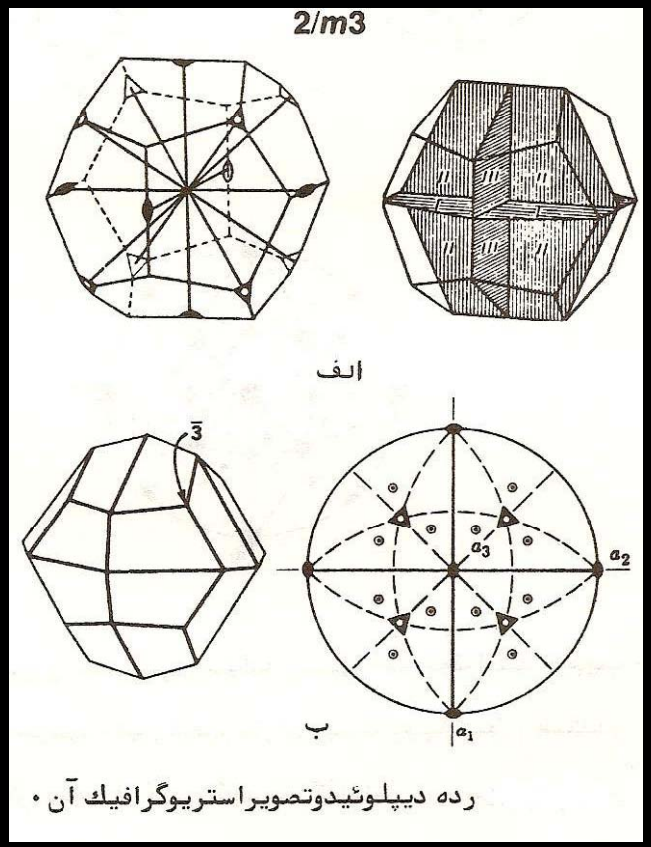


فرم های راست وچپ ژیروئید وتصویر استریوگرافیك فرم‌چپ ۰

همان گونه که‌دیده‌می‌شود ۰ این دوفرم دارای بیست وچهار سطح هستندو

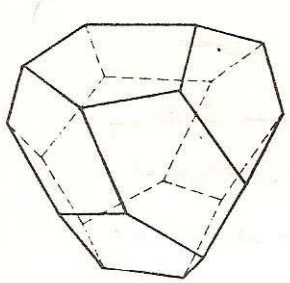
انانتیومرف یکدیگرند باحذف کانی کوپریت که‌ابتدا تصور می‌شـدبه این رده

تعلق داردهیچ کانی شناخته شده‌ای برای این رده وجود ندارد ۰

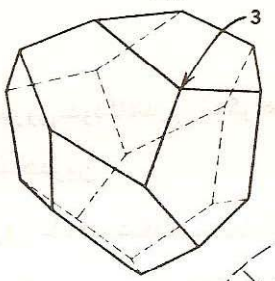


رده دیپلوئیدوتصویراستریوگرافیك آن ۰

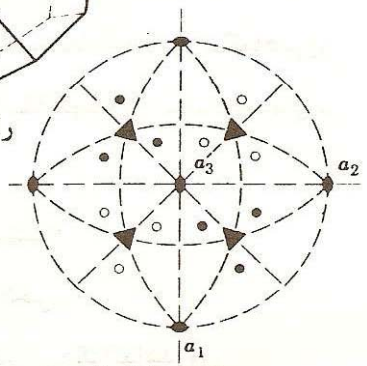
23



چپ



راست



فرم تتارتوئید مثبت راست وچپ وتصویراستریوگرافیك فرم‌راست‌مثبت ۰

علاوه‌براین‌فرمها ،فرمهای‌مکعب ،دودکاهدرون- پیریتوهدرون-تتراهدرون ودلتوئیددودکاهدرون- نیز دراین‌رده‌تشکیل‌می‌شوند ۰کانی، کوبالتیت ،مهمترین کانی‌این‌رده‌است ۰

بخش چهارم

ماکل و انواع آن

ماكل و عناصر ماكل

تداخل يا هم رشدي متقارن تعداد 2 يا بيشتري از بلورهاي يك كاني را دوقلوئي يا ماكل مي گويند. بايد دانست كه بلورهاي دو قلو داراي عناصر تقارني ويژه اي هستند كه با عناصر تقارني بلورها متفاوت است. عناصر ماكل عبارتند از:

1 – سطح ماكل، كه منجر به تكرار آينه اي سطوح در دو بلور مي شود.

2 – محورماكل كه حول آن سطوح دوبلوربا زاويه 180درجه تكرارمي شوند.

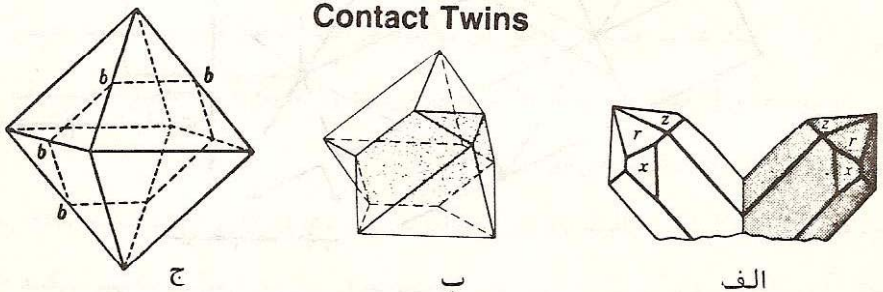
3 – مركز ماكل

صفحه اي را كه درآن دو واحد دوقلوئي بهم ملحق مي شوند، صفحه تركيب مي گويند.

انواع ماكل

دوقلوئي بصور تداخلي، تماسي و يا تكراري ديده مي شود. در دوقلوهاي تماسي يك صفحه تركيبي مشخص دو واحد دوقلوئي را از هم جدا مي كند واين دوقلوها داراي يك سطح دوقلوئي هستند. دردوقلوهاي تداخلي واحدهاي دوقلوئي داراي يك صفحه تركيبي نامنظم هستند ولي حول محور دوقلوئي داراي تقارن هستند.دوقلوهاي تكراري شامل 3 يا تعداد بيشتري از بلورهاي يك كاني هستند كه بر اساس يك قاعده مشترك كنار يكديگر قرار مي گيرند.حال اگر صفحات تركيبي موازي باشند، ماكل پلي سنتتيك شكل مي گيرد.

Contact Twins



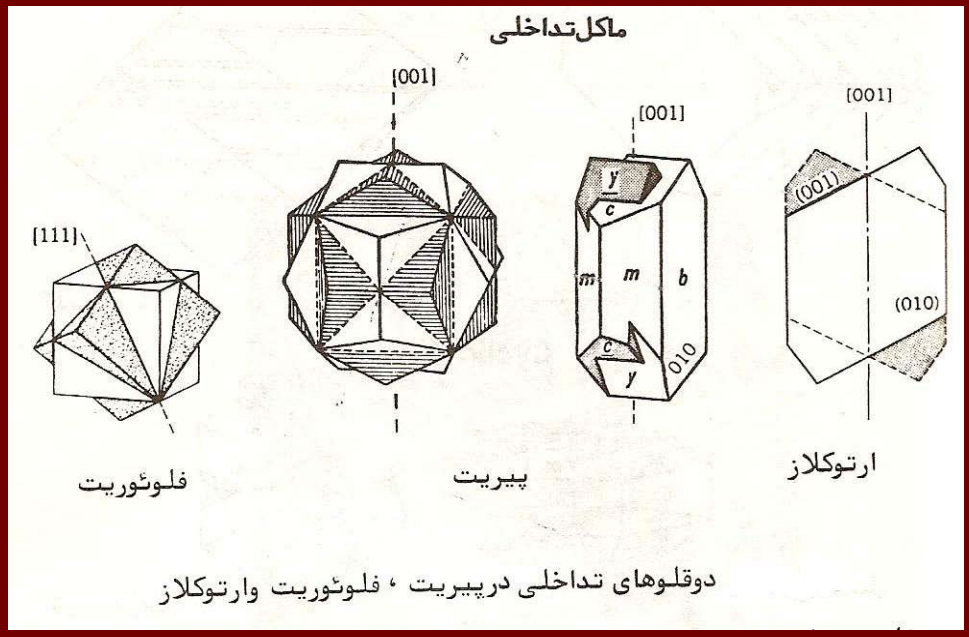
ج ب الف

دوقلوهای تماسی دراسپینـــل وکوارتز ۰

الف ـ ماکل تماسی درکوارتز

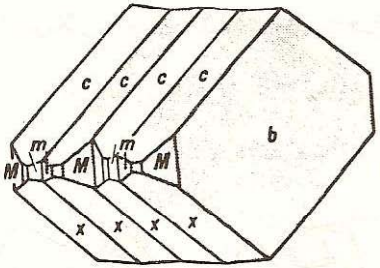
ب ـ ماکل تماسی دراسپینـل

ج ـ سطح ماکل ممکن دربلور اکتاهدرون

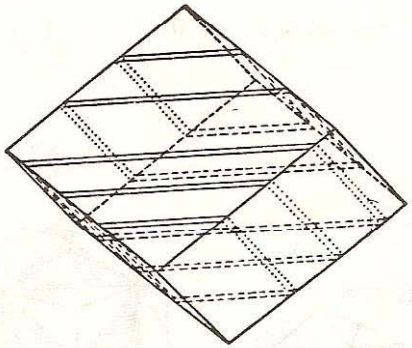


دوقلوهای تداخلی درپیریت ، فلوئوریت وارتوکلاز

ماکل تکراری

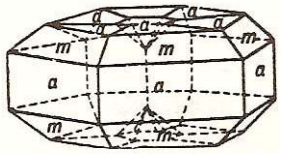


آلبیت

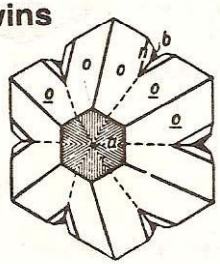


کلسیت

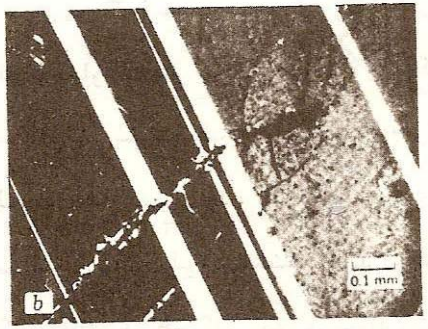
Cyclic Twins



روتیل



کریزوبریل



دوقلوهای تکراری یا پلی سنتتیک .

قانون دوقلوئي

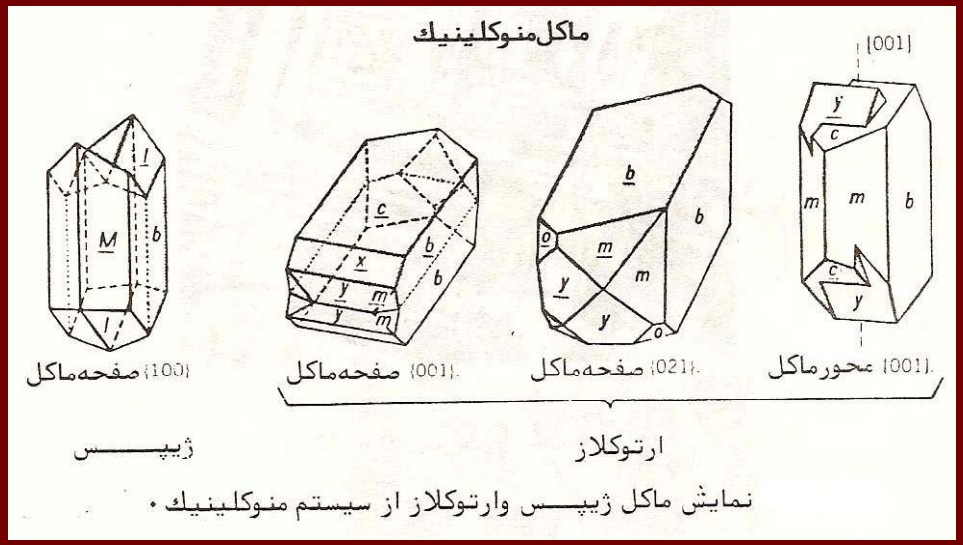
نوع ماكل مشهود در كانيهاي مختلف با توجه به سيستم تبلور آنها متفاوت است.اين موضوع را قانون ماكل يا قانون دوقلوئي مي گويند.ذيلاً ماكلهايي را كه در سيستمهاي مختلف بلورشناسي امكان تشكيل دارند، بررسي مي نمائيم.

الف-سيستم تريكلينيك

از ميان بلورهاي اين سيستم ماكل فلدسپات ها شايان ذكر است.آنها طبق قانون آلبيت با سطح ماكل (010) دوقلو مي شوند.يكي ديگر از ماكلهاي اين سيستم ماكل پريكلين است كه محور ماكل آن (010) است.اغلب اوقات ماكلهاي پريكلين و آلبيت با يكديگر تركيب شده و طرحي موسوم به طرح تارتان (شطرنجي) تشكيل مي دهند.اين طرح در ميكروكلين ديده شده و فقط در مطالعه ميكروسكوپي قابل رؤيت است.

ب- سيستم مونوكلينيك

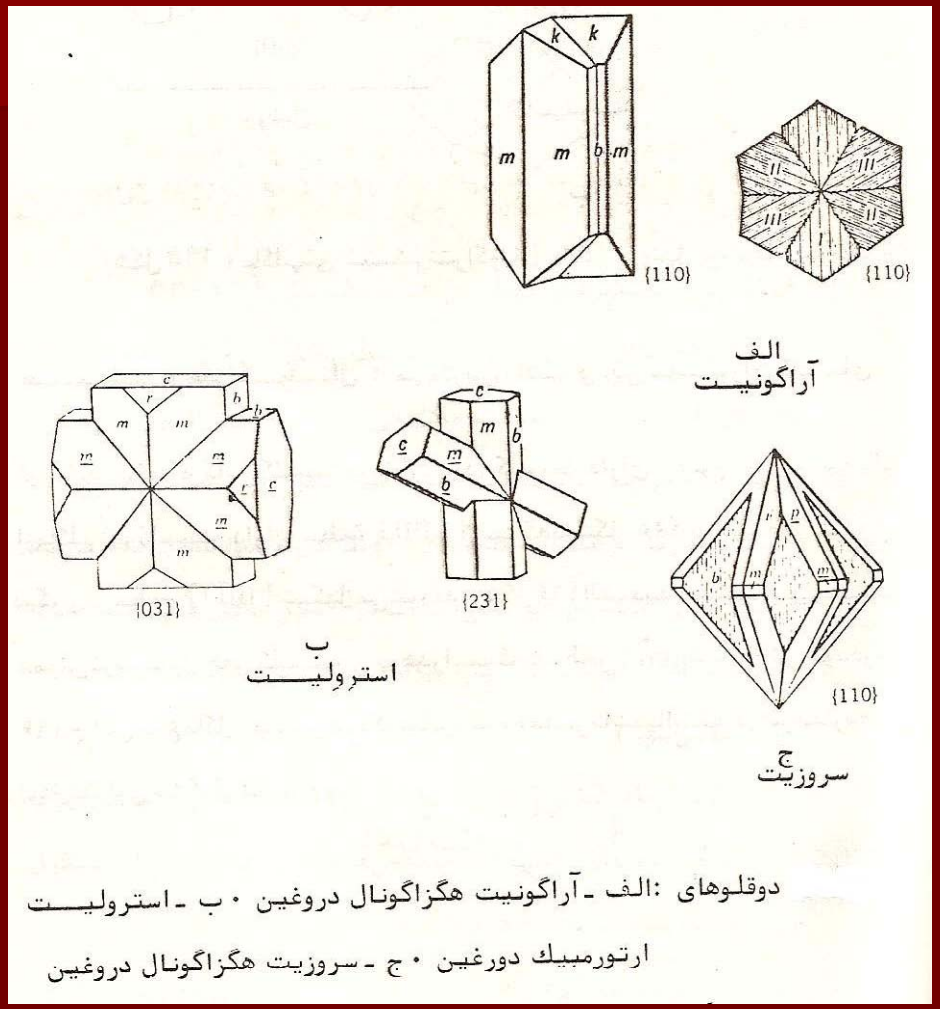
در اين سيستم دوقلويي در امتداد سطوح (100) & (001) اتفاق مي افتد.ژيپس در امتداد سطح (100) ماكله مي شود.فلدسپاتها نيز سه نوع ماكل نشان مي دهند.يكي از اين ماكلها ماكل مانباخ است كه در امتداد سطح (001) اتفاق مي افتد.ماكل ديگري كه در امتداد سطح (021) اتفاق مي افتد، ماكل باونو است.مهمترين ماكل در ارتوزها ماكل كارلسباد است كه ماكل تداخلي بوده و در آن محورC يا محور 001 عامل ماكل است.در اين حالت دو واحد ماكل بر روي سطوح نامنظمي كه به موازات سطح (010) هستند،تداخل مي كنند.



نمایش ماکل ژیپس وارتوکلاز از سیستم منوکلینیک.

ج- سيستم ارتورومبيك

در اين سيستم معمولاً ماكلها به موازات سطوح منشوري تشكيل مي شوند.در بلورهاي آراگونيت ماكلهاي تماسي و حلقوي و در بلورهاي سروزيت ماكل حلقوي ديده مي شود كه همگي روي سطح (110) ماكله مي شوند.در آراگونيت مشاهده ساختمان هگزاگونال دروغين معلول وجود زاويه 60 درجه در بين دو سطح (110) & (1-10) است.كاني مونوكلينيك استارولیت با ظاهر ارتورومبيك دروغين، داراي دو نوع ماكل تداخلي است كه يكي داراي سطح ماكل (031) بوده و زاويه بين دو بلور 90 درجه است.در ديگري سطح ماكل (231) و زاويه بين دو بلور 60 درجه مي باشد.



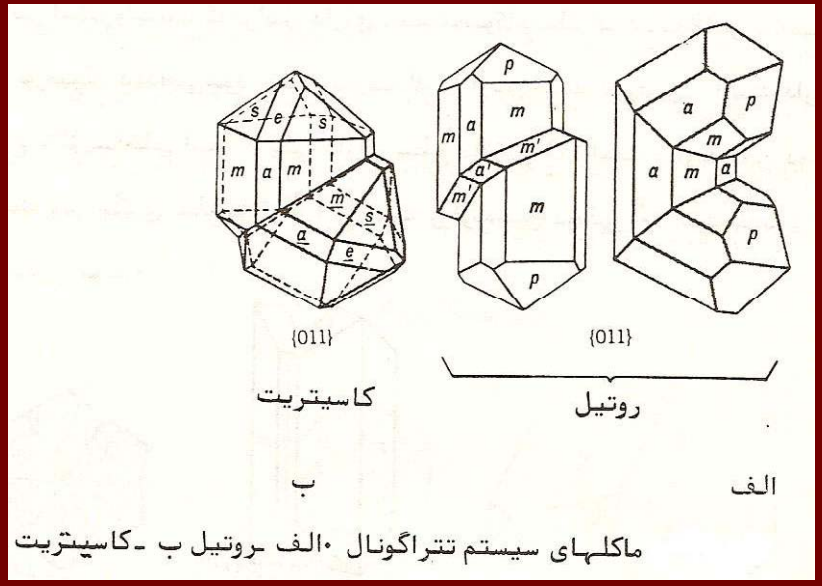
دوقلوهای :الف ـ آراگونیت هگزاگونال دروغین • ب ـ استرولیت ارتورمبیك دورغین • ج ـ سروزیت هگزاگونال دروغین

د- سيستم تتراگونال

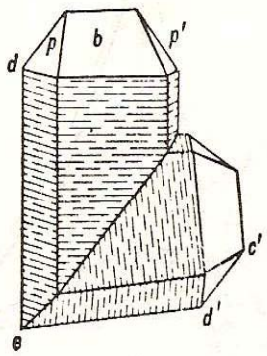
ماكل هاي اين سيستم عموماً داراي سطح (011) هستند مانند ماكلهاي كاسيتريت و روتيل.

هـ- سيستم هگزاگونال

مهمترين ماكلهاي اين سيستم را در كربناتها به خصوص كلسيت مي توان ديد.كلسيت داراي سه نوع ماكل است.يكي داراي سطح (0001)، ديگري در سطح (10-11) وسومي ماكل رايج رومبوئدربا سطح (01-12) ميباشد.كاني كوارتز نيز سه نوع ماكل نشان مي دهد. ماكل برزيلي ناشي از تداخل دو بلور چپ و راست، ماكل دافينه كه در آن محور ماكل به موازات محور C قرار دارد و ماكل ژاپني كه در آن زاويه بين دو بلور 84 درجه است.

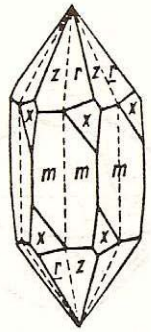


ماکلهای سیستم تتراگونال ۰الف ـروتیل ب ـکاسیتریت



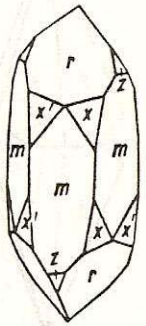
{11$\bar{2}$2}

ج



{0001}

ب



{11$\bar{2}$0}

الف

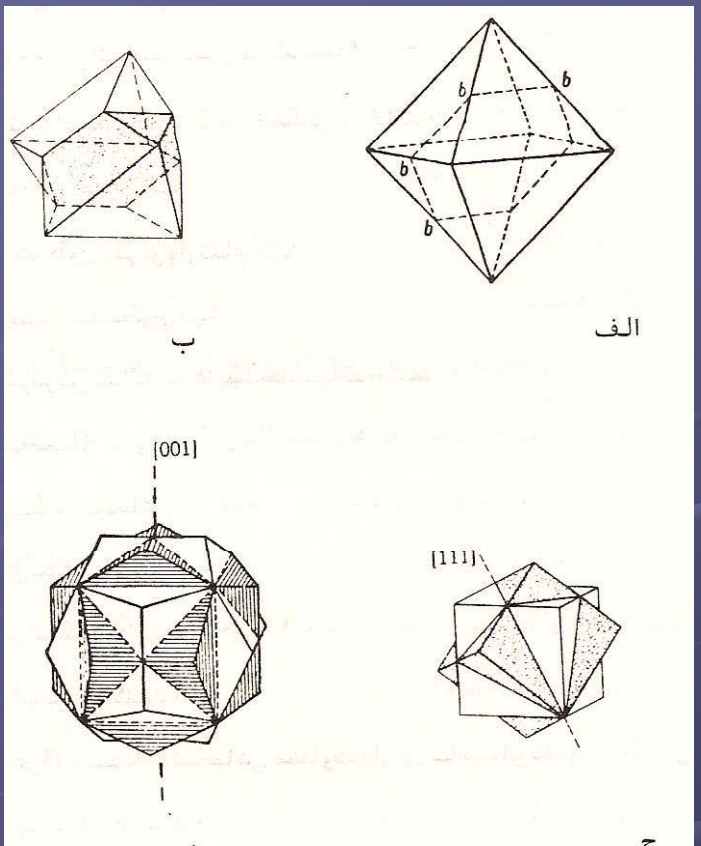
الف ـ ماکل برزیلی

ب ـ ماکل دافینه

ج ـ ماکل ژاپنی

و – سيستم مكعبي

در رده هولوهدري سيستم مكعبي بجز چند مورد استثنائي عموماً محورماكل يك محوردرجه3است وسطح دوقلوئي نيزبه موازات سطح اكتائدري است.بلورهاي پيريت كه متعلق به رده ديپلوئيدند، نوعي ماكل تداخلي مي سازند كه هر يك از واحدهاي ماكل نسبت به ديگري داراي 90 درجه فاصله حول محور ماكل است. اين ماكل معروف به ماكل صليب آهني مي باشد.



الف

ب

ج

د

ماکل های سیستم مکعبی

الف ـ سطح ماکل دربلوراکتاهدرون (سطح bb')

ب ـ ماکل اسپینل

ج ـ ماکل فلوئوریت

د ـ ماکل صلیب آهنی درپیریت

کتاب دوم

بلورشناسي نوري

گفتار اول

نور

نور سفيد ونور تكرنگ

هر نوري كه داراي يك طول موج معين و ساده باشد را نور تكرنگ مي گويند بنابراين مي توان گفت هرطول موج رنگ مخصوص ومعيني راايجاد مي كند كه نشانه يك نور تكرنگ است. نور سفيد خود مجموعه اي از چند نور تكرنگ است بطوريكه اگر آنرا از طريق منشور تجزيه كنيم، رنگهاي مختلف با طول موجهاي معين موسوم به طيف نور سفيد آشكار مي گردد. طول موجهاي اين طيف نور كه مرئي مي باشند، از 380 تا 700 ميلي ميكرون در تغيير است.

طول موجهاي پايينتر از طول موج نور بنفش (كمتراز380ميلي ميكرون – ماوراي بنفش) و بالاتر از طول موج نور قرمز(بيشتر از 670 ميلي ميكرون – مادون قرمز) غير قابل رؤيت براي چشم انسان مي باشند.

فركانس و ضريب شكست

تعداد ارتعاشات هر نور در واحد زمان را فركانس مي گويند. فركانس نور از تقسيم سرعت نور بر طول موج آن بدست مي آيد.فركانس امواج هر نور در محيطهاي مختلف با جرم مخصوص متفاوت ثابت است.

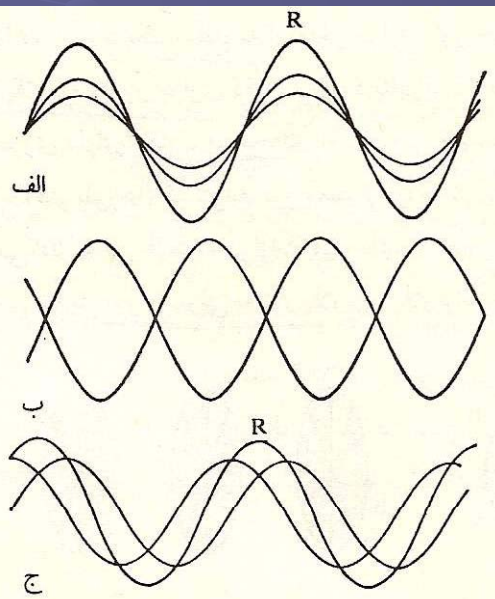
ضريب شكست نور در يك محيط مفروض عبارتست از نسبت سرعت سير نور در خلأ به سرعت سير همان نور در محيط مفروض . $n = c/v$

بنابر اين سرعت سيرنوروضريب شكست يك محيط با يكديگرنسبت عكس داشته و تا زماني كه در جرم مخصوص محيط تغييري ايجاد نشده است، سرعت آن ثابت خواهد ماند.

تداخل امواج

اگر دو نوراز نظر زماني به گونه اي از منبع نوراني دريك سطح انتشار يابند كه هر دو در يك زمان ودر يك نقطه به حداكثر دامنه نوسان خود برسند، گفته مي شود كه دو موج با يكديگر همفازند.در صورتي كه اين دو موج با اختلاف زمان در يك سطح انتشار يابند، گفته مي شود دو موج با يكديگر اختلاف فاز دارند.

درحالت اول ميدانهاي الكترومغناطيس با هم جمع شده، ميدان الكترومغناطيس قويتر و با شدت پرتوگستري بيشتري بوجود مي آورند. به اين پديده تداخل سازنده مي گويند. در حالت دوم تداخل از نوع مخرب است. بنا بر اين مي توان گفت در صورتي كه تفاوت مواضع ارتعاشي دو موج مضرب زوجي از نصف طول موج باشد، تداخل سازنده و در صورتي كه اين تفاوت مضرب فردي از نصف طول موج باشد، تداخل مخرب بوده و دو موج يكديگر را خنثي مي كنند.



چگونگی تداخل امواج در سه حالت مختلف. الف) دو موج هم فاز با طول موج برابر اما دامنهٔ متفاوت که نتیجهٔ آن به صورت R در آمده است (تداخل سازنده). ب) دو موج مشابه با اختلاف فار $\frac{\lambda}{2}$، نتیجهٔ این تداخل حذف یکدیگر است ج) دو موج مشابه با اختلاف فاز $\frac{\lambda}{2}$ که نتیجهٔ این تداخل به صورت R در آمده است.

نور معمولي و نور پلا ريزه

نوري كه از يك منبع نوراني مانند خورشيد ساطع مي گردد در هر لحظه درجهات مختلف به ارتعاش در مي آيد و همواره جهت ارتعاش نور بر جهت انتشارآن عمود است .ارتعاشات اين دسته نور داراي تقارن محوري بينهايت است.به اين نور،نور عادي يا معمولي مي گويند.حال اگر نور به طريقي محدود شده، كه به جاي ارتعاش در سطوح مختلف همه شعاع ها در امتداد يك سطح به ارتعاش در آيند،نور موازي يا پلاريزه ايجاد ميشود. به پديده تبديل نور معمولي به نور پلاريزه، پلاريزاسيون مي گويند.

گفتار دوم

شکست نور

هنگام عبور نور از محيطي به محيط ديگر مقداري از آن در سطح مشترك دو محيط ودر محيط اول منعكس ميشود ومقدار ديگري در محيط دوم نفوذ ميكند.اگر نور منعكس شده را با R و نور نفوذ كرده را با B نشان دهيم در صورتي كه نور اوليه L باشد ،ميتوان گفت: L=R+B

بين مقدار نور انعكاس يافته ونور نفوذ كرده در جسم رابطه اي به اين شرح وجود دارد:اگر مقدار B خيلي بيشتر از R باشد، جسم شفاف است . اگر اين اختلاف كم باشد جسم را نيمه شفاف واگر بسياركم يا صفر باشد،جسم را كدر مي گويند .

كانيهاي همسانگرد وكانيهاي ناهمسانگرد

كانيهاي شفاف از نظر چگونگي انتشار نور به دو گروه تقسيم ميشوند:

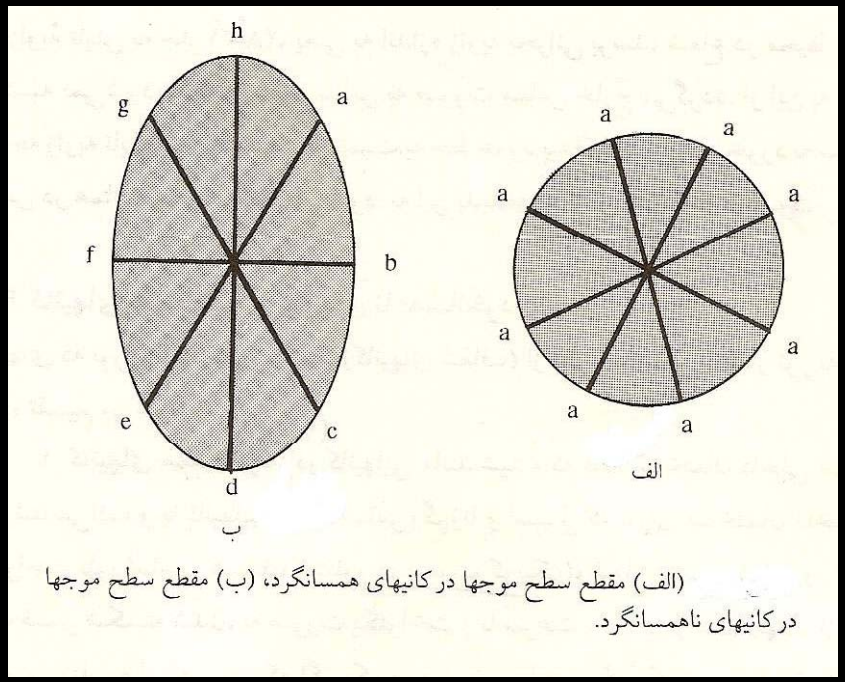
1-كانيهاي همسانگرد

در موادي مانند شيشه كه فاقد ساختمان داخلي منظم بلورشناسي است ويا كانيهايي مانند الماس،گارنت واسپينل(متبلور در سيستم كوبيك)وهمين طور مقاطع عمود برمحورهاي نوري دركانيهاي متبلوردرساير سيستم ها،شعاع تابش پس از ورود به آنها،ضمن شكسته شدن،به صورت يك نواخت و با سرعت يكسان در تمام جهات از آن عبور ميكند به طوريكه درمدت زمان معين t، مسافت طي شده توسط همه شعاعها برابر خواهد بود؛درنتيجه مكان هندسي شعاعهاي انتشار يافته از مركز جسم درلحظه tسطحي كروي شكل خواهد بود.به كانيهاي داراي اين خصوصيت،كانيهاي همسانگرد يايزوتروپ و به سطح مذكور سطح نورها يا سطح موجها مي گويند.

2-كانيهاي ناهمسانگرد

در كانيهاي متبلوردر سيستمهاي غيراز سيستم كوبيك، سرعت سير نوردر تمام جهات بلور يكسان نيست،بلكه بر حسب جهت انتشار،اين سرعت تغيير ميكند.يعني درمدت زمان معين،مسافت طي شده توسط تمامي شعاعها برابر نخواهد بود،در نتيجه مكان هندسي شعاعهاي انتشار يافته درهر لحظه يعني سطح موجها كروي نبوده بلكه بيضوي شكل خواهد بود.

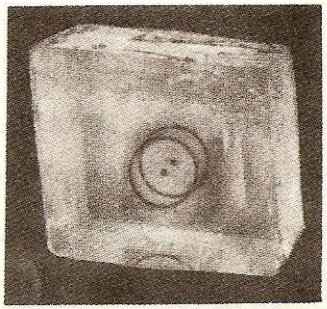
به اين كانيها ناهمسانگرد يا انيزوتروپ ميگويند.



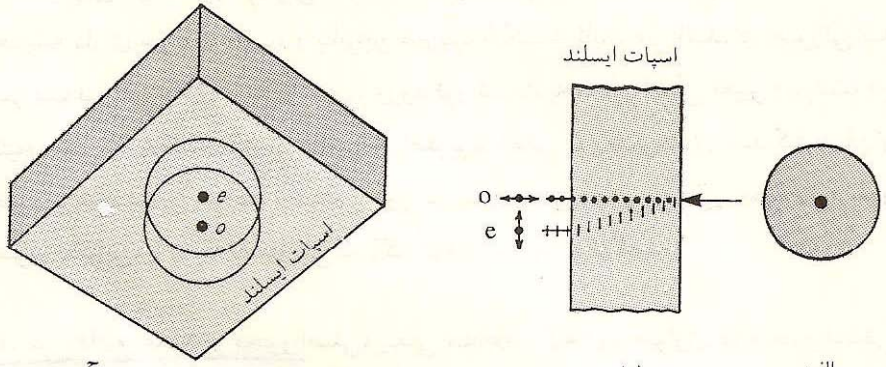
(الف) مقطع سطح موجها در کانیهای همسانگرد، (ب) مقطع سطح موجها در کانیهای ناهمسانگرد.

شكست مضاعف

اگرنور معمولي وارد يك محيط ناهمسانگرد شود، تبديل به دو نورميشود كه هردو پلاريزه اند و در امتداد دو سطح عمود بريكديگربه ارتعاش درمي آيند. اين پديده شكست مضاعف ميگويند.كانيهاي ناهمسانگرد داراي پديده شكست مضاعف هستند.بهترين نمونه ازكانيهاي شفافي كه شكست مضاعف را بروز ميدهد كلسيت شفاف يا اسپات ايسلند است. نور ورودي به بلور كلسيت به دو شعاع تجزيه مي شود. يكي ازآنها بدون شكست از بلور خارج شده و از كليه قوانين شكست نور تبعيت ميكند. اين نوررا نور عادي ناميده و با نشان O ميدهند. نوردیگردر محل ورود به بلور ميشكند وبا زاويه 6 درجه نسبت به نورعادي از بلور خارج ميشود. اين نوركه قوانين شكست در باره آن صادق نيست ،را نور عادي ناميده و با e نشان ميدهند. جهت انتشار اين دو نوربر يكديگر عمود ميباشد كه اين جهات موازي اقطاركوچك وبزرگ سطح لوزي (متوازي السطوح) كلسيت شفاف است.



شکست مضاعف که توسط یک قطعه بلور کلسیت شفاف نشان داده شده است.



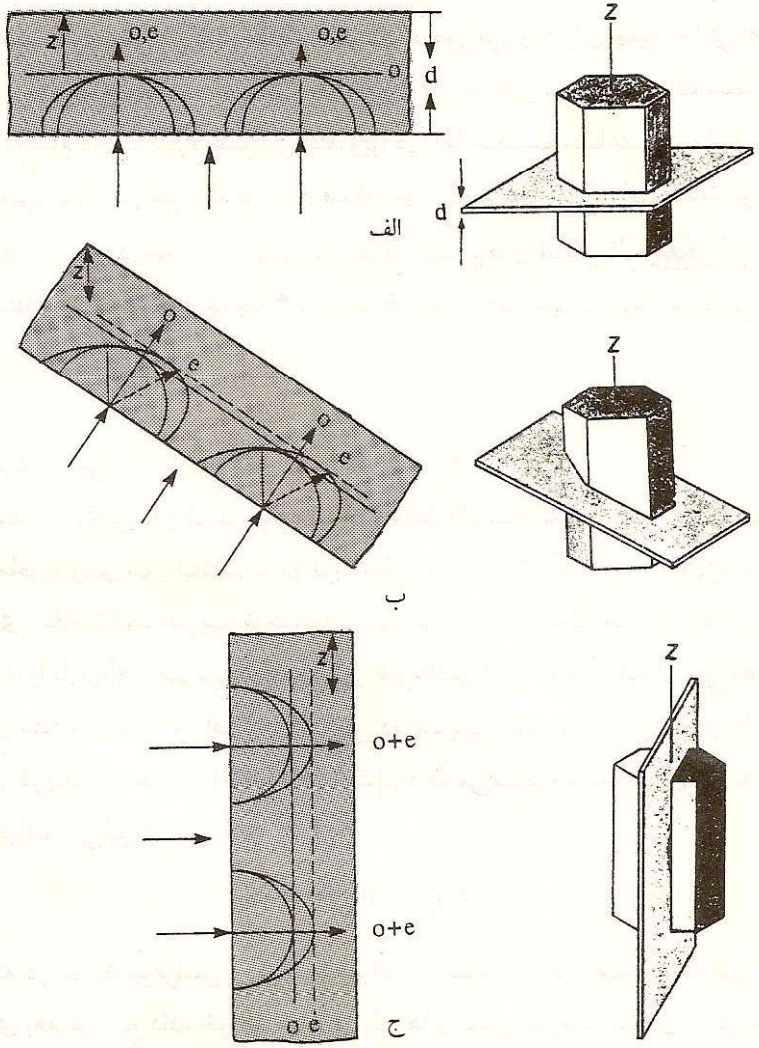
نمایش چگونگی ایجاد تصویری که از دو شعاع عادی و غیرعادی به‌وجود می‌آید. (الف) تصویر اصلی که در زیر بلور کلسیت شفاف قرار می‌گیرد . (ب) شکست مضاعف که دو نور ایجاد می‌کند. سطح ارتعاش دو نور عمود بر یکدیگر است، به طوری که امتداد ارتعاش دو نور، موازی دو قطر بلور کلسیت شفاف است. (ج) تصویر مضاعف که با بلور کلسیت شفاف دیده می‌شود.

محور نوري

دانستيم كه اگر نور نسبت به محور اصلي بلورشناسي با زاويه وارد بلور انيزوتروپ شود به دو نورعادي وغيرعادي تقسيم ميشود.وضعيت اين دونور متناسب است با زاويه اي كه نورنسبت به محور اصلي دارد؛به اين صورت كه نورعادي هميشه داراي سرعت ثابت،وبنابراين ضريب شكست ثابت ميباشد.

در صورتي كه سرعت نورغيرعادي با تغيير جهت ورود نور نسبت به محور اصلي تغييرميكند، در نتيجه ضريب شكست آن نيز متغيرخواهد بود.زماني نور غيرعادي حد اكثر مقدار ضريب شكست راخواهد داشت كه نورنسبت به محور اصلي به طورعمود وارد بلور شود.محور نوري عبارت ازجهتي دربلوراست كه اگر نور موازي با آن وارد بلور گردد شكست مضاعف پديدار نميگردد.

بديهي است كه محور نوري منطبق بر محور هاي اصلي بلورشناسي ميباشد.



سه مقطع نازک که از بلور ناهمسانگرد تهیه شده است. (الف) مقطع عمود بر محور نوری است. تفاوت سرعت سیر نور عادی و غیرعادی (o و e)برابر صفر است. (ب) مقطع نسبت به محور نوری مایل است. سرعت نور عادی و غیرعادی اختلاف دارند. (ج) مقطع موازی محور نوری است. تفاوت سرعت نور عادی و غیرعادی به حداکثر خود می‌رسد. در این شکلها، d ضخامت مقطع و z امتداد محور اصلی است. نیم دایره شکل مکان هندسی سرعت سیر نور را برای نور عادی و نیم بیضی مکان هندسی سرعت سیر نور غیرعادی را بر حسب موضع آن نسبت به محور اصلی نشان می‌دهد.

بيرفرنژانس

در بلورشناسي ضريب شكست نورعادي را با امگا (w)وضريب شكست نور غيرعادي را با اكسترا(£) نشان ميدهند.اختلاف بين دو ضريب شكست نور را بيرفرنژانس(B) آن جسم ميگويند: B=£-w

در بلورهاي متبلوردر سيستمهاي اورتورومبيك، مونوكلينيك و تريكلينيك هردو شعاع غيرعادي اند وبا تغييرجهت برش مقطع،سرعت ودرنتيجه ضريب شكست دو شعاع تغيير ميكند. دراين بلورها حد اكثر بيرفرنژانس عبارت از اختلاف بزرگترين وكوچكترين ضريب شكست آنها است.اختلاف سرعت انتشار دو نور عادي و غيرعادي موجب تأخير يكي از دو نوردر خروج از بلور نسبت به نور ديگرميگردد.اين تأخير كه موجب اختلاف فازميگرددازيك طرف به بيرفرنژانس واز طرف ديگر به ضخامت مقطع بستگي دارد.براي سهولت مطالعه بلورها ومقايسه بلورها از نظر اختلاف فازوبيرفرنژانس،ضخامت مقطع راهميشه نازك وبه مقدار 028/0 ميلي متر انتخاب مي كنند.

گفتار سوم

بلورهاي يك محوره و دو محوره

بلورهاي ناهمسانگرد بر اساس محور نوري به دو گروه تقسيم مي شوند:

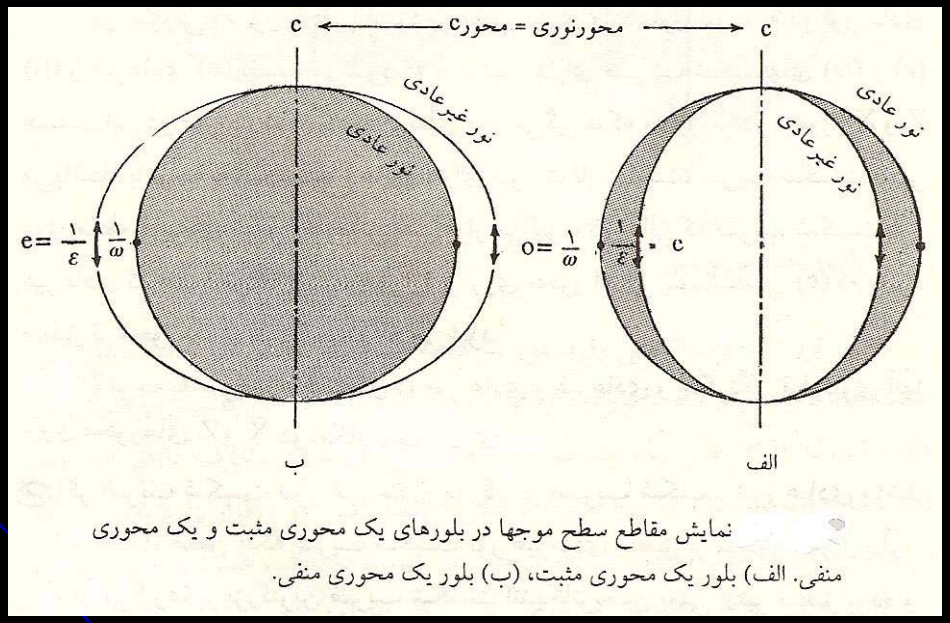
بلورهاي يك محوره و بلورهاي دو محوره. هر كدام از اين دو گروه خود به دو دسته مثبت و منفي تقسيم مي گردند.

بلورهاي يك محوره

در بلورهايي كه درسيستمهاي تريگونال، تتراگونال وهگزاگونال متبلور ميشوند فقط يك جهت وجود دارد كه اگر نور در آن جهت به بلور بتابد، با سرعت مساوي سير مي كند. اين جهت همان جهت محور نوري است كه با محور cبلور(تنها محور اصلي) تطبيق مي كند. به بلورهاي متبلور در سيستمهاي يادشده بلورهاي يك محوري مي گويند. سطح موجها در بلورهاي يك محوره بيضوي دوار است.

بلورهاي يك محوره مثبت و منفي

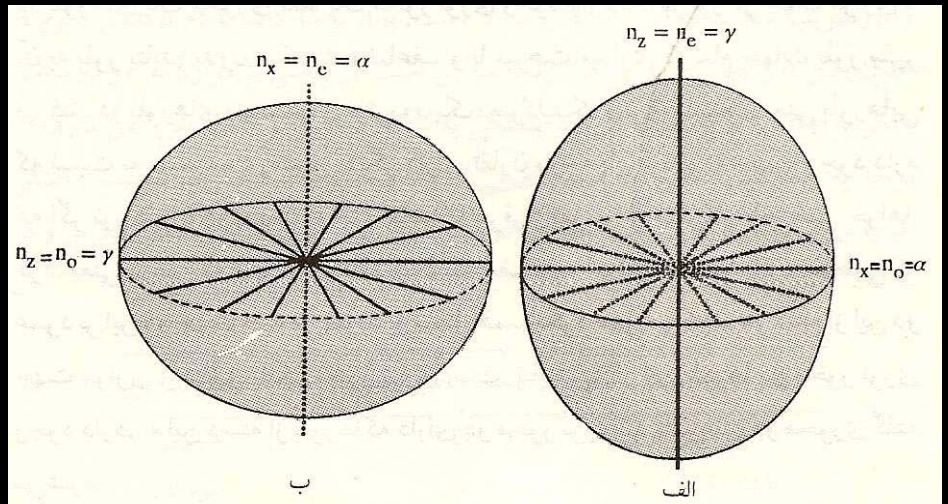
در صورتي كه سزعت سير نورعادي بيشتر از سرعت سير نور غيرعادي باشد يعني ضريب شكست نورعادي كوچكتر از ضريب شكست نور غيرعادي باشد،بلور را يك محوره مثبت مي گويند. به عكس اگر سرعت سير نورعادي كمتر از سرعت سير نور غيرعادي باشد،بلور يك محوره منفي بشمار مي رود.



نمایش مقاطع سطح موجها در بلورهای یک محوری مثبت و یک محوری منفی. الف) بلور یک محوری مثبت، (ب) بلور یک محوری منفی.

انديكاتريكس در بلورهاي يك محوره

انديكاتريكس اشكال هندسي هستند كه چگونگي انتشار امواج نور را در ارتباط با ضريب شكست در بلورهاي سيستمهاي مختلف نشان مي دهند. انديكاتريكس در بلورهاي يك محوره بيضوي دوار است كه داراي دو ضريب شكست اصلي منطبق بر محورهاي z & x است. اين دو ضريب شكست كه با گاما و آلفا نشان داده مي شوند، بترتيب بزرگترين و كوچكترين ضريب شكستهاي بلورند. بيضوي دوار بلورهاي يك محوره مثبت كشيده وبيضوي دوار بلورهاي يك محوره منفي به شكل پهن است.



نمایش اندیکاتریکس در بلورهای یک محوری. (الف) یک محوری مثبت، (ب) یک محوری منفی.

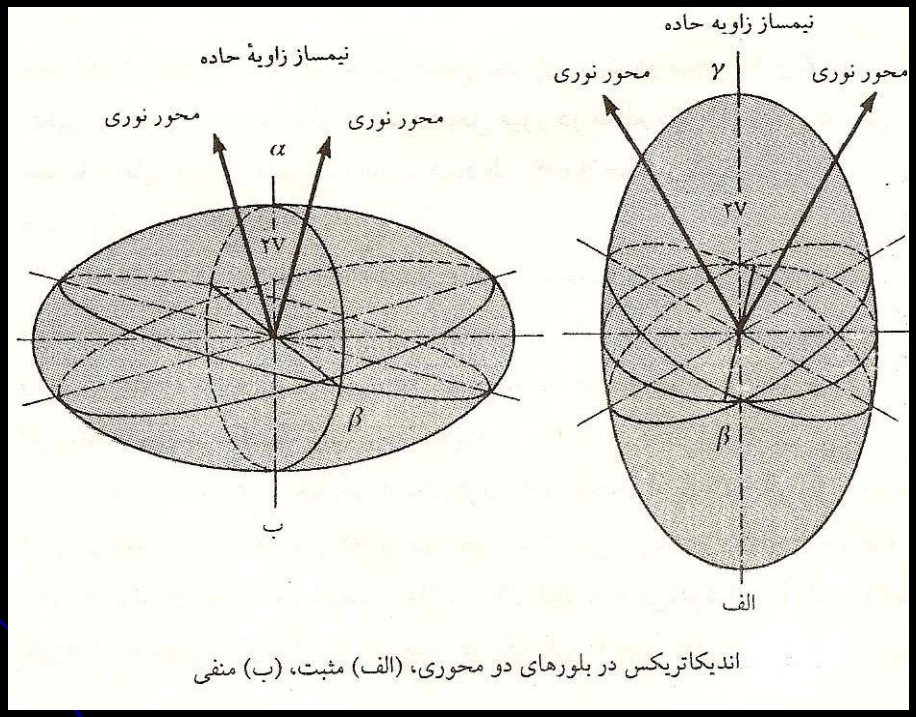
بلورهاي دو محوره و انديكاتريكس آنها

در بلورهاي ارتورومبيك، منوكلينيك و تريكلينيك دو جهت وجود دارد كه اگر نور در آن دو جهت به بلور بتابد، با بيرفرنژانس برابر صفر در بلور سير خواهد كرد و مقاطع عمود بر دو جهت همسانگرد عمل مي كنند. اين بلورها دومحوره هستند.انديكاتريكس اين بلورها بيضوي سه محوري(غيردوار) است كه سه محور اصلي آن x , y & z مي باشند. اين سه محور در نامگذاري طوري انتخاب شده اند كه y<x<z. آلفا كوچكترين ضريب شكست درطولx، گاما بزرگترين ضريب شكست در طولzو بتا ضريب شكست واسط در طول yاست.بايد توجه داشت كه مقداربتا ممكن است در مواردي به آلفا ودرمواردي به گاما نزديك باشد.

بلورهاي دومحوره مثبت و منفي

در بلورهاي دو محوره محورهاي نوري با يكديگر از يكطرف زاويه حاده مي سازند. اين زاويه را زاويه نوري يا 2v مي نامند. اندازه زاويه ياد شده در بلورهاي مختلف متفاوت است. همچنين در يك بلور با تغيير تركيب جسم اندازه اين زاويه تغيير مي كند و وضع حرارت و فشار نيز در تغيير آن مؤثر است.

اگر بتا به آلفا نزديكتر بوده و بزرگترين محور اصلي انديكاتريكس (z) نيمساز زاويه حاده بين محورهاي نوري باشد،بلور دومحوره مثبت است. اگر بتا به گاما نزديكتر بوده ومحورxنيمساز زاويه حاده بين محورهاي نوري باشد، بلور را دو محوره منفي مي شناسند.



اندیکاتریکس در بلورهای دو محوری، (الف) مثبت، (ب) منفی

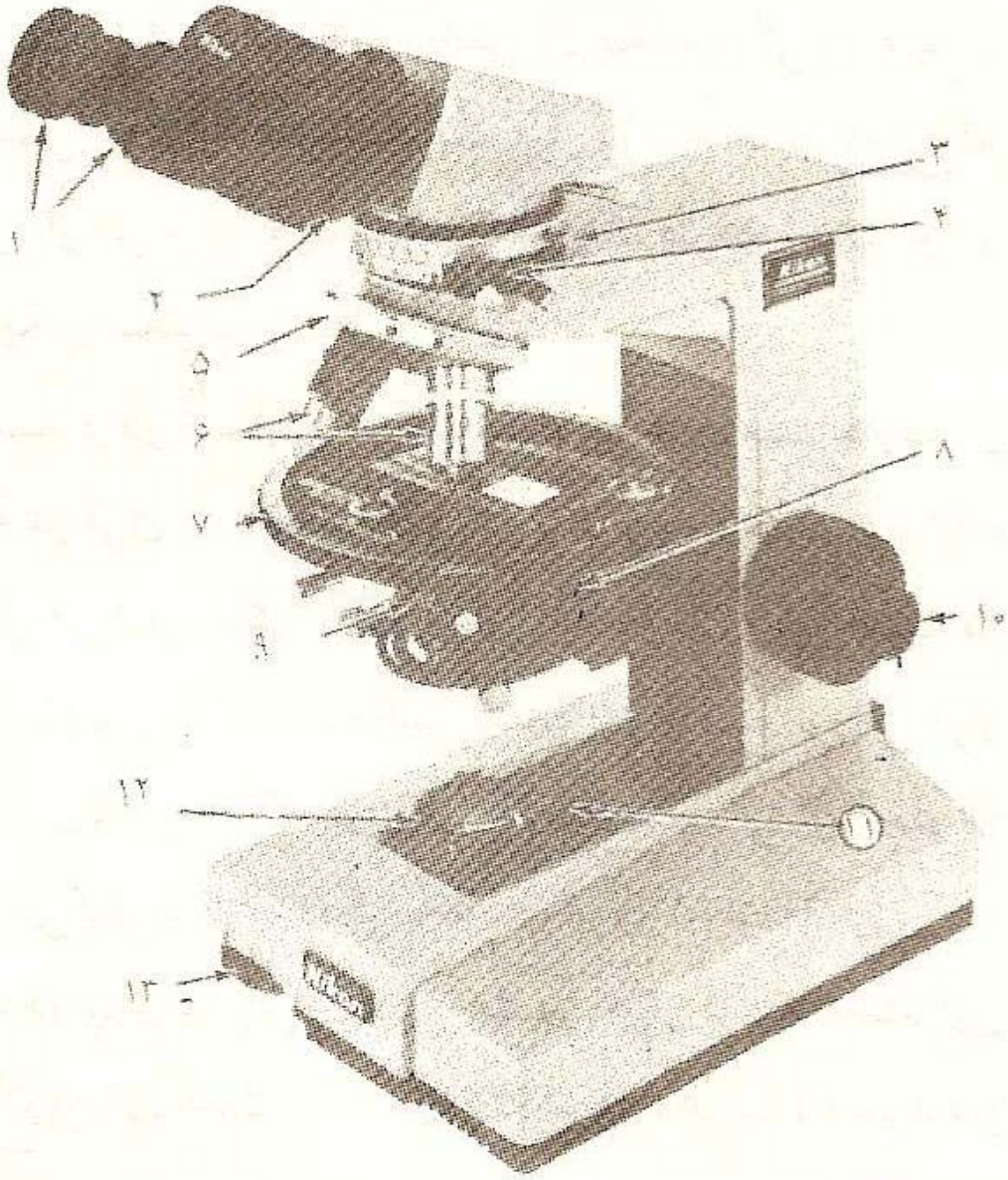
گفتار چهارم

میکروسکوپ پلاریزان

عمده ترین خصوصیت این میکروسکپ، ایجاد نور پلاریزه از نور معمولي است وازآنجا که مطالعه مشخصات نوري بلورها توسط نور پلاریزه صورت مي پذیرد، این میکروسکوپها ابزار مناسبي جهت این مطالعه بشمار مي روند. نور پلاریزه در این میکروسکوپ از طریق تعبیه جسمي بنام منشور نیکول و عبور نورمعمولي از آن حاصل مي گردد که اساس آن ایجاد نور پلاریزه از طریق شکست مضاعف است.

اجزاي ميكروسكوپ پلاريزان

در تصوير بعد اجزاي ميكروسكپ پلاريزان آمده است. قابل ذكر است كه بزرگنمائي تصوير نهائي ايجاد شده توسط ميكروسكوپ از ضرب بزرگنمائي عدسي شيئي در بزرگنمائي عدسي چشمي بدست مي آيد.زير صفحه چرخان دستگاه عدسي موسوم به كندانسور قرار دارد كه نوررا بشدت متقارب مي كند. ديافراگم نيز زيرصفحه چرخان(پلاتين) قرار داشته و شدت نور و وسعت ميدان ديد را كنترل مي نمايد.دستگاه دو منشور نيكول دارد،پلاريزو، در زير صفحه چرخان كه نور معمولي را به نور پلاريزه با جهت ارتعاشي روبرو به سمت ناظر تبديل مي كند و آناليزور در بالاي صفحه كه موجب انتقال نور پلاريزه ي مرتعشه عمود بر جهت ارتعاش پلاريزور مي گردد.



۱. عدسی چشمی
۲. اهرم
۳. آنالیزور
۴. محل قرارگیری تیغه‌های معین
۵. صفحهٔ استقرار عدسیهای شیئی
۶. عدسی شیئی
۷. صفحه چرخش پلاتین
۸. اهرم چرخش کندانسور
۹. پلاریزور
۱۰.اهرم تنظیم میکروسکوپ
۱۱.دیافراگم
۱۲.صفحهٔ آینه
۱۳.کلید

نمایش قسمتهای یک میکروسکوپ پلاریزان

مرکزیت دادن عدسي شيئي وکندانسور

پس از قراردادن مقطع نازك بر روي صفحه پلاتين و تنظيم ميکروسکوپ از جهت شدت نور و وضوح، عدسي شيئي بايد يه گونه اي تنظيم شود که محور آن منطبق بر محور چرخش صفحه پلاتين قرار گيرد.به اين وضعيت مرکزيت داشتن عدسي شيئي مي گويند.

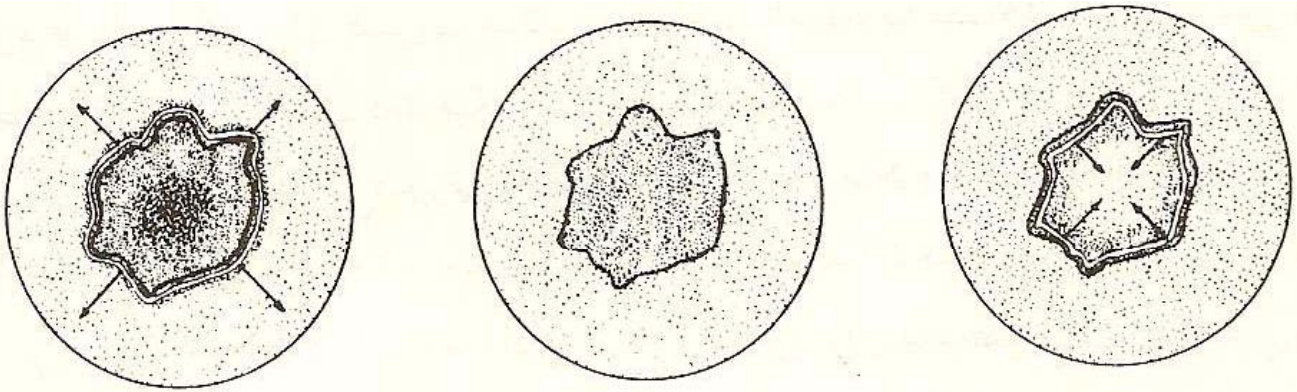
بعلاوه هنگام مطالعه مقاطع نازك کانيها ياسنگهاعدسي متقارب کننده(کندانسور) نيزبايد بصورت متقارن قرارگيرد، بطوريکه مرکزاين عدسي منطبق برمحور چرخش صفحه چرخان و محور عدسي چشمي باشد.به اين وضعيت مرکزيت داشتن کندانسور مي گويند.

اندازه گيري ضريب شكست بلورها

بلورهاي مختلف داراي ضريب شكست و در نتيجه بيرفرنژانس متفاوتند بنابر اين، يكي از مهمترين روشهاي شناسائي بلورهاي ناهمسانگرد اندازه گيري ضريب شكست آنهاست.بدين منظور از دستگاهي بنام شكست سنج كه اساس كار آن بر اتعكاس كلي نور استوار است،استفاده مي گردد. روشهاي ديگري مانند روش بك و روش غوطه وري نيز وجود دارند.

1 – اندازه گيري نسبي ضريب شكست و حاشيه بك

اساس اين روش مبتني بر مقايسه ضريب شكست يك كاني با ضريب شكست بوم دوكانادا(چسب مخصوص مقطع) و يا با ضريب شكست كاني مجاور آن است. اگر حاشيه يك كاني را در محل مجاورت با كاني ديگر (يا كانادا بالزام) در ميدان ديد ميكروسكوپ قرار دهيم، در صورتي كه ميكروسكوپ كاملاً ميزان نشده باشد، نوار روشني مشاهده مي شود كه به آن حاشيه بك گفته مي شود(براي انجام اين بررسي استفاده از عدسي شيئي با بزرگنمائي 80 يا بيشتر و بستن نسبي ديافراگم مناسب است). حال با ازدياد فاصله عدسي شيئي با سطح مقطع كاني، اين خط روشن بطرف كاني با ضريب شكست بيشتر پيش خواهد رفت.علت اصلي تشكيل حاشيه بك پديده شكست است كه درحدفاصل دو محيط ايجاد مي شود.



الف، ب، ج

تعیین ضریب شکست نسبی کانی از طریق مقایسه با بوم دوکانادا (بوم دو-کانادا $n<$ (الف) لوله میکروسکوپ به طرف بالا حرکت می‌کند (فاصله زیاد می‌شود). (ب) لوله میکروسکوپ در وضعیت تنظیم است. (ج) لوله میکروسکوپ به طرف پایین حرکت می‌کند (فاصله کم می‌شود).

2 – اندازه گيري ضريب شكست به كمك مايعات مخصوص

در روش غوطه وري با قرار دادن ذرات ريز كاني برروي لام واحاطه كردن آن توسط مايعي كه داراي ضريب شكست مشخص است، با مشاهده شكست نور در حاشيه كاني و در ميدان ديد ميكروسكپ ضريب شكست كاني مورد بررسي قرار مي گيرد.در صورتي كه كاني در ميدان ديد داراي برجستگي باشد،معلوم ميشود كه ضريب شكست كاني با ضريب شكست مايع متفاوت است وبنا براين بايد از مايعي استفاده كرد كه كاني در ميدان ديد ديده نشود به عبارت ديگركاني بايد فاقد برجستگي باشد.
براي انجام اين آزمايش دانه هاي كاني بايد ابعادي بين 05/0 تا 1/0 ميليمتر داشته باشند.مايعات مورد استفاده نيزبايد بيرنگ،در حد امكان بي بو، از نظر شيميايي پايدارو امتزاج پذير درنسبت هاي مختلف ،داراي ضريب شكست معين،داراي پاشيدگي ضعيف،با قابليت تبخير كم و غلظت متوسط و واكنش ناپذير با كاني مورد مطالعه باشند.

نورهاي مختلف در ميكروسكپ پلاريزان

دراين ميكروسكپها بر اساس اين كه چه قسمتهايي از دستگاه در مسير عبورنور قرار گيرد،از نورمعمولي ،نورهاي مختلفي حاصل ميشود كه با استفاده از هر كدام ازآنها تعدادي از مشخصه هاي كانيها مورد بررسي ومطالعه قرار ميگيرد. درجدول اسلايد بعد اين اطلاعات آمده است.

نورهای مختلف و مشخصات بخصوصی از کانیها که بررسی آنها وابسته به نور است.

نوع نور	مشخصاتی‌ازبلورکه‌درهرنوربررسی می‌شود	قسمتهایی که‌باید در مسیرنورقرار گیرند
نور پلاریزه ساده یا نور طبیعی	برجستگی رخ رنگ و چند رنگی شکل هندسی تجزیه و تداخل	نیکول پلاریزور مقطع نازک کانی عدسی شیئی عدسی چشمی
نور پلاریزه متقاطع	همسانگردی و ناهمسانگردی بیرفرنژانس، خاموشی زاویهٔ خاموشی علامت طویل شدگی ماکل تجزیه	نیکول پلاریزور مقطع نازک عدسی شیئی نیکول کافنده (آنالیزور) عدسی چشمی
نور پلاریزه متقارب	یک محوری و دو محوری بودن علامت نورانی کانیها (مثبت یامنفی بودن)	عدسی متقارب کننده نیکول پلاریزور مقطع نازک عدسی شیئی نیکول آنالیزور عدسی برتران عدسی چشمی

گفتار پنجم

مطالعه مقاطع نازك كانيها با نور پلاريزه ساده

مهمترين ويژگيهايي كه با اين نور مطالعه ميشوند،به شرح زير مورد بررسي قرار ميگيرند.

برجستگي

برجستگي كانيها زيرميكروسكپ از طريق اختلاف ضريب شكست كاني با كاني مجاور خودويا با بوم دو كانادا مشخص ميشود. به اين صورت كه هر چه اين اختلاف بيشتر باشد،حاشيه كاني مشخص تر و درجه وضوح آن بيشترخواهد بود.

معمولا در اين مطالعه از چسب كانادا بالزام به عنوان محيط مبنا استفاده ميشود.

كانيهايي كه ضريب شكست بيشتري از چسب داشته باشند داراي برجستگي مثبت،

كانيهايي كه داراي ضريب شكست كمترازاين ماده باشند،داراي برجستگي منفي و كانيهايي كه داراي ضريب شكست مساوي با كانادا بالزام باشند، اصطلاحا داراي برجستگي خنثي ميباشند.

علت ايجاد برجستگي

علت ايجاد برجستگي در مقاطع كانيها چنين توجيه ميشود كه وقتي نورازمنبع نوري به مقطع نازك ميرسد،قسمتي ازآن درفصل مشترك دو كاني يا كاني و
چسب مقطع به داخل كاني داراي ضريب شكست بيشتر منعكس مي شود. بنابراين نوري كه ازاين فصل مشترك عبورميكند نسبت به جاهاي ديگركاني
بيشتر بوده ودر نتيجه اين قسمت روشن تر و برجسته تر به نظر ميرسد.

رخ

رخ عبارت است از استعداد يك كاني در جدا شدن وشكسته شدن در امتداد سطح يا سطوح معيني كه كاني را به قطعات كوچكتر تقسيم ميكند. كانيها ممكن است داراي يك سيستم رخ(ميكا يا توپاز)،دو سيستم رخ (پيروكسنها وآمفيبولها)،سه سيستم رخ (كلسيت)،چهار سيستم رخ (فلوئورين)ويا شش سيستم رخ (اسفالريت) باشند. آثاررخ زماني قابل مشاهده است كه سطح مقطع عمود بر يك يا چند سيستم رخ باشد.

رنگ مقاطع نازك بلورها وچند رنگي در آنها

رنگ در مقاطع نازك فقط در كاني هاي شفاف ونيمه شفاف مورد مطالعه قرار ميگيرد ومربوط به جذب قسمتي از نور توسط بلوراست.بعضي از كانيها مانند
ميكاي سياه و هورنبلند در نور پلاريزه ساده هميشه رنگين اند.تعدادي از كانيها
نيز در نور طبيعي بسته به موقعيت بلورنسبت به سطح پلاريزاسيون نوري كه
به آن مي تابد،رنگ هاي متفاوت از خود نشان ميدهند(هيپرستن).كانيها از جهت رنگشان به انواع زيرتقسيم ميشوند:

الف)- كانيهاي بيرنگ مانند كوارتز

ب)- كانيهاي رنگين

الف)- كانيهاي فاقد چند رنگي

تغييري در رنگ اين دسته كانيها ضمن چرخش ميز ميكروسكپ مشاهده نميشود.

بلورهايي كه در سيستم مكعبي متبلور ميشوند (كانيهاي همسانگرد، گارنت)چون ضريب شكست آنها در تمام جهات يكي است و در نتيجه جذب نوردر جهات مختلف وبه طور يكنواخت صورت ميگيرد،در موقع چرخاندن ميز ميكروسكپ هيچ تغيير رنگي در آنها مشاهده نميشود.

ب)-كانيهاي داراي چند رنگي

كانيهاي متبلور در سيستم هاي مختلف به غيراز كوبيك ممكن است چند رنگ (پلئوكروئيك)باشند. كانيهاي چند رنگ خود دو گروه اند:

كانيهاي داراي دو رنگي (پلئوكروئيسم). اين كانيها كه در سيستم هاي تريگونال، تتراگونال و هگزاگونال متبلور ميشوند، به دليل داشتن دو ضريب شكست اصلي ضمن دوران ميزميكروسكپ دورنگ ازخود به نمايش مي گذارند(مانند تورمالين)

كانيهاي داراي سه رنگي (تري كروئيسم) . بلورهاي متبلور در سيستم هاي ارتورومبيك،مونوكلينيك وتريكلينيك به دليل داشتن سه ضريب شكست اصلي داراي خاصيت سه رنگي هستند.در صورتي كه هر يك از ضرايب شكست اصلي منطبق برسطح ارتعاش پلاريزور قرار گيرد،يك رنگ قابل ديد است.

چند رنگي مستقيم ومعكوس

چند رنگي بسته به اينكه حداكثر جدب نور نسبت به امتداد طولي بلورشناسي ويا اثر رخ ها (در ارتباط باسطح ارتعاش پلاريزور)چگونه است،دو نوع ميباشد:

الف)-چندرنگي مستقيم كه حداكثر جذب نور زماني اتفاق ميافتد كه امتداد طولي بلورشناسي يااثر رخ ها موازي با سطح ارتعاش پلاريزور باشد(مانند بيوتيت).

ب)-چند رنگي معكوس. اگر حداقل جذب نور وقتي اتفاق بيفتد كه امتداد طولي بلورشناسي يا اثر رخ ها موازي سطح ارتعاش پلاريزور باشد (مثل كاني تورمالين).

لازم به ذكر است كه از اينگونه كانيهاي كه نوع چند رنگي آنها مشخص است، مي توان براي تشخيص سطح ارتعاش پلاريزور استفاده كرد.

شكل كانيها

از اين ديدگاه كانيها به سه گروه تقسيم ميشوند:

1)-كانيهاي داراي شكل كامل هندسي

2)-كانيهاي داراي شكل هندسي ناقص

3)-كانيهاي بي شكل

شكل مقاطع به سيستم تبلور كاني بستگي دارد مثلا مقطع عمود برمحوراصلي كانيهايي چون آپاتيت (هگزا گونال) شش وجهي مي باشد.گاهي تجمع بلورهاي يك كاني خاص،شكل خاصي به خود ميگيردمثلا زئوليتها تجمع شعاعي،سيليمانيت تجمع رشته اي،ترموليت تجمع سوزني و ميكاها تجمع فلس مانند دارند.

نام کانی تجزیه شونده	نام کانیهای حاصل از تجزیه (کانیهای ثانوی)	نوع تجزیه
فلدسپاتهای پتاسیم‌دار	کائولینیت	کائولینیتی شدن
پلاژیوکلازهای اسیدی	سریسیت	سریسیتی شدن
پلاژیوکلازهای بازی	سوسوریت واپیدوت	سوسوریتی‌شدن واپیدوتی‌شدن
پیروکسن	اورالیت (نوعی آمفیبول)	اورالیتی شدن
میکای سیاه	میکای سبز (کلریت)	کلریتی شدن
اولیوین	سرپانتین	سرپانتینی شدن

جدول تجزیهٔ کانیها فقط برای دانش عمومی است، فراگیری آن الزامی نیست.

گفتار ششم

مطالعه کانیها با نور پلاریزه متقاطع

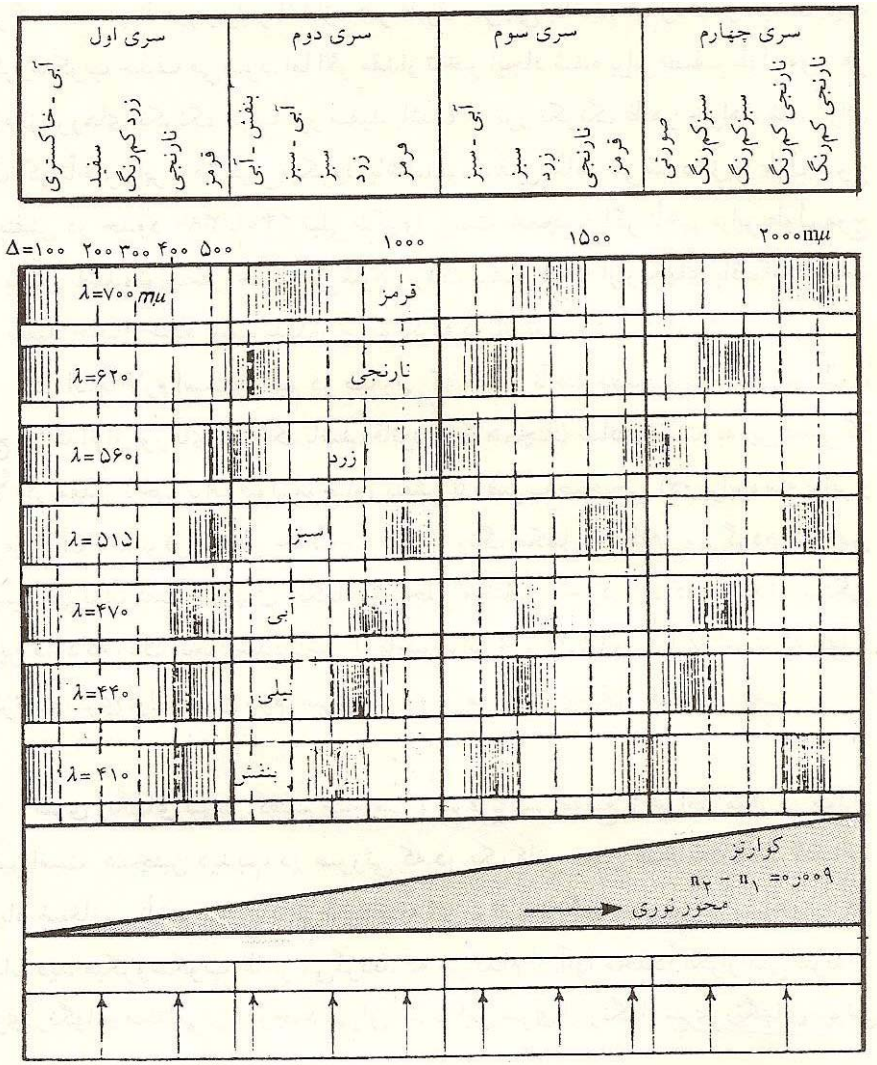
قبلاً فرا گرفته ايم كه قرارگيري دو نيكول در مسير نوربه گونه اي است كه سطح ارتعاش آنها بريكديگرعمود است.چنين وضعيت قرارگيري را نيكول هاي متقاطع مي گويند.در صورتي كه بين نيكول هاي متقاطع مقطع نازك بلوري قرار نگيرد، ميدان ديد تاريك خواهد بود زيرا امواج نوري كه ازپلاريزورعبور ميكنند توسط آناليزور متوقف مي شوند. ولي با قرارگيري مقاطع ناهمسانگرد كانيها در چنين وضعيتي مي توان به مطالعه بعضي از ويژگي هاي كاني به شرح زير پرداخت.

خاموشي

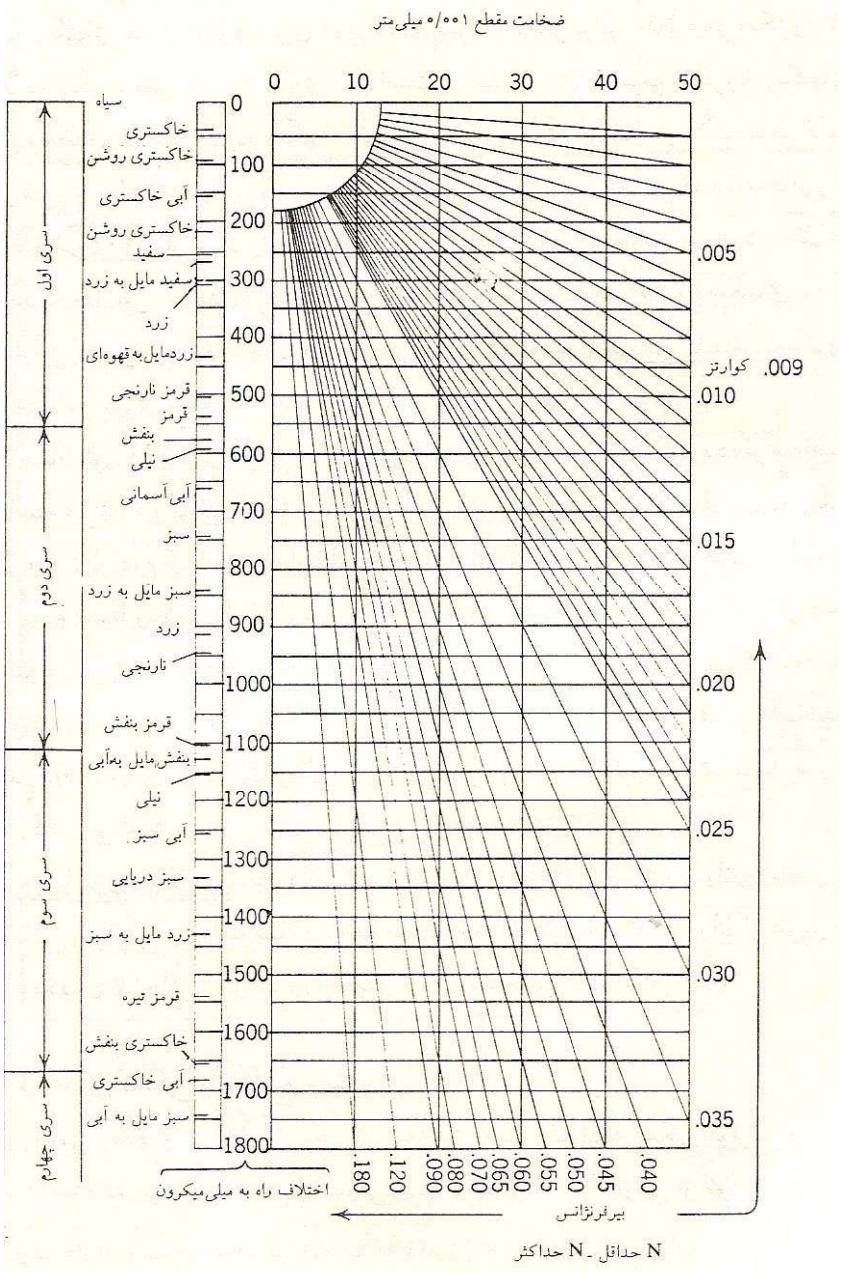
تمام مقاطع كانيهاي همسانگرد درنورپلاريزه متقاطع هميشه تاريكند ولي مقاطع كانيهاي ناهمسانگرد در هر دوران ميزميكروسكپ چهارمرتبه كاملا خاموش مي شوند. با انحراف از وضعيت خاموشي كامل تدريجا ميدان ديد روشن شده و دامنه اي از رنگهاي تداخلي آشكارشده به طوري كه در فاصله 45 درجه نسبت به خاموشي مطلق،حد اكثر روشنايي رامشاهده مينماييم.پديده خاموشي به وضعيت قرارگيري تموج هاي عادي وغيرعادي با سطوح ارتعاشي آناليزورو پلاريزور مرتبط مي باشد.

سري رنگ هاي نيوتن

مي دانيم ضخامت وبيرفرنژانس مقطع ازعوامل موثردرمقدار تآخيرميباشند.بنابراين
با ازدياد ضخامت مقطع تآخيرزياد شده ورنگهاي مشخصي درميدان ديد ميكروسكپ
ظاهرمي گردند كه هركدام مجددا تكرار شده وسري رنگهاي مختلفي به نام سري رنگهاي نيوتن را به نمايش مي گذارند.در سري رنگهاي نيوتن،رنگهاي تداخلي كه با تاخير كمتراز 550 ميلي ميكرون ظاهرمي شوند،متعلق به سري اول (نظام اول)
رنگ هاي نيوتن اند. زماني كه تآخير برابر 550ميلي ميكرون گرديد نوعي رنگ بنفش موسوم به بنفش حساس به نشانه پايان رنگ هاي سري اول وآغازرنگ هاي سري دوم ظاهر ميگردد. هر چه سري رنگها بالا رود، از شفافيت آنها كاسته
مي شود.ميشل لوي و لاكروا چگونگي ارتباط رنگ هاي تداخلي با ضخامت و
بيرفرنژانس را به صورت تابلويي ارائه كرده اند.



ارتباط بین رنگهای تداخلی با توجه به هر یک از نورهای ساده (تکرنگ) در بالای این شکل چهار طیف از سری رنگهای نیوتن دیده می‌شود. در هر نوار افقی موقعیت مقطع بلور در میدان‌میکروسکوپ در نورپلاریزه و با استفاده از نورهای تکرنگ نشان داده شده است. از روی شکل می‌توان دریافت وقتی که نورسفید بکار برده می‌شود، در هر بخش از مقطع گوه‌ای کوارتز، همیشه نور تکرنگی از آنالیزور خارج شده و به چشم مطالعه کننده میرسد که تأخیر آن بخش از مقطع گوه‌ای برابر نصف و یا مضرب فردی از نصف طول موج آن نور باشد.



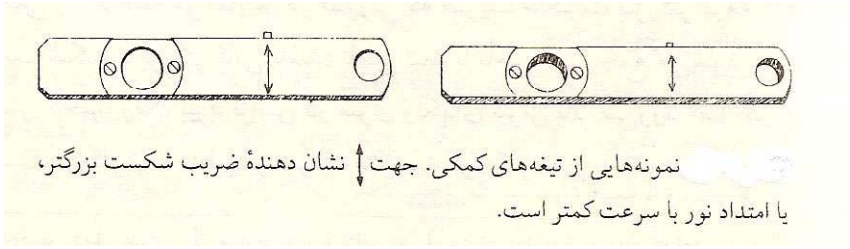
تابلوی میشل‌لوی و لاکروا. نمایش سری رنگهای نیوتن

تيغه هاي كمكي

براي بررسي رنگهاي تداخلي از يكي از تيغه هاي كمكي كه گوه كوارتز نام دارد، استفاده مي شود. تيغه هاي كمكي عبارتندازمقاطع نازكي ازميكا وژيپس و تيغه مخصوصي از كوارتز. هنگام استقرار اين تيغه ها در ميدان ديد ميكروسكوپ امتداد بزرگترين و كوچكترين ضريب شكست آنها با سطوح ارتعاش نيكولها زاويه 45 درجه تشكيل مي دهد.

تيغه ژيپس(لاندا): اگر به تنهائي در ميدان ديد قرار گيرد، با نور سفيد رنگ تداخلي قرمز سري اول را ايجاد مي كند.

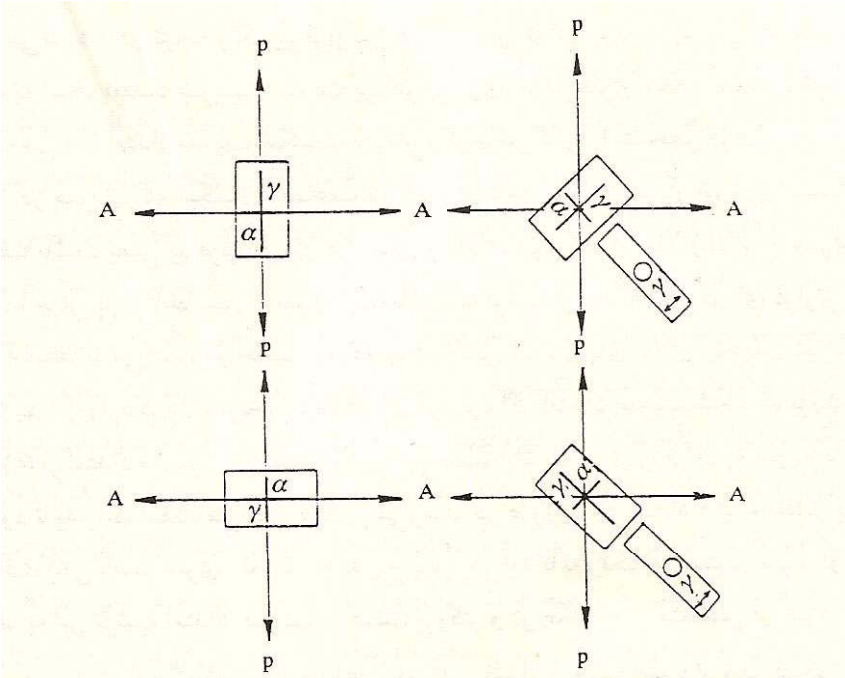
تيغه ميكا(4/1 لاندا): تأخيري معادل 4/1 طول موج نور زرد ايجاد مي كند.



نمونه‌هایی از تیغه‌های کمکی. جهت ↕ نشان دهندهٔ ضریب شکست بزرگتر، یا امتداد نور با سرعت کمتر است.

تعيين جهت ضرايب شكست در بلورها

بدين منظور از تيغه هاي كمكي استفاده مي شود. براي تعيين ضرايب شكست كانيهاي با شكست مضاعف متوسط از تيغه ميكا، در مورد كانيهاي با شكست مضاعف بالا از كوارتز جبران كننده و در مورد كانيهاي با بيرفرنژانس ضعيف از تيغه ژيپس استفاده مي شود. بعنوان مثال در مورد كانيهاي با بيرفرنژانس متوسط، كاني را در حالت حداكثر روشنائي قرار داده و ضمن ورود تيغه، رنگهاي تداخلي را مشاهده مي نمائيم. در صورتيكه ضريب شكست بزرگتر تيغه و كاني بر هم منطبق باشند،تأخير تيغه با تأخير كاني جمع شده، رنگ تداخلي در سري رنگهاي نيوتن بالا مي رود. در استفاده از گوه كوارتز جمع تأخيرها با ظهور رنگ سفيد سريهاي بالا و پايين آمدن درجه رنگها با ظهور تدريجي خاكستري سري اول نمايان ميشود. در استفاده از تيغه ژيپس در حالت اول رنگهاي آبي تا آبي مايل به سبز سري دوم و در حالت دوم،قرمز تا قرمز مايل به نارنجي سري اول آشكار مي شود.



چگونگی استفاده از تیغه‌های کمکی برای تعیین جهات ضرایب شکست بزرگتر و کوچکتر مقاطع نازک (الف). حالتی که امتداد ضریب شکست بزرگتر تیغه و مقطع بر روی هم منطبق است. (ب) حالتی که امتداد ضریب شکست بزرگتر تیغه بر روی امتداد ضریب شکست کوچکتر مقطع منطبق است.

اندازه گيري بيرفرنژانس

براي اين مطالعه نيز از تيغه ي كمكي كوارتز استفاده مي شود. بطوريكه در كانيهاي با بيرفرنژانس بالاتر از خاكستري سري اول، كاني را به نحوي در ميدان ديد قرار مي دهند كه امتداد ضريب شكست بزرگترتيغه منطبق بر امتداد كوچكتر مقطع گردد. با وارد كردن تدريجي تيغه به ميدان ديد،سري رنگهاي آن بتدريج پايين آمده تا به خاكستري سري اول برسد. براي تعيين رنگ بيرفرنژانس كافيست تعداد دفعات ظهور بنفش حساس را شمرده و با 1 جمع كنيم. حاصل شماره سري رنگ بيرفرنژانس مقطع خواهد بود. در صورتيكه بيرفرنژانس مقطع ضعيف باشد، از تيغه لاندا استفاده مي شود(نظام رنگ اينترفرانس را با استفاده از تابلوي ميشل لوي نيز مي توان به آساني مشخص كرد).

ماكل

ماكل و نوع آن را نيزدر وضعيت نيكولهاي عمود بر هم مطالعه مي كنند.در حالتي كه كاني ماكل كارلسباد دارد، با چرخاندن ميز نيمي از كاني روشن و نيمي خاموش است.درماكل پلي سنتتيك ضمن چرخاندن ميزتيغه هاي مخطط يك درميان خاموش وروشن مي شوند ودرماكل مشبك نيزسطح كاني بصورت مشبك ديده مي شود.

زاويه خاموشي و انواع آن

براي ارزيابي نوع خاموشي كاني بايد واجد يكي از ويژگيهاي بارز بلورشناسي نظير رخ، طول بارز و يا ماكل(سنجنده خاموشي) باشد. اگر خاموشي مقطع زماني اتفاق بيفتد كه سنجش گر بارز خاموشي موازي تارهاي ميدان ديد (رتيكولها) باشد، خاموشي موازي است. اگر در وضعيت خاموشي، سنجنده خاموشي با رتيكولها زاويه بسازد، خاموشي مايل است. بعضي ازكانيها داراي سطوح رخ با مقطع لوزي هستند. اگردر وضعيت خاموشي امتداد سطوح ارتعاش نيكولها موازي اقطار لوزي مورد بحث قرار گيرد، خاموشي متقارن مي باشد.

طويل شدگي

با توجه به آنچه در بحث تعيين جهت ضرايب شكست بلورها مطرح شد،با استفاده از تيغه هاي مناسب ميتوان طويل شدگي كانيها را نيز ارزيابي كرد.در صورتيكه طول بارزكاني در امتداد ضريب شكست بزرگتر باشد، طويل شدگي مثبت است. اما اگر طول بارزبلوردرامتداد ضريب شكست كوچكتر باشد،طويل شدگي از نوع منفي خواهد بود. در موارد خاص ممكن است طويل شدگي در امتداد ضريب شكست متوسط كاني باشد. در صورتي كه مقطع نازك داراي ضرايب شكست بزرگتر و متوسط باشد،طويل شدگي منفي است. اما اگر مقطع داراي ضرايب متوسط و كوچكتر باشد، طويل شدگي مثبت خواهد بود.

پديده هاي غيرعادي بيرفرنژانس در فضاي بلور

بي نظمي نوراني: گاهي اتفاق مي افتد كه كانيهاي همسانگرد بصورت ناهمسانگرد ظاهر شده و بيرفرنژانس ضعيفي از خود بروزمي دهند (در گارنت كلسيم دار).

بيرفرنژانس غير عادي: در كانيهاي داراي بيرفرنژانس ضعيف و پاشيدگي قوي گاهي رنگ اينترفرانس اصلي ظاهر نمي شود.

منطقه اي بودن: خاموشي ناهماهنگ و بروز خاموشي بصورت مناطق متحدالمركزكه گاهي در پلاژيوكلازها ديده مي شود.

خاموشي موجي: در اين وضع كانيهاي متأثر از فشار يكباره خاموش نشده بلكه خاموشي بصورت موج سطح مقطع را فرا مي گيرد.

تعيين ضخامت مقطع

با دقت در بلورهاي يك كاني شناخته شده و با توجه به مقدار بيرفرنژانس بيشينه كاني و رنگ تداخلي قابل ديد مقطع (در مورد كوارتز زرد پريده) از روي نمودار سري رنگهاي نيوتن مي توان ضخامت كاني را مشخص كرد.بطوريكه كانيهايي كه محور نوري آنها افقي قرار گرفته باشد داراي بالاترين سري رنگ تداخلي خواهند بود.

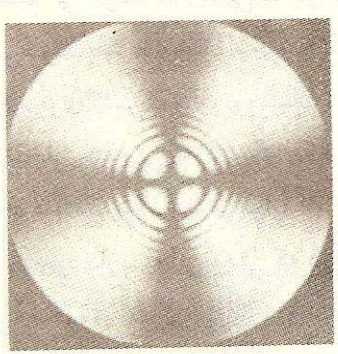
گفتار هفتم

مطالعه بلورها در نور پلاريزه متقارب

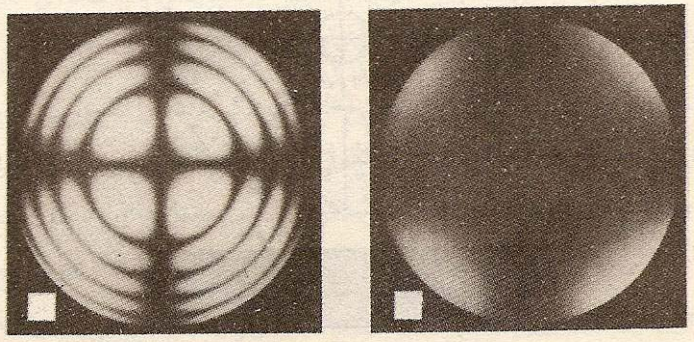
مطالعه كنوسكوپي بلورها عبارتست ازبررسي بعضي ديگر از ويژگيهاي نوري بلورهاي ناهمسانگرد كه توسط ميكروسكوپ و با استفاده از كندانسور و عدسي برتران صورت مي پذيرد.ضمن قرارگيري كندانسور شعاعهاي نوري بصورت متقارب به مقطع مي رسيده و موجب تشكيل اشكال تداخلي مي گردند.

مطالعه بلورهاي يك محوره در نور متقارب

در كانيهاي يك محوره اشكال تداخلي عبارتست از يك محور متقاطع سياه رنگ(صليب سياه) و يك يا چند دايره متحدالمركز. رنگهاي تداخلي و تعداد دوايردراين اشكال تداخلي با تغيير ضخامت مقطع و تغيير شكست مضاعف كاني متغير خواهند بود. آنجا كه جهات ارتعاش دو نور o & e منطبق با جهات ارتعاش نيكولها قرار مي گيرد، خاموشي ايجاد مي شود و ميدان ديد در آن منطقه تاريك مي شود.مجموع اين نقاط صليب سياه را تشكيل مي دهند. دوايررنگين بدليل وجود تآخيرهاي متفاوت در بخشهاي مختلف مقطع شكل مي گيرند. هر چه از مركز بطرف حواشي ميدان ديد حركت كنيم،ميزان تأخير افزايش يافته،سري رنگهاي مربوط به آن نيز بالاتر رفته و بدين ترتيب دوايرمتحدالمركز رنگين ظاهر مي شوند.



نمایش اشکال تداخلی
کانیهای یک محوری در نور متقارب

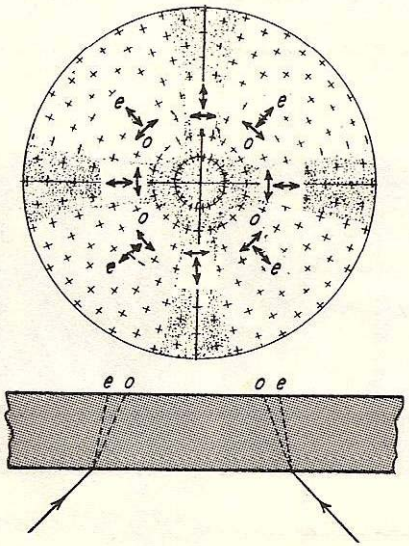


ب

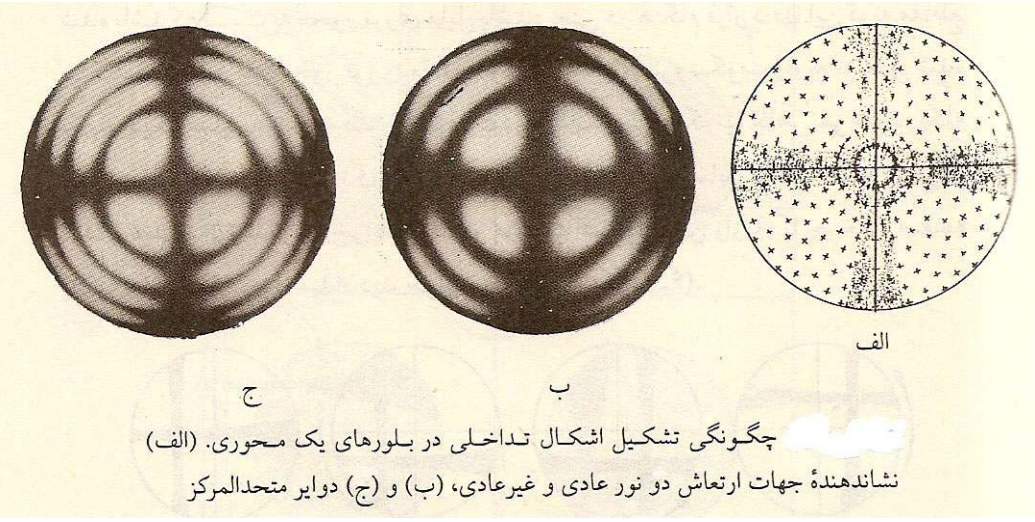
الف

مقایسه اشکال تداخلی دو کانی با شکست مضاعف مختلف هنگام مطالعه
با نور متقارب. (الف) شکست مضاعف ضعیف، (ب) شکست مضاعف قوی

ود.



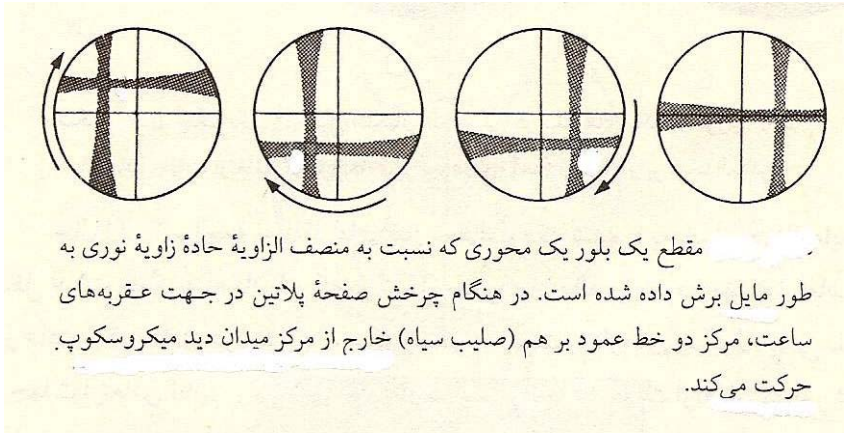
نمایش جهات ارتعاش دو نورعادی و غیرعادی در کانیهای دو محوری و چگونگی تشکیل اشکال تداخلی. شعاع غیرعادی با سرعت کمتر و شکست بیشتر = e
شعاع عادی با سرعت بیشتر و شکست کمتر = o



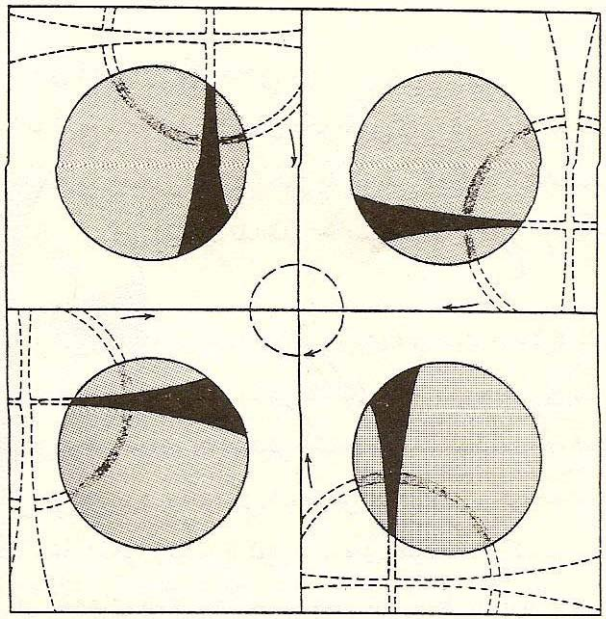
چگونگی تشکیل اشکال تداخلی در بلورهای یک محوری. (الف) نشاندهندهٔ جهات ارتعاش دو نور عادی و غیرعادی، (ب) و (ج) دوایر متحدالمرکز

وضعيتهاي مختلف شكل تداخلي بلورهاي يك محوره

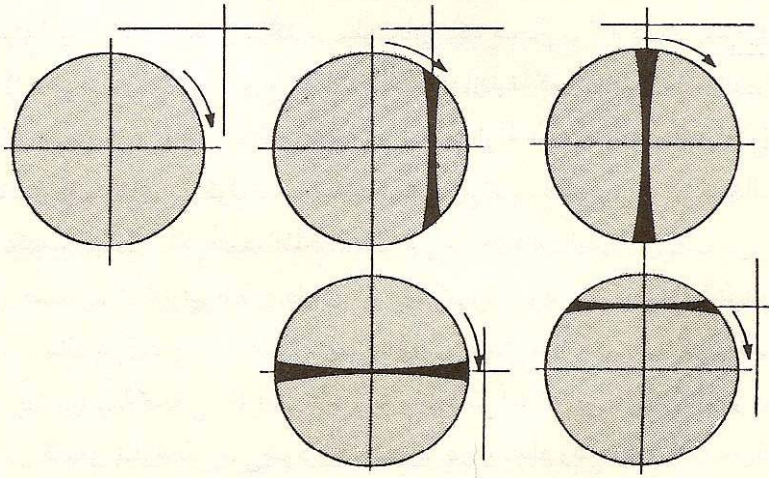
بروز صليب ايده آل مربوط به مقاطع برش خورده عمود بر محورنوري ميباشد. در صورتيكه برش از وضعيت فوق منحرف گردد،محل تقاطع دو بازوي صليب ممكن است خارج از ميدان ديد تشكيل شودو با هر چرخش 90 درجه ميز يكي از بازوهاي صليب در ميدان ديد ظاهر گردد.



مقطع یک بلور یک محوری که نسبت به منصف الزاویهٔ حادهٔ زاویهٔ نوری به طور مایل برش داده شده است. در هنگام چرخش صفحهٔ پلاتین در جهت عقربه‌های ساعت، مرکز دو خط عمود بر هم (صلیب سیاه) خارج از مرکز میدان دید میکروسکوپ. حرکت می‌کند.



اشکال تداخلی بلورهای یک محوری. خطوط نقطه‌چین نمایشگر حرکت شکل در اطراف میدان میکروسکوپ در هنگامی که صفحه پلاتین می‌چرخد. مقطع نازک نسبت به منصف‌الزاویه حاده زاویه نوری مایل است.



مقطع بلور یک محوری در حالی که تقریباً موازی با محور دیدگانی تهیه شده باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، محل تقاطع شاخه‌های سیاهرنگ (صلیب سیاه) در بینهایت تشکیل شده است و در هر چرخش ۹۰ درجه طرحی از یک شاخه دیده می‌شود.

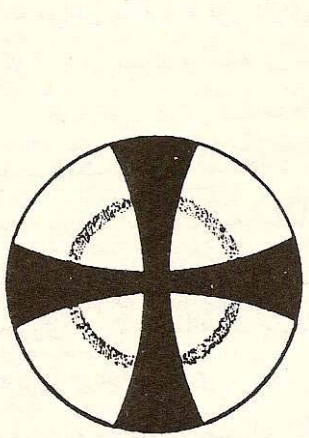
تعيين علامت نوري كانيهاي يك محوره

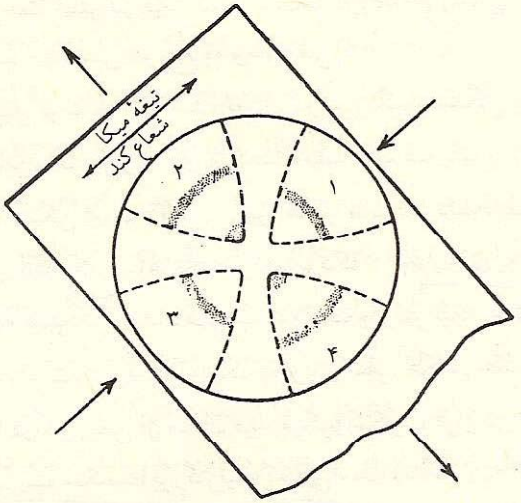
مي دانيم كه علامت نوري كانيها با استفاده از تيغه هاي كمكي تعيين مي گردد.

در استفاده از تيغه ميكا براي كانيهاي داراي بيرفرنژانس متوسط ايجاد دو لكه سياه نزديك به مركز صليب است كه در دو ربعي از ميدان ديد كه در آن جهت كاهش تأخير صورت مي گيرد،بوجود مي آيد.

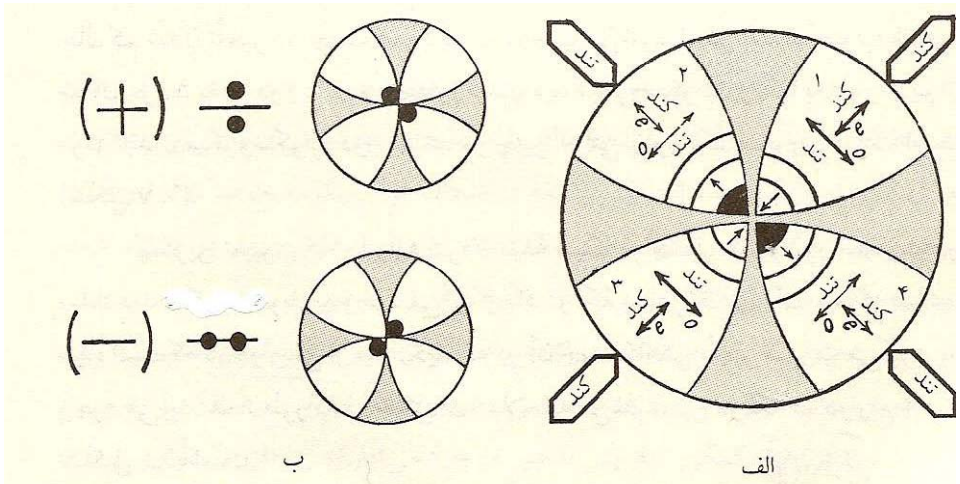
در استفاده از تيغه ژيپس، در كانيهاي يك محوره مثبت رنگ آبي يا سبز در دو ربع متقابلي ازميدان ديد ظاهر مي شود كه امتداد آن موازي جهت ارتعاش نور با سرعت كمتر در تيغه باشد.در كانيهاي يك محوره منفي عكس حالت فوق اتفاق مي افتد.

در استفاده از گوه كوارتز، با ورود تدريجي گوه به مسير عبور نوردر كانيهاي يك محوره مثبت، دواير رنگين دو ربع متقابلي كه موازي با امتداد ارتعاش نور با سرعت كمتر تيغه قرار دارند بطرف مركز ميدان حركت كرده و ناپديد ميشوند.



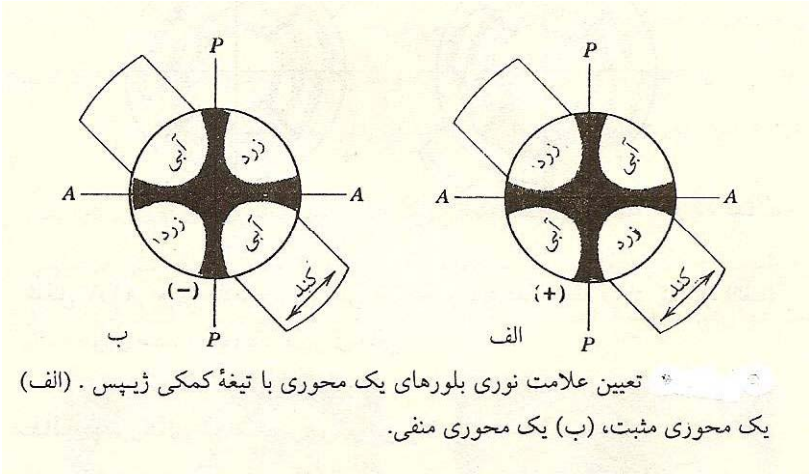


تعیین علامت نوری بلورهای یک محوری مثبت با استفاده از تیغهٔ کمکی میکا. جهت بردارها نشاندهندهٔ جهت حرکت دوایر متحدالمرکز است. شکل سمت راست پس از وارد کردن تیغهٔ کمکی میکا به میدان دید میکروسکوپ است.

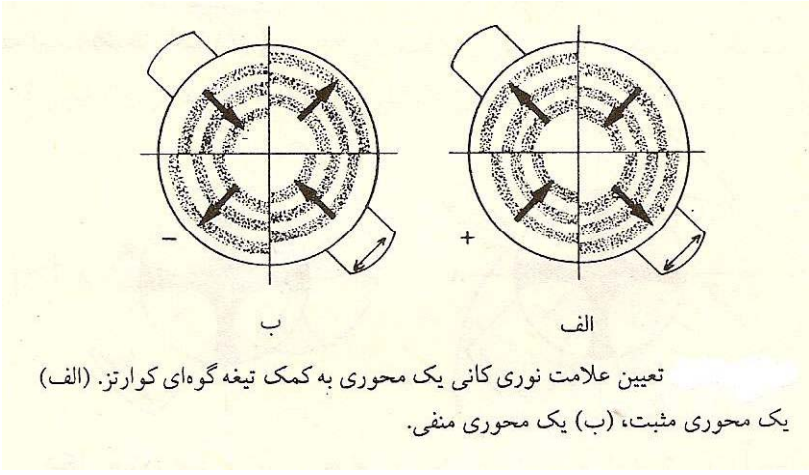


ب الف

نمایش چگونگی ایجاد لکه‌های سیاهرنگ در بلورها یک محوری. (الف) بلور یک محوری مثبت (ب) چگونگی قرارگیری لکه‌های سیاهرنگ که اتصال آنها در بلورهای یک محوری مثبت با امتداد ارتعاش نور در جهت ضریب شکست بزرگتر که سرعت کمتر دارد و در حاشیه تیغه کمکی مشخص شده است علامت (+) و در بلورهای یک محوری منفی باهمان جهت از تیغه کمکی میکا علامت (-) را می‌سازد نشان می‌دهد.



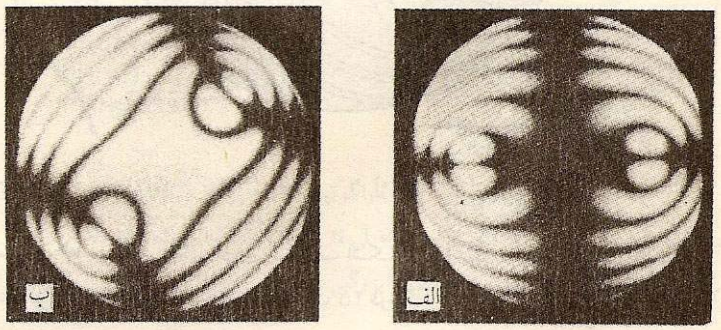
تعیین علامت نوری بلورهای یک محوری با تیغهٔ کمکی ژیپس . (الف) یک محوری مثبت، (ب) یک محوری منفی.



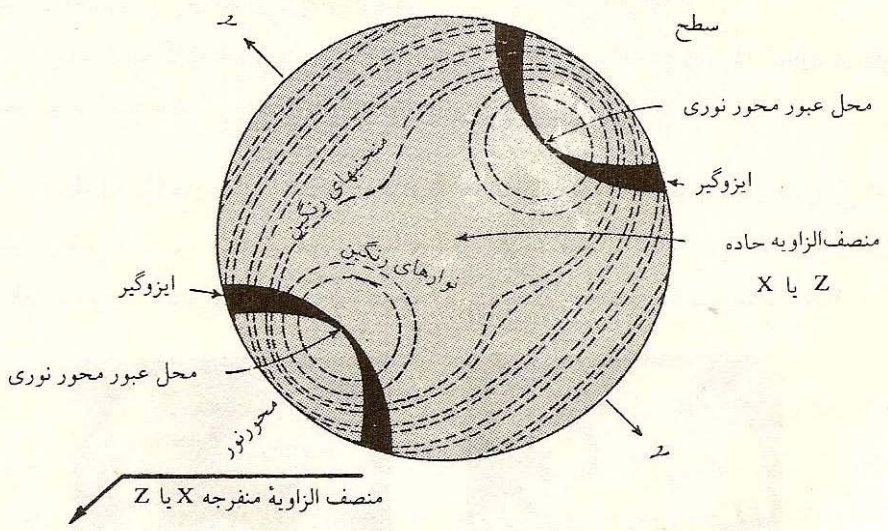
تعیین علامت نوری کانی یک محوری به کمک تیغه گوه‌ای کوارتز. (الف) یک محوری مثبت، (ب) یک محوری منفی.

مطالعه كنوسكوپي بلورهاي دومحوره

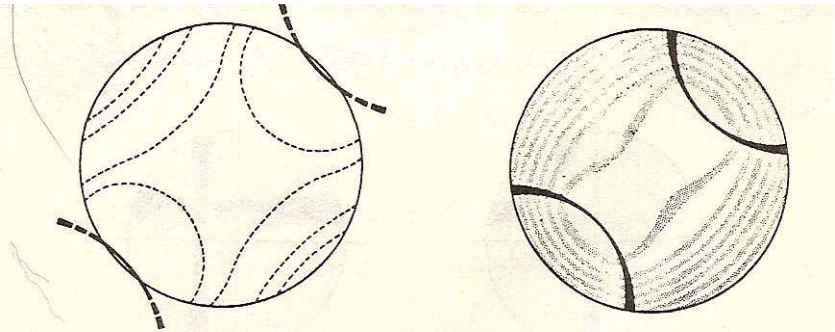
با ذكر اين نكته كه براي مشاهده اشكال تداخلي ضمن استفاده از نور متقارب لازم است از عدسي شيئي با بزرگنمائي بالا استفاده كرده و عدسي برتران نيز جهت افزايش وضوح تصويردرمسير نور قرار گيرد.گرچه شكل تداخلي بعضي از بلورهاي دومحوره بدليل كوچك بودن زاويه 2v مانند اشكال يك محوره است ولي عموماً شكل تداخلي آنها تفاوت داشته و با توجه به نوع برش مقطع نسبت به دو محور تغيير مي نمايد.بهترين حالت مشاهده اشكال تداخلي در اين بلورها مقاطع عمود بر منصف الزاويه حاده بين محورهاي نوري است.درشكل تداخلي اين مقاطع با چرخش ميز، دو خط سياهرنگ شكسته شده و بصورت شاخه هاي هذلولي از مركز ميدان ديد بطرف خارج حركت مي كنند كه حداكثر جداشدگي را در وضعيت 45 درجه نسبت به موقعيت قبلي خود داراست.دو شاخه هذلولي مشهود در موقعيت 45 درجه را منحنيهاي ايزوگير مي نامند.با توجه به مبناي علمي يكسان بروز اشكال تداخلي ذيلاً حالات مختلف اين اشكال نشان داده مي شود.



نمایش مقطع عمود بر منصف‌الزاویه حاده زاویه نوری (الف) در موقعیت موازی سطحوح ارتعاش، (ب) در موقعیت ۴۵ درجه.

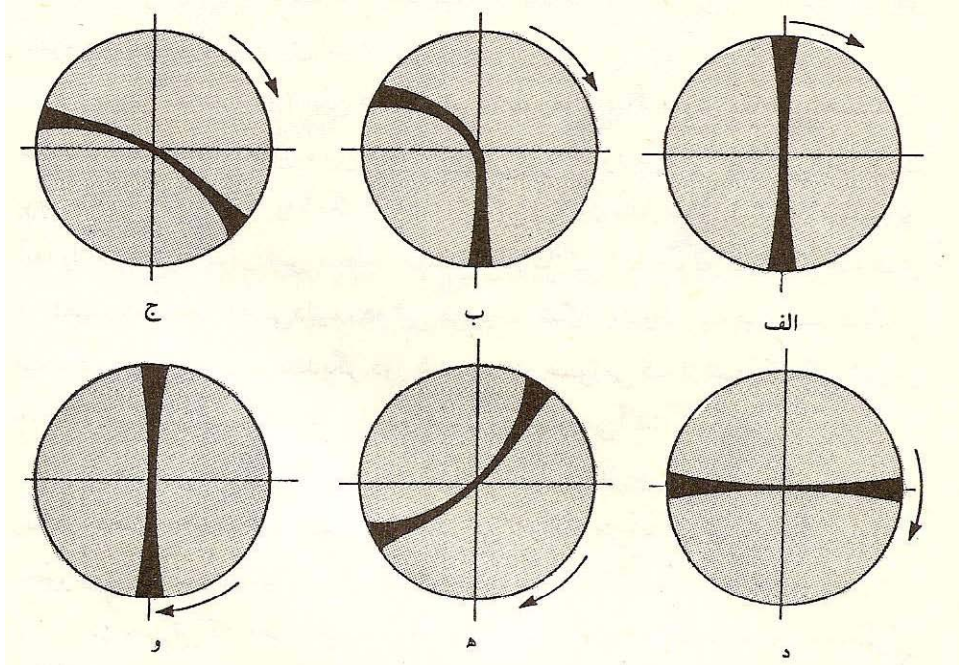


نمایش قسمتهای مختلف اشکال تداخلی در یک برش عمود بر منصف‌الزاویه حاده زاویه نوری در موقعیت ۴۵ درجه.

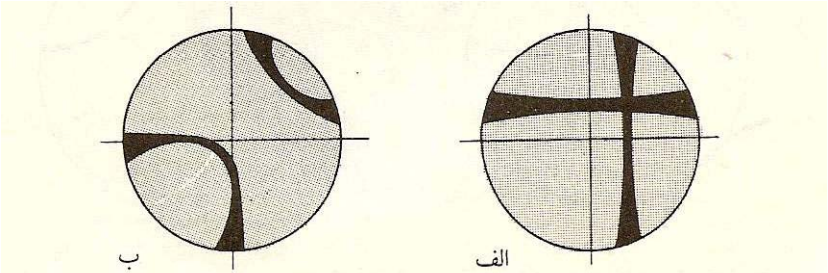


مقایسهٔ زاویه نوری. (الف)آراگونیت $2V = 19^\circ$ و $(n_2 - n_1) = 0/155$
(ب) باریت $2V = 37^\circ 30'$ و $(n_2 - n_1) = 0/012$ همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش $2V$ مقدار دور شدن منحنیهای ایزوگیر بیشتر می‌شود.

اشكال تداخلي مقاطع عمود بر يكي از محورهاي نوري

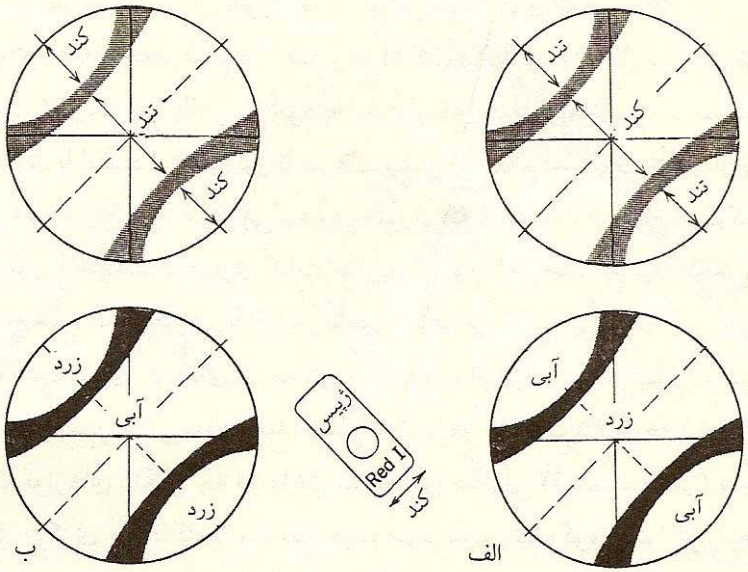


مقطع یک بلور دو محوری در نور متقارب هنگامی که عمود بر یکی از محورهای نوری برش داده شده باشد (۱۸۰ درجه چرخش)

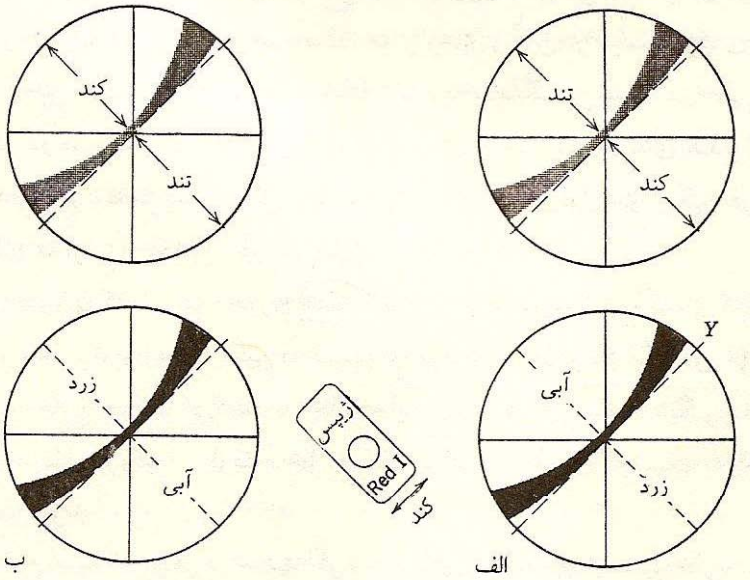


مقطع کانی دو محوری در نور متقارب هنگامی که نسبت به منصف‌الزوایه حاده بین محورهای دیدگانی به‌طور مایل برش داده شده باشد. (الف) هنگام تشکیل دو خط عمود بر هم (صلیب سیاه)، (ب) هنگام شکسته‌شدن صلیب بر اثر چرخش

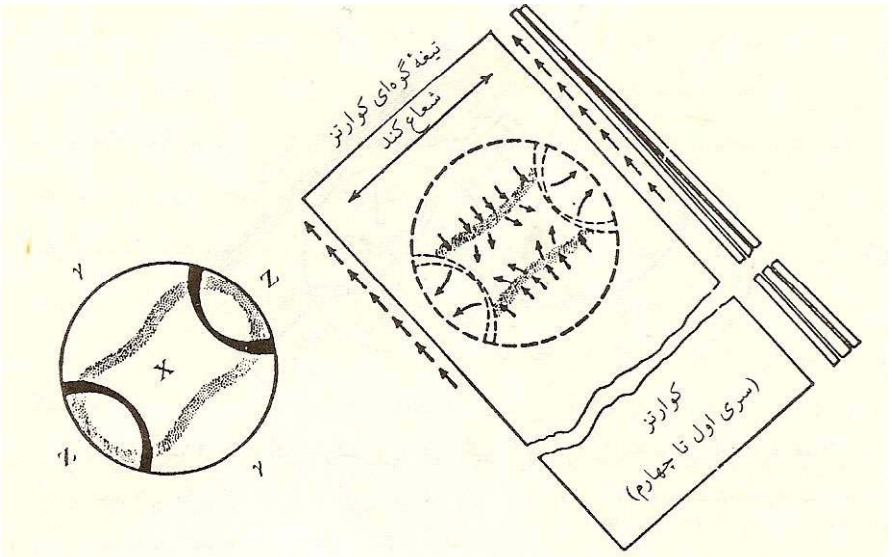
تعیین علامت نوري در بلورهاي دومحوره



چگونگی تغییر اشکال تداخلی در بلورهای دو محوری مثبت و منفی مقاطع عمود بر منصف‌الزاویهٔ حادهٔ زاویهٔ نوری. (الف) دو محوری منفی، (ب) دو محوری مثبت

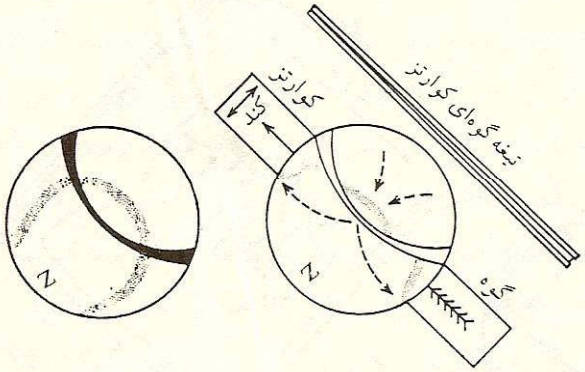


چگونگی تغییر اشکال تداخلی در بلورهای دو محوری مثبت و منفی در مقاطع عمود بر یکی از محورهای نوری. (الف) منفی، (ب) مثبت

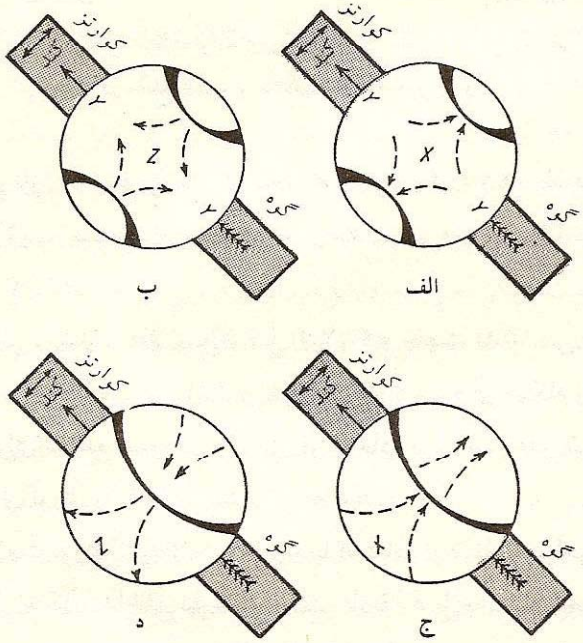


با استفاده از تیغه کمک　　بدون استفاده از تیغه کمکی

چگونگی حرکت نوارهای رنگین در یک بلور دو محوری منفی با استفاده از تیغه گوه‌ای کوارتز در مقطع عمود بر منصف‌الزاویه محور نوری



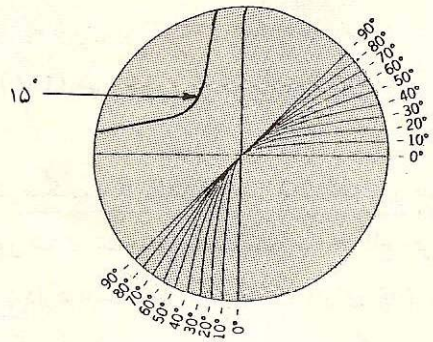
چگونگی حرکت نوارهای رنگین با استفاده از تیغه گوه‌ای کوارتز در مقاطع عمود بر یکی از محورهای نوری در بلورهای دو محوری. شکل سمت چپ، بدون استفاده از تیغه، شکل سمت راست با استفاده از تیغه



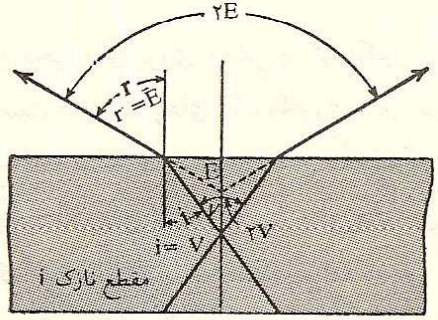
چگونگی حرکت نوارهای رنگین (ایزوکروماتیک) در بلورهای دو محوری مثبت و منفی. (الف) و (ب) مقطع عمود بر منصف‌الزاویه حاده زاویه نوری. (ج) و (د) مقطع عمود بر یکی از محورهای نوری. (الف) و (ج) دو محوری منفی و (ب) و (د) دو محوری مثبت.

زاويه 2v

در اشكال تداخلي بلورهاي دو محوره فاصله دور شدن دو شاخه هذلولي يا بعبارت ديگر فاصله دو محور نوري كه از نوك دو هذلولي مي گذرند، نه تنها به 2vبلكه به زاويه بتا نيز بستگي دارد زيرا ضرايب شكست بلور براي نوري كه در امتداد محورهاي نوري حركت مي كند برابر بتا است. نوري كه در اين امتداد از بلور مي گذرد، در هنگام خروج از بلور، شكسته مي شود و زاويه نوري موسوم به 2E را بوجود مي آورد كه اين زاويه بزرگتر از زاويه نوري حقيقي (2v)مي باشد و به آن زاويه نوري ظاهري گفته مي شود.



منحنینهای ایزوگیر در مقاطعی از یک بلور دو محوری که عمود بر یکی از محورهای نوری تهیه شده است. در حالی که مقدار ۲V از صفر تا ۹۰ درجه تغییر می‌کند.



نمایش چگونگی ارتباط بین دو زاویه ۲E و ۲V در بلورهای دو محوری

پایان

www.salampnu.com

سایت مرجع دانشجوی پیام نور

- ✓ نمونه سوالات پیام نور : بیش از ۱۱۰ هزار نمونه سوال همراه با پاسخنامه تستی و تشریحی
- ✓ کتاب ، جزوه و خلاصه دروس
- ✓ برنامه امتحانات
- ✓ منابع و لیست دروس هر ترم
- ✓ دانلود کاملا رایگان بیش از ۱۴۰ هزار فایل مختص دانشجویان پیام نور

www.salampnu.com