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

مینرالوگرافی (کانه نگاری)

رشته زمین شناسی

۲ واحد درسی

نام منبع و مولف: مینرالوگرافی ، سید جواد مقدسی ، انتشارات دانشگاه پیام نور ۱۳۸۵

فهرست مطالب

- کلیات
- میکروسکوپ کانه‌شناسي
- آماده‌سازی نمونه
- روشهای شناسايي کانه‌ها
- نقش‌اندازی شیمیایي- ساختاری
- روشهای پیشرفته شناسايي کانه‌ها
- بافت و پاراژنز
- ویژگیهای نوری کانه‌های متداول

اهداف درس

- شناخت میکروسکوپ پلاریزان نور بازتابیده
- مطالعه کانه‌ها و باطله‌های موجود در کانسنگها
- معرفی روشهای شناسایی کانیها در میکروسکوپ نور بازتابیده
- معرفی سایر روشهای پیشرفته شناسایی کانیها
- آشنایی با بافتهای کانه ها
- شناخت عملی برخی کانه های مهم در میکروسکوپ

جایگاه درس

- درس مینرالوگرافي از دروس اختياري دوره کارشناسي زمين‌شناسي و از دروس کمبود دوره کارشناسي ارشد زمين‌شناسي اقتصادي است.
- مطالب طرح شده در این درس به طور خاص مورد نیاز دانشجویان دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی است و در بحثهای مربوط به تعیین پاراژنز و توالی پاراژنتیکی و همچنین ارزشمندی اندیسهای معدنی نقش کلیدی دارد.

فصل اول: کلیات

- هدف کلي:

آشنايي با تعريف علم مينرالوگرافي ، تاريخچه مطالعات و اهميت آن از نظر زمين‌شناسي

هدفهاي رفتاري

- تعريف علم مينرالوگرافي
- بيان مفاهيم كانه و كاني كدر و اهميت آنها
- تاريخچه مطالعات مينرالوگرافي
- كاربردهاي مينرالوگرافي

تعريف مينرالوگرافي

- مينرالوگرافی علم مطالعه کانه‌ها و کانيهاي کدر در مقاطع صيقلی توسط ميکروسکوپ پلاريزان نور بازتابيده است
- واژه های معادل: کانه‌نگاري و کانه‌شناسي ميکروسکوپي
- موضوع مطالعه: کانه ، کانی کدر ، باطله ، مقطع صيقلی

تاريخچه مينرالوگرافي

- شهابسنگهاي بارون فون ويدمن اشتاتن (۱۸۰۹)
- انجام آزمايش نقش‌اندازي توسط اسيد نيتريك بر روي مقاطع صيقلي شهابسنگ البوگن توسط نيومن (۱۸۱۲)
- مطالعه ماکروسکوپی سطح صیقلی کاني پيروتيت توسط برزليوس (۱۹۱٤)
- تهيه **مقاطع صيقلي** و مطالعه ميكروسكوپي شهابسنگهاي آهني توسط **سوربي** (۱۸۸۷)
- مطالعه مقاطع صيقلي كانيهاي مس منطقه كلراید (نيومكزيكو) به صورت ماكروسكوپي توسط بامهاور (۱۸۸۵)

تاريخچه مينرالوگرافي

- نيمه اول قرن بيستم

نورسنجی ميكروسكوپي توسط اورسل (۱۹۲۷ و ۱۹۳۰)

تحول در طراحي ميكروسكوپ.

منشورهاي نيكول (فيلمهاي پلاريزان) ارزان و با كيفيت بالا

تحول در قسمتهاي روشنايي و بازتابنده‌ها

توليد عدسيهاي با كيفيت بهتر و لامپهاي تنگستن ـ هالوژن

تاريخچه مينرالوگرافي

- نيمه دوم قرن بيستم
  - پيشرفت در روشهاي كمّي كانه‌شناسي ميكروسكوپي
  - اندازه‌گيري دقيق شدت بازتابش و تعيين كمّي سختي
  - ابداع روشهاي پيشرفته و بسيار گرانقيمت براي تجزيه درجاي مقادير بسيار اندك دانه‌هاي كاني در مقاطع صيقلي
- تاسيس كميسيون كانه‌شناسي ميكروسكوپي وابسته به انجمن بين‌المللي كاني‌شناسي (١٩٦٢)

كاربرد مينرالوگرافي

- كاني‌شناسي
  به ويژه شناسايي و تشخيص كانيها (كانه‌ها و كانيهاي كدر)
- زمين‌شناسي اقتصادي
  به ويژه: بافت كانسنگها ، ترتيب نهشته شدن كانيها (توالي پاراژنتيكي)
- نحوه تشكيل كانسارها
- سنگ شناسي
- اكتشاف و استخراج معدن
- فلزشناسی

فصل دوم: ميكروسكوپ كانه‌شناسي

- هدف كلي:

آشنايي با ميكروسكوپ كانه‌شناسي ، شناخت اجزاء آن و نحوه به‌كارگيري آنها در مطالعات كانه‌شناسي

هدفهاي رفتاري

- شناخت اجزاء مختلف ميكروسكوپ كانه‌شناسي
- تفاوتهاي ميكروسكوپ كانه‌شناسي و ميكروسكوپ سنگ‌نگاري
- تشريح مسير عبور نور در ميكروسكوپ كانه‌شناسي
- شناخت ويژگيهاي صفحه چرخان ميكروسكوپ
- شناخت انواع عدسيهای شيئي و چشمي و ويژگيهاي هر يك
- ويژگيهاي منبع روشنايي
- شناخت پلاريزور ، آناليزور ، انواع بازتابنده‌ها ، تك‌رنگ كننده‌ها و فيلترها و كاربرد آنها
- شناخت انواع ريزسنجها ، نورسنج و نگهدارنده نمونه و چگونگي استفاده از آنها

میکروسکوپ کانه‌شناسي

انواع میکروسکوپ

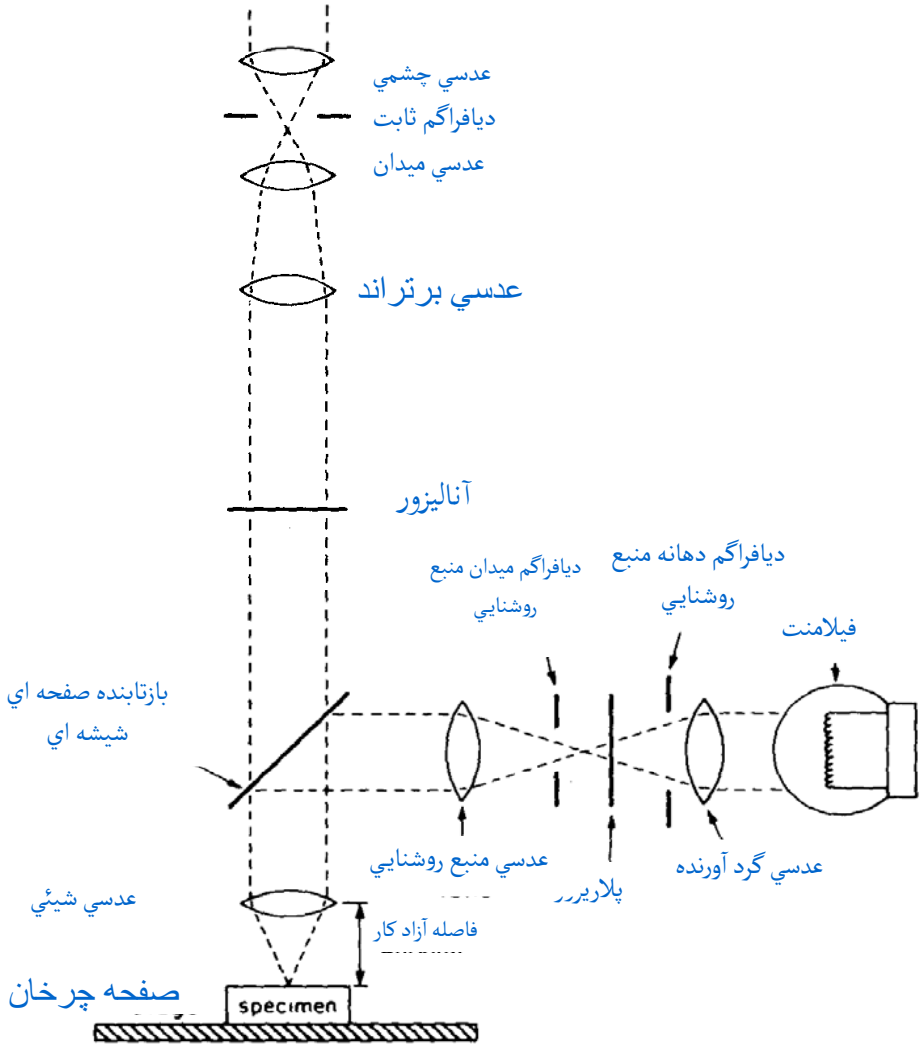
میکروسکوپ پلاریزان نو

میکروسکوپ پلاریزان نور باز

میکروسکوپ پلاریزان دو منظوره مجهز
به هر دو سیستم نور عبوري و نور بازتابیده

سید جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

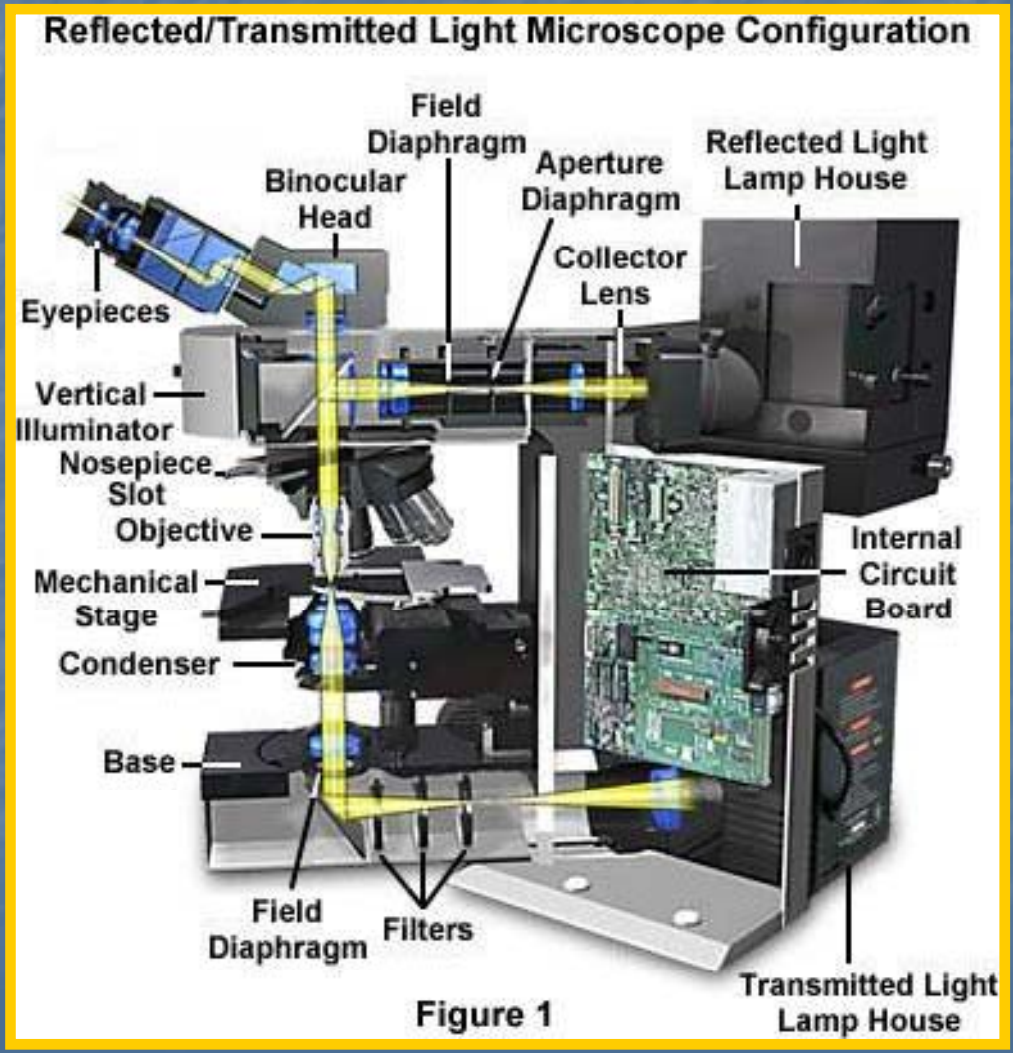
اجزاء ميكروسكوپ كانه‌شناسي



- اجزاء سازنده ميكروسكوپ كانه‌شناسي و مسير عبور نور از منبع روشنايي تا چشم بيننده

سيد جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

اجزاء میکروسکوپ کانه‌شناسي



اجزاء سازنده

میکروسکوپ

کانه‌شناسي و

مسیر عبور نور

از منبع روشنایي

تا چشم بیننده

سید جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

صفحه چرخان

- ویژگیها
  - چرخش آزادانه
  - عمود بودن بر مسیر نور
  - مرکزیت داشتن نسبت به عدسیهاي شيئي
- کاربردها
  - استقرار نمونه
  - اندازه‌گيري زوايا
  - امکان نصب صفحه مکانيکي

سید جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

عدسيهاي شيئي

انواع عدسی شیئی

اکرومات

متداولترين و ارزانترين عدسي است.
براي انحراف كروي براي يك رنگ و براي انحراف كروماتيك براي دو رنگ تصحيح می شود

اپوکرومات

عدسيهاي خوب ولي گرانتري هستند.
براي انحراف كروي براي دو رنگ و براي انحراف كروماتيك براي رنگهاي اصلي طيف نور تصحيح شده‌اند

فلوریت یا نیمه اپوکرومات

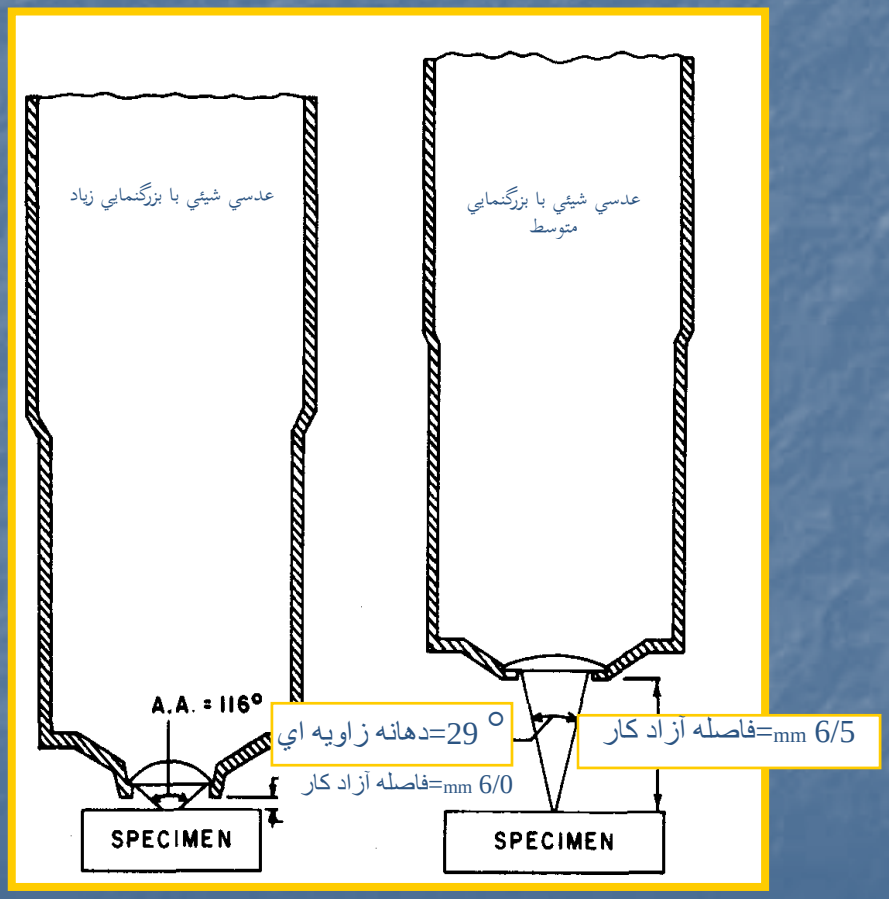
از نظر قیمت و کیفیت حدوسط دو نوع دیگر است

عدسيهاي شيئی

- بزرگنمایی: ۵X ، ۱۰X ، ۲۰X تا حداکثر حدود ۱۲۵X
- انواع عدسي شيئی: (۱) محيط خشك يا محيط هوا (۲) محيط غوطه وری (آب يا روغن)

Figure 3

عدسيهاي شيئی

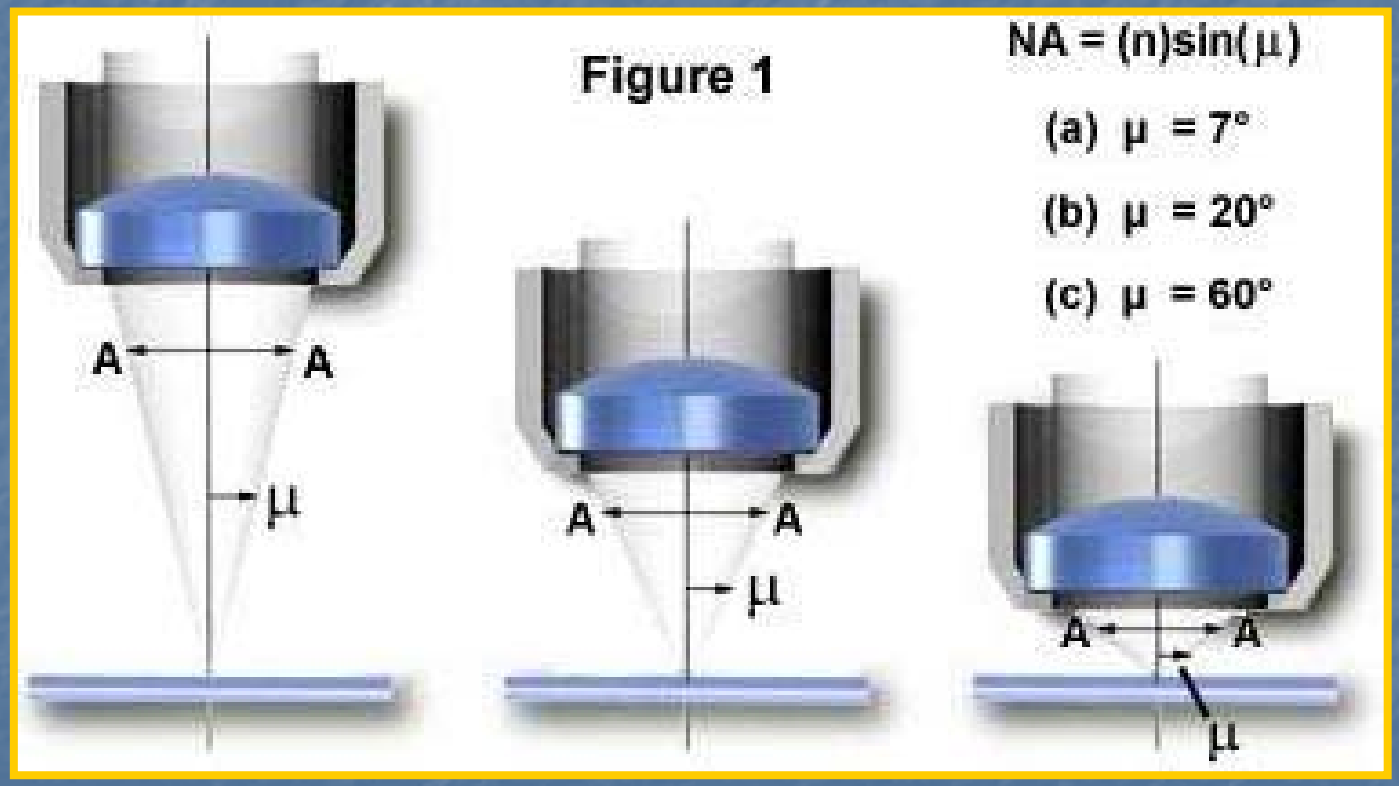


- دهانه عددي (NA)

$$NA = n \ Sin \ \mu$$

- عمق ميدان و محدوده مفيد بزرگنمايي
- مقدار دهانه عددي بين ٠/٤ تا ٣/١

دهانه عددي

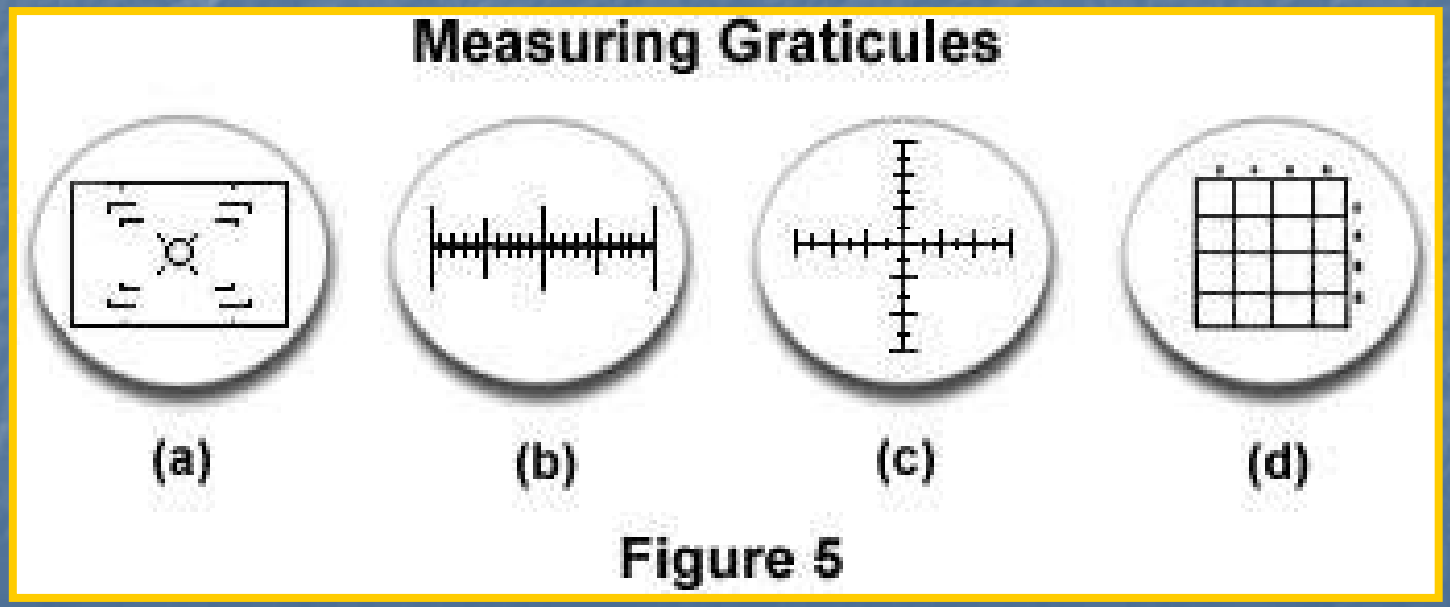


عدسيهاي چشمي

- انواع ميكروسكوپ با توجه به تعداد عدسی چشمی: (۱) یک چشمی (۲) دو چشمي
- بزرگنمايي عدسيهاي چشمي: X۵ ، X۱۰ و X۱۲

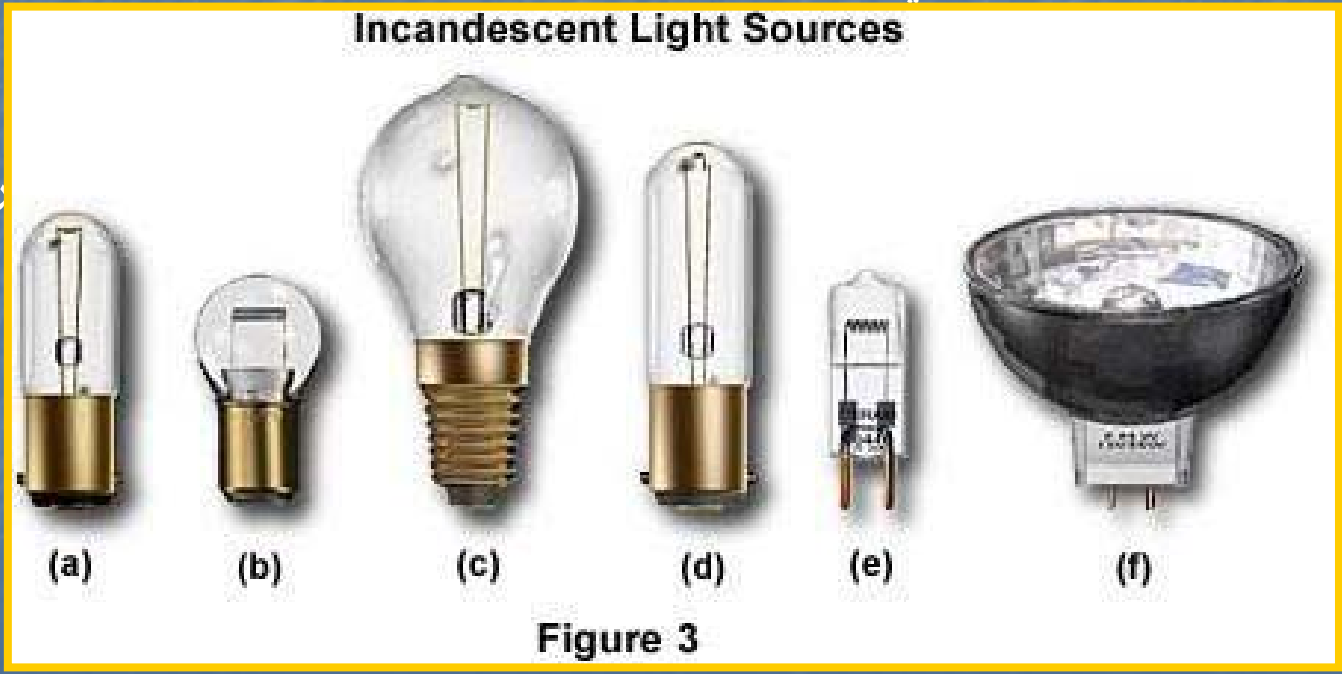
عدسيهاي چشمي

- ديافراگم ثابت: (۱) تارهاي مويي عمود بر هم (۲) صفحه ريزسنج مدرج و شبکه ای

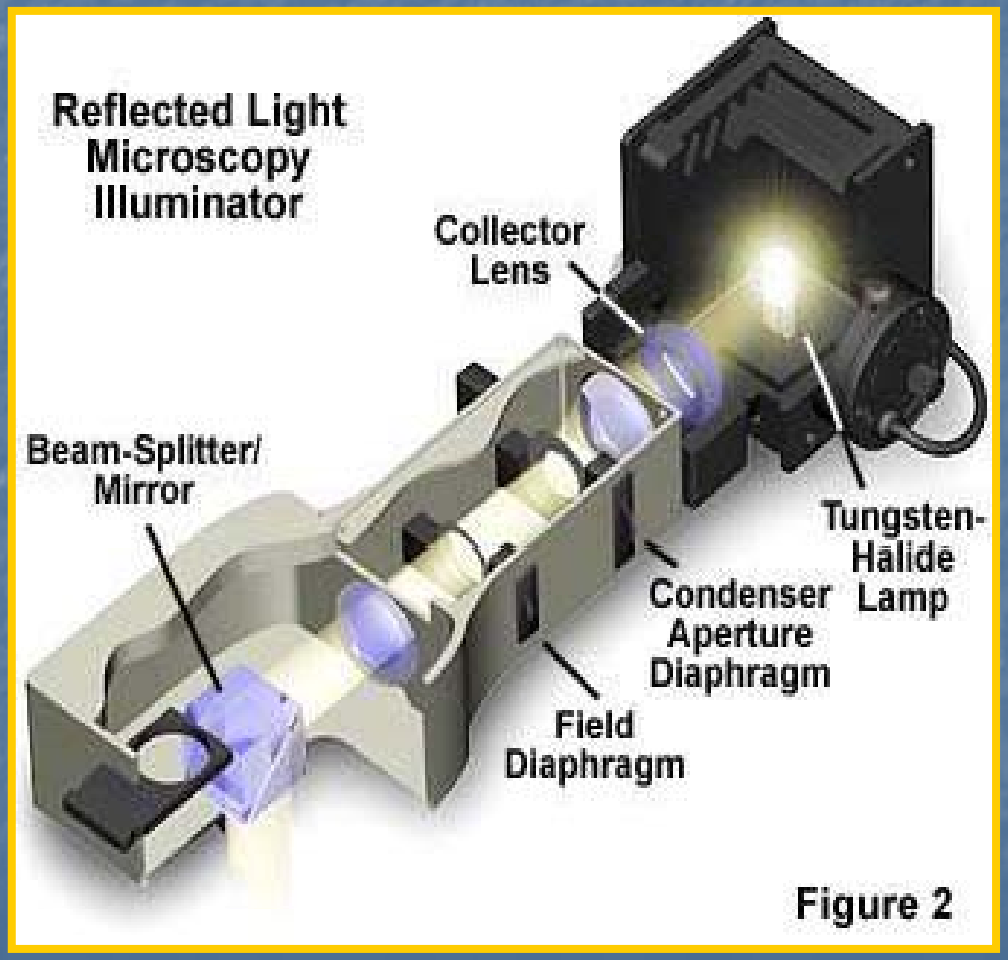


منبع روشنايي

- انواع لامپ: (۱) لامپ فيلامنتي التهابي و (۲) لامپ تخليه گازي
- ورود صفحه شيشه‌اي مات به منظور حذف تصوير فيلامنت



منبع روشنايي



- سيستم روشنايي استاندارد:
  - دو عدسي
  - دو يا سه ديافراگم
  - يك پلاريزور
  - منبع روشنايي

پلاریزور و آنالیزور

- محل استقرار پلاریزور: درون سیستم روشنایي بین لامپ و عدسي گردآورنده یا بین دو دیافراگم دهانه منبع روشنایي و میدان منبع روشنایي
- محل اسقرار آنالیزور: درون لوله میکروسکوپ بین بازتابنده و عدسی چشمی
- معمولاً پلاریزور و آنالیزور را به‌نحوي تنظیم مي‌کنند که جهت ارتعاش نور در آنها بر یکدیگر عمود باشد (برای این منظور از کانیهای گالن یا پیریت استفاده کنید)

بازتابنده‌ها

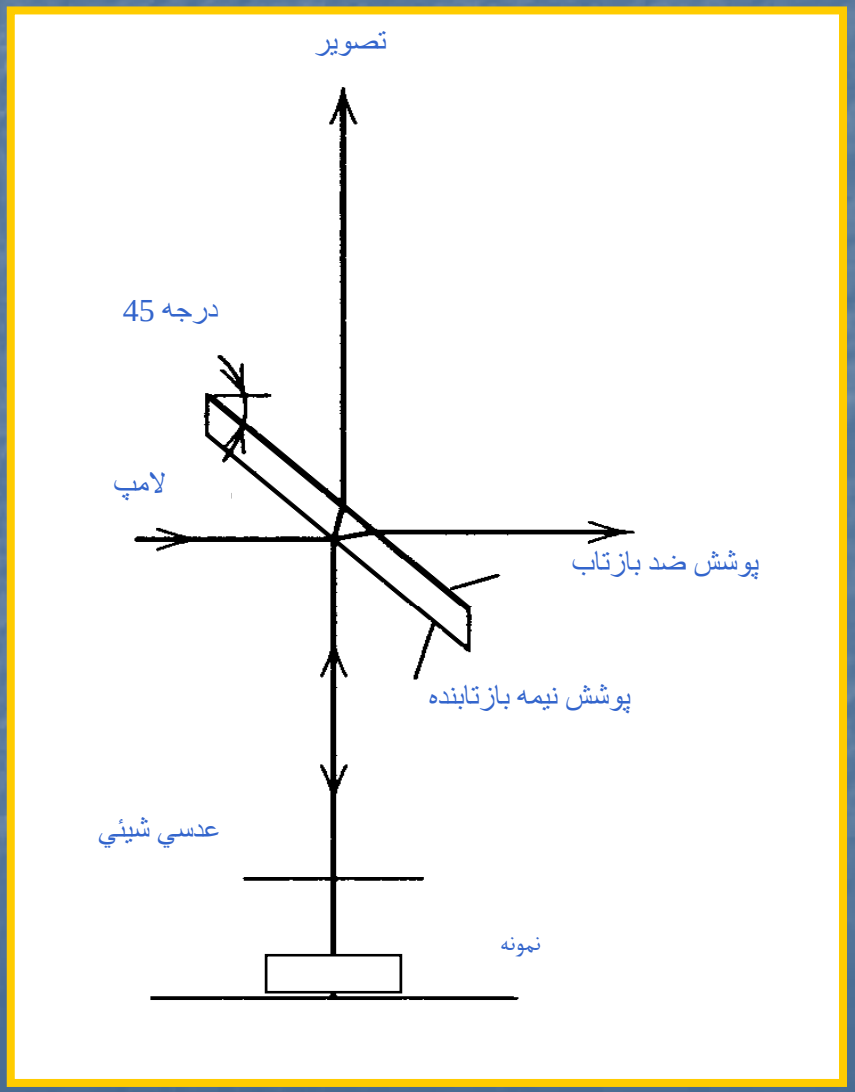
- انواع بازتابنده‌ها:

(۱) بازتابنده شيشه‌اي صفحه‌اي ٤٥ درجه‌اي

(۲) بازتابنده اسميت

(۳) منشور بازتابنده كلي

بازتابنده‌هاي شيشه‌اي صفحه‌اي مناسب‌تر و در برخي موارد ارجحيت دارند



تك‌رنگ كننده‌ها و فيلترها

- ابزارهايي هستند كه معمولاً براي ايجاد نور با طول موج مشخص به كار می روند
- محل استقرار: در مسير نور و معمولاً پس از منبع نوري يا پيش از نورسنج
- انواع فيلتر: (۱) فيلترهاي تداخلي تك‌رنگ كننده ثابت (۲) تك‌رنگ كننده‌هاي پيوسته طيف
- فيلترهاي تداخلي تك‌رنگ كننده ثابت: نوري كه از اين فيلترها عبور مي‌كند تك‌رنگ واقعي نيست ولي دامنه طول موج محدودي دارد
- تك‌رنگ كننده پيوسته طيف: يك فيلتر تداخلي است كه طور موج نور عبوري به‌طور پيوسته در طول آن تغيير مي‌كند

نورسنجها

- نورسنج برای اندازه گیری شدت بازتابش دانه‌هاي كاني به كار می رود
- محل استقرار: نورسنج به عدسي چشمي متصل و يا به‌جاي آن قرار مي‌گيرد
- شرايط لازم برای حصول نتايج قابل قبول:

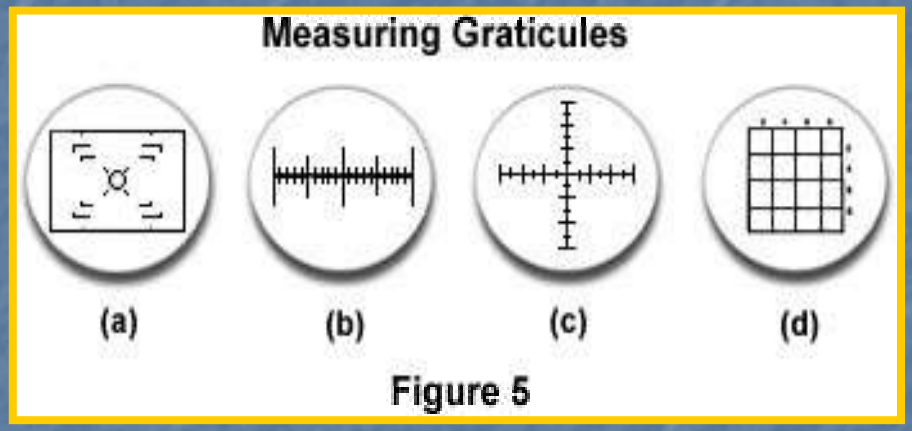
  استفاده از يك منبع روشنايي با ثبات

  استفاده از تك‌رنگ كننده‌هايي با كيفيت بالا

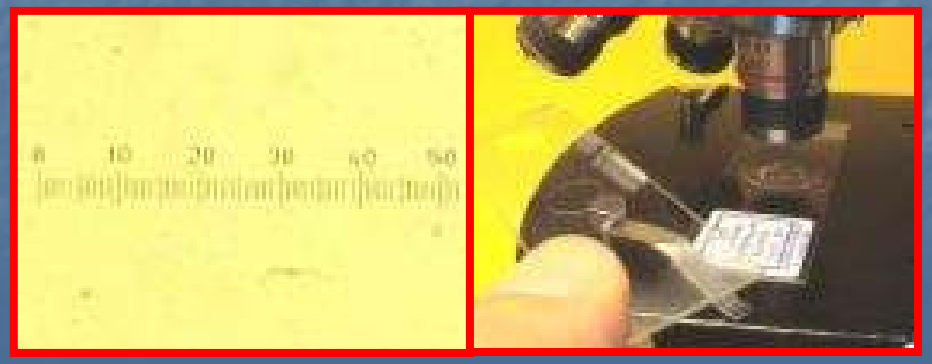
  استفاده از استانداردهاي شدت بازتابش
- كاربرد: اندازه‌گيري كمّي شدت بازتابش

ریزسنجها

- کاربرد: اندازه‌گيري دقيق و صحيح اندازه دانه‌ها
- انواع ريزسنج:



ريزسنج عدسي چشمي

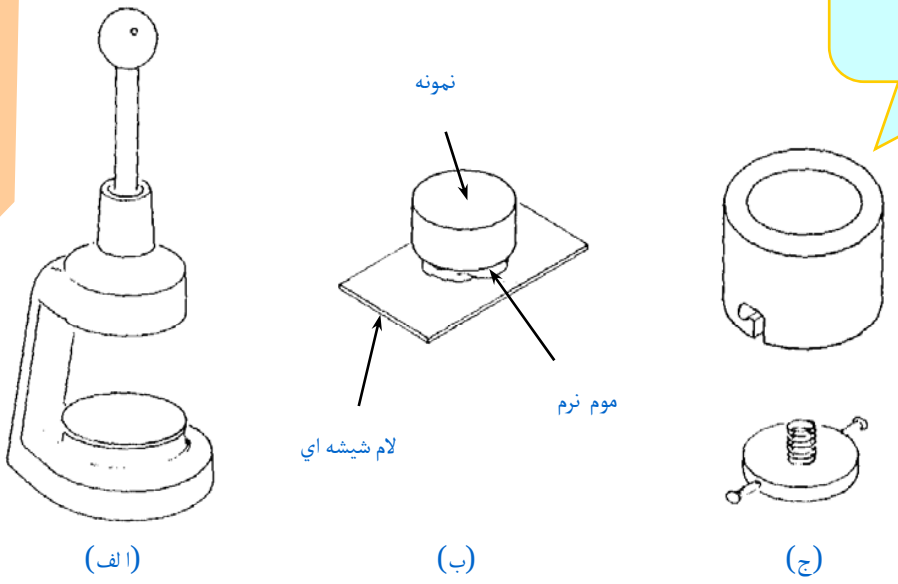


ريزسنج صفحه چرخان

نگهدارنده نمونه

ترازکننده
مکانیکي ساده

استوانه فنردار



نگهداري و تنظيم ميكروسكوپ

- استفاده از پوشش مناسب براي محافظت از ميكروسكوپ در مقابل گردوغبار
- قبل از روشن نمودن ميكروسكوپ ، جريان ورودي به لامپ در وضعيت حداقل قرار گيرد
- استفاده از فيلتر آبي در مسير نور برای ايجاد نور سفيد
- اطمينان از عمود بودن جهت ارتعاش نور در پلاريزور بر جهت ارتعاش نور در آناليزور
- مركزيت داشتن عدسيهاي شيئي
- دقت در هنگام استفاده از عدسیهای شیئی با بزرگنمایی بالا به طوری که از برخورد عدسي شيئي با نمونه جلوگيري شود

فصل سوم :آماده‌سازي نمونه

- هدف كلي

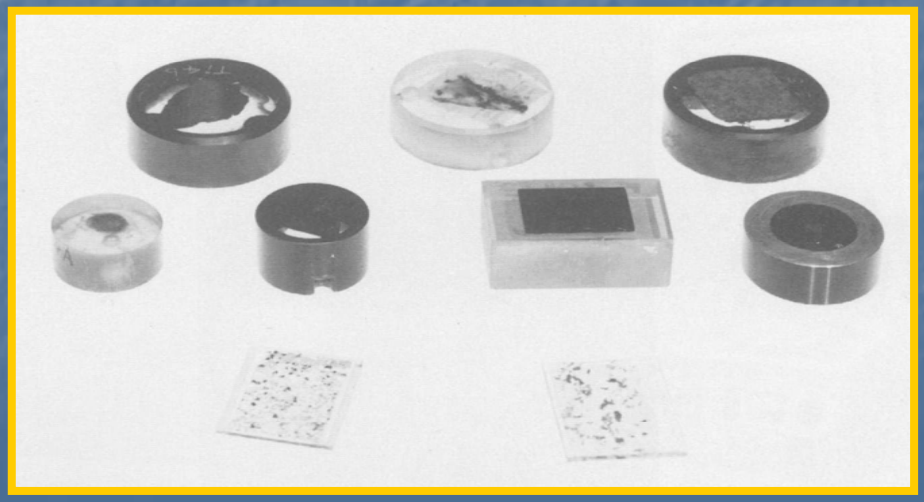
آشنايي با روشهاي مختلف آماده‌سازي نمونه ، قالب‌گيري ، ساييدن و صيقل‌كاري به طوري كه بتوانيد نمونه مناسبي براي مطالعه با ميكروسكوپ پلاريزان نور بازتابيده تهيه نماييد

هدفهاي رفتاري

- آشنايی با نحوه آماده‌سازي نمونه براي قالب‌گيري
- شناخت رزين ، نحوه آماده‌سازي آن و شيوه قالب‌گيري نمونه
- هدف از ساييدن و صيقل‌كاري و آشنايی با مراحل انجام هر يک
- چگونگي آماده‌سازي نمونه بروش چسباندن و كاربرد آن
- چگونگي آماده‌سازي مقاطع نازك صيقلي و دو رو صيقلي و مزاياي استفاده از اين قبيل مقاطع
- روشهاي صيقل‌كاري الكتروليتي و نقش‌اندازي
- دانستن نكاتي در خصوص تهيه سطوح صيقلي با كيفيت مناسب
- چگونگي حفظ و نگهداري مقاطع صيقلي

آماده سازي نمونه و قالب‌گيري

- برش نمونه با اره الماسه (استفاده از مايعات خنك كننده)
- اندازه و شكل نمونه (تقريباً اختياري است و بستگی به ماهيت نمونه و هدف مطالعه دارد)
- رزين مخصوص قالب‌گيري (اپوكسي رزين)
- قالب و آماده سازی آن
- روش آماده سازی رزين
- روش قالب گيری نمونه



ساييدن نمونه

- اهداف ساييدن

۱- از بين بردن ناهمواريها و بي‌نظمي‌هاي سطح نمونه

۲- از بين بردن بخشي از رزين مخصوص قالب‌گيري كه سطح نمونه را مي‌پوشاند

۳- كاهش ضخامت كلي نمونه

۴- آماده ساختن سطحي صاف براي انجام مراحل بعدي

۵- از بين بردن آن بخش از سطح نمونه كه در اثر بريدن نمونه اوليه متحمل دگرشكلي شده است

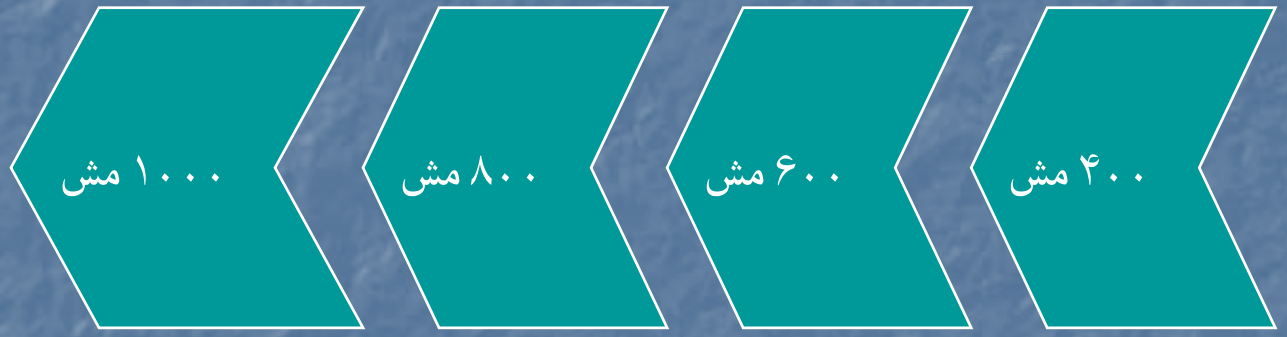
ساییدن نمونه

- اندازه مش یا گریت پودرهاي ساينده

اندازه مش یا گریت	میکرون	اینچ
۱۰۰	۱۵۰	۰۰۵۹/۰
۲۰۰	۷۵	۰۰۳۰/۰
۲۶۰	۶۰	۰۰۲۴/۰
۳۲۵	۴۵	۰۰۱۸/۰
۴۰۰	۳۸	۰۰۱۵/۰
۶۰۰	۳۰	۰۰۱۲/۰
۱۲۰۰	۱۵	۰۰۰۵۹/۰
۱۸۰۰	۹	۰۰۰۳۵/۰
۳۰۰۰	۶	۰۰۰۲۴/۰
۸۰۰۰	۳	۰۰۰۱۲/۰
۱۴۰۰۰	۱	۰۰۰۰۴/۰
۶۰۰۰۰	۵/۰	۰۰۰۰۲/۰
۱۲۰۰۰۰	۲۵/۰	۰۰۰۰۱/۰

ساییدن نمونه

- ترتیب استفاده از ساینده ها برای ساییدن نمونه



صیقل کاری نمونه

- هدف صیقل کاری:

  برداشتن لايه سطحي تغيير شكل يافته و پديد آوردن سطح صاف آينه‌اي و بدون خراش

- براي صيقل‌كاري نمونه‌ها از دستگاههاي صيقل‌كاري (چرخ صیقل کاری) استفاده مي‌شود

صیقل کاری نمونه

- ترتیب استفاده از ساینده ها برای صیقل کاری نمونه

ساینده‌هاي ۱۵ ، ۹ یا ٦ میکرون

بیشتر یا تمامي منطقه دگرشکل یافته سطحي بازمانده از پیش و خراشهاي عمیقتر را از بین مي‌برد

ساینده کمتر از ٦ میکرون

مقدار بسیار اندکي از سطح نمونه برداشته مي‌شود و سطح تقریباً بدون خراشي حاصل مي‌شود

پودر الماسه ۱ میکروني ،

پودر الماسه ۰/۲۵ میکروني ، سوسپانسیون Al_2O_3 (۱ تا ۰/۳ میکرون) یا (۰/۵ میکرون) روي پارچه بدون پرز

آماده سازي نمونه به‌روش چسباندن

- هدف : تهيه مقطع از دانه‌هاي سست كاني موجود در نهشته‌هاي پلاسري يا كانيهايي كه از خرد كردن نمونه‌هاي بزرگتر به دست مي‌آيند
- اشكالات:

(۱) بدام افتادن حبابهاي هوا

(۲) چينه‌بندي دانه‌هاي كاني به‌دليل سرعتهای متفاوت سقوط آنها در رزين

(۳) رخنمون شدن متفاوت دانه‌هاي كاني با اندازه‌هاي مختلف

آماده سازي مقاطع نازك صيقلي

- برای تهیه مقطع نازك صيقلي كافي است كه سطح فوقاني پوشيده نشده يك برش نازك سنگ را كه قدري ضخيم‌تر از حد معمول (۰/۰۳ ميليمتر) است صيقل داد
- كاربرد: مطالعه همزمان مقطع در نور عبوری و نور بازتابيده

آماده سازي مقاطع نازك دو رو صيقلي

- هدف: ايجاد دو سطح صيقلی در نمونه که در نتيجه مقدار نور پخش شده از سطح زيرين مقطع را کاهش می دهد.
- کاربرد: مشاهده ساختارهاي دروني مانند ماکل و منطقه‌بندي در کانيهاي نيمه‌شفاف
- مزيت: مقطع به‌دست آمده به ضخامت حدود ۳۰ ميکرون ، مزاياي مقاطع صيقلي و مقاطع نازك را يکجا دارا مي‌باشد.

صيقل‌كاري الكتروليتي و روش نقش‌اندازي

- در روش صيقل‌كاري الكتروليتي ، نمونه‌هايي كه از نظر الكتريكي رسانا هستند ابتدا با ساينده‌هاي ٦٠٠ مش ساييده شده و سپس با ساينده γ-Al2O3 (٠/٥ ميكرون) معلق در يك سيال الكتروليتي صيقل داده مي‌شوند.
- در روش نقش اندازی ، سطح نمونه با تلفيقي از صيقل‌كاري مكانيكي و نقش اندازي شيميايي آماده مطالعه در زير ميكروسكوپ می شود

توصيه‌هايي براي دستيابي به سطوح صيقلي مناسب

- برشي از نمونه كه براي تهيه مقطع صيقلي آماده شده است نماينده كل نمونه باشد.
- بهتر است از مواد چسباننده سرد استفاده شود.
- از آلودگي وسايل كار با گرد و غبار و يا پودرهاي ساينده درشت‌تر ممانعت شود.
- آغشته‌كردن سطح نمونه به رزين پيش از آغاز مرحله ساييدن ، مانع از آلودگي سطح نمونه شده و سطوح صيقلي با كيفيت بالا مي‌سازد.

توصيه‌هايي براي دستيابي به سطوح صيقلي مناسب

- اگر حدس مي‌زنيد كه نمونه حاوي كانيهاي حساس به آب است از ليزكننده‌هاي روغني استفاده كنيد
- آلودگي سرب ، يك مشكل جدي به هنگام استفاده از چرخهاي صيقل‌كاري فلزي است. بنابراين بهتر است از چرخهاي صيقل‌كاري پوشيده شده با پارچه بدون پرز يا كاغذ همراه با ساينده‌هاي الماسه استفاده شود.
- كيفيت سطح صيقلي نهايي ، به ميزان دقت و توجه به جزئيات هر مرحله از مراحل متعدد آماده سازي دارد.

حفظ و نگهداري نمونه

- از نشستن گرد و غبار بر روي مقطع صيقلي ممانعت و در معرض رطوبت قرار نگيرند.
- سطح صيقلي نمونه به سمت بالا و در تماس با جسم ديگري نباشد.
- از لمس كردن سطح نمونه پرهيز نماييد.
- تميز كردن سطوح صيقلي توسط دستمال كاغذي يا پارچه‌هاي معمولي موجب تخريب سطوح صيقلي مي‌شود.
- نمونه هايي كه در معرض هوا و رطوبت قرار دارند ممكن است در اثر هوازدگي دچار از جلاافتادگي شوند.

فصل چهارم: روشهاي شناسايي كانه‌ها

- هدف كلي

آشنايي با مجموعه‌اي از ويژگيهاي كانيها كه در ميكروسكوپهاي كانه‌شناسي معمولي (پلاريزان نور بازتابيده) بررسي مي‌شوند و براي شناسايي كانيهاي مختلف مورد استفاده قرار مي گيرند.

هدفهاي رفتاري

- ويژگيهاي نوري كانيها را برشماريد.
- ويژگيهاي نوري كه در نور پلاريزه صفحه‌اي و نور پلاريزه متقاطع بررسي مي‌شوند را نام ببريد.
- رنگ و شدت رنگ و كانيهاي شاخص در هر گروه را بشناسيد.
- شدت بازتابش را تعريف و شيوه تخمين كيفي آن را توضيح دهيد.
- روش اندازه‌گيري كمّي شدت بازتابش ، استانداردها و خطاهاي اندازه‌گيري را تشريح كنيد.
- چند رنگي بازتابي و بازتابش مضاعف را توضيح داده و كانيهاي شاخص را نام ببريد.

هدفهاي رفتاري

- همسانگردي و ناهمسانگردي و چگونگي تعيين آنها را در مقاطع صيقلي توضيح دهيد.
- علت ايجاد بازتابشهاي داخلي و كاربرد آنها در شناسايي كانيها را بيان كنيد.
- انواع سختي را تعريف و كاربرد هر يك را بيان نماييد.
- خط نوري كالب و كاربرد آن را توضيح دهيد.
- روش اندازه‌گيري كمّي ريزسختي را توضيح دهيد.
- ويژگيهاي ساختماني و مورفولوژيكي كانيها را نام برده و كاربرد هر كدام را براي شناسايي كانيها تشريح كنيد.

ويژگيهاي نوري

بدون آناليزور

(نور پلاريزه صفحه‌اي)

رنگ
شدت بازتابش
چندرنگي بازتابي
بازتابش مضاعف

با آناليزور

(نور پلاريزه متقاطع)

همسانگردي
ناهمسانگردي
رنگهاي پلاريزه شدن
بازتابش داخلي

رنگ

- طبقه بندي كانيها بر اساس رنگ:

(۱) بي‌رنگ

سفيد تا سايه هاي مختلفي از خاكستري

(۲) رنگين

به‌شدت رنگين ، كمي رنگين و به‌شدت كمرنگ

رنگ

رنگ

رنگ	نام كاني	ساير ويژگيها
به‌شدت رنگين		
آبي	كوولیت كالكوسيت ، ديژنيت	چند رنگي قوي چند رنگي ضعيف
زرد	طلا كالكوپيريت ميلريت ، كوبانيت	بازتابش بسيار زياد ناهمسانگردي بسيار ضعيف ناهمسانگردي قوي
قرمز.قهوه‌اي تا قهوه‌اي	ماكيناويت ، والرئيت بورنيت مس ويولاريت بريتاپتيت	چند رنگي قوي ناهمسانگردي ضعيف بسيار نرم ، بازتابش زياد همسانگرد ناهمسانگردي قوي
كمي رنگين		
آبي	تتراهدريت پسيلوملان ، پيرارژيريت ، هماتيت	همسانگرد ناهمسانگردي متوسط تا قوي
زرد	پيريت ، پنتلانديت ماركازيت ، نيكوليت	همسانگرد ناهمسانگردي قوي
سبز	تتراهدريت استانيت	همسانگرد ناهمسانگردي متوسط تا قوي
به‌شدت كمرنگ		
آبي زرد قرمز تا قهوه‌اي	كوپريت پيريت ماركازيت مگنتيت پيروتيت ، انارژيت ، ايلمنيت	ناهمسانگردي متوسط تا قوي همسانگرد ناهمسانگردي قوي همسانگرد ناهمسانگردي قوي

شدت بازتابش

- تعريف:

$$\text{شدت بازتابش}\ (R\ \%) = \frac{\text{شدت نوربازتابيده}}{\text{شدت نور فرودي}} \times ۱۰۰$$

عوامل موثر بر شدت بازتابش:

۱- جهت گيري يا جهت برش كاني

۲- طول موج نوري كه بازتابيده مي‌شود

۳- زاويه فرود نور

تخمين كيفي شدت بازتابش

- مرتب كردن كانيهاي موجود در يك مقطع به‌ترتيب افزايش شدت بازتابش آنها

- مگنتيت با شدت بازتابش حدود ۲۰%
- گالن با شدت بازتابش حدود ۴۳%
- پيريت با شدت بازتابش حدود ۵۵%

تخمين كيفي شدت بازتابش

نام كاني	ميانگين شدت بازتابش(٪)	نام كاني	ميانگين شدت بازتابش(٪)	نام كاني	ميانگين شدت بازتابش(٪)
شيليت	١١	سينابار	٧/٢٥	كالكوپيريت	٢/٤٣
كاسيتريت	١٢	هماتيت	٣/٢٧	بيسموتينيت	٩/٤٥
كروميت	٧/١٢	كوپريت	٧/٢٧	پنتلنديت	٠/٥١
گرافيت	٠/١٤	كالكوسيت	٢٩	ماركازيت	٨/٥١
كوولیت	٢/١٤	تنانتيت	١/٢٩	كبالتيت	٢/٥٣
اسفالريت	٣/١٧	تتراهدريت	٣/٣٠	پيريت	٥/٥٤
ولفراميت	١/١٧	موليبدنيت	٤/٣٢	نيكوليت	٣/٥٥
ايلمنيت	٢/١٩	آرژنتيت	٢/٣٤	پلاتين	٠/٧٠
مگنتيت	٧/٢٠	پيرولوزيت	٤/٣٤	طلا	٥/٧٣
روتيل	٤/٢٢	استيبنيت	٠/٣٨	مس	٨/٧٥
بورنيت	٧/٢٢	پيروتيت	٣/٣٩	نقره	١/٨٥
پسيلوملان	٩/٢٣	گالن	٤٣		

سيد جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

اندازه‌گيري كمّي شدت بازتابش

$$R\ \% = \frac{(n-N)^2 + k^2}{(n+N)^2 + k^2}$$

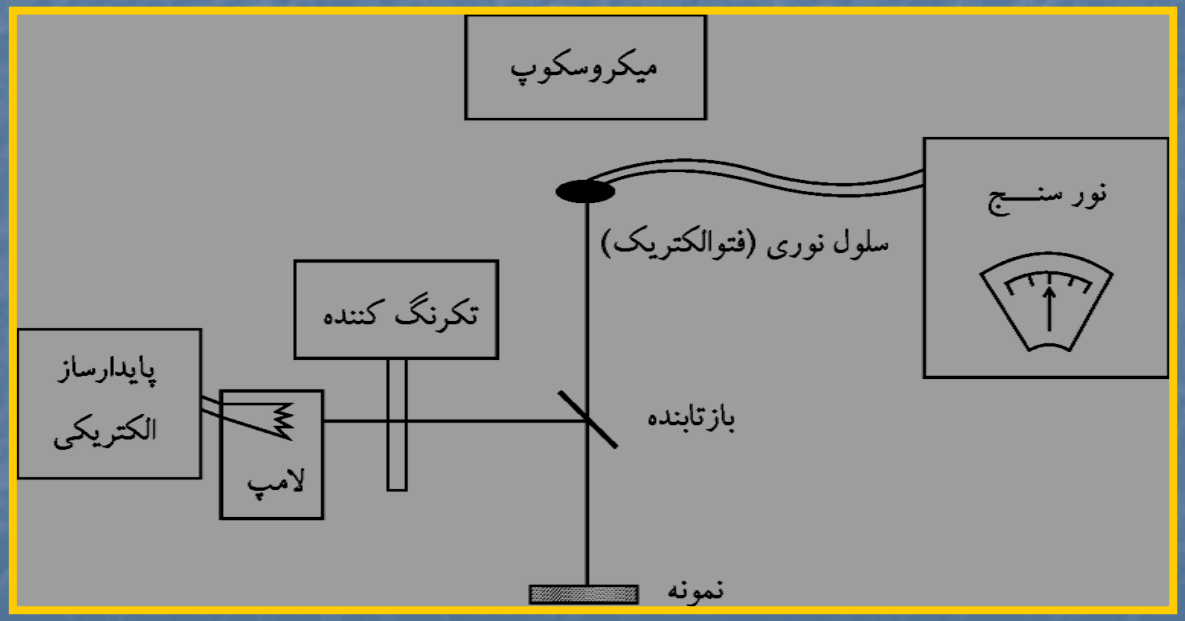
(n) ضريب شكست كاني

(k) ضريب جذب كاني

(N) به ضريب شكست محيطي كه بازتابش در آن رخ مي‌دهد بستگي دارد

اندازه‌گيري كمّي شدت بازتابش

آرايش عمومي اجزاء اصلي ميكروسكوپ براي نورسنجي ميكروسكوپي



اندازه‌گيري كمّي شدت بازتابش

استانداردها

استاندارد	R470	R546	R589	R650
شيشه خنثي (NGl)	٤/٤	٣/٤	٢/٤	٢/٤
سيليكون كاربيد (SiC)	٩/٢١	٩/٢٠	٢/٢٠	٠/٢٠
تنگستن كاربيد (WC)	٥/٤٥	٥/٤٤	٩/٤٣	٦/٤٣

اندازه‌گيري كمّي شدت بازتابش

- روش كار

۱- استاندارد و نمونه صيقلي به‌دقت تميز و تراز مي‌شوند.

۲- يك عدسي شيئي انتخاب, نمونه روي صفحه چرخان قرار گرفته و به‌دقت تنظيم مي‌شود.

۳- طول موجي انتخاب و تك‌رنگ كننده بر اساس آن تنظيم مي‌شود.

٤- دهانه نورسنج به‌نحوي تنظيم مي‌شود كه به اندازه نيمي از قطر دهانه منبع نوري باشد.

اندازه‌گيري كمّي شدت بازتابش

۵- نورسنج به‌گونه‌اي تنظيم شود كه مقادير قرائت شده براي نمونه و استاندارد قابل تكرار باشد.

٦- با قرار دادن نمونه روي صفحه چرخان و عبور نور به طرف نورسنج ، عددي براي نمونه قرائت مي‌شود $(G'sp)$

۷- نمونه استاندارد روي صفحه چرخان قرار گرفته, به‌دقت تنظيم و سپس قرائت انجام مي‌شود $(G'st)$.

اندازه‌گيري كمّي شدت بازتابش

۸- در صورت نياز براي جعبه سياهي كه جلوي عدسي چشمي قرار دارد نيز قرائت انجام مي‌شود. عدد قرائت شده تشعشع اوليه است و در حقيقت نوري است كه از سطح عدسي شيئي ، قبل از رسيدن به سطح صيقلي بازتاب مي‌شود (C).

۹- شدت بازتابش از رابطه زير قابل محاسبه است. اين محاسبه بعد از تصحيح اثر تشعشع اوليه انجام مي‌شود.

$$G_{sp} = (G'_{sp} - C) \ , \ G_{st} = (G'_{st} - C)$$

$$\%R_{\text{نمونه}} = \frac{Gsp}{Gst} \times \%R_{\text{استاندارد}}$$

اندازه‌گيري كمّي شدت بازتابش

خطاها

خطاي تراز كردن

خطاي تنظيم كردن

خطاهاي ناشي از تنظيم ميكروسكوپ

چندرنگي بازتابي و بازتابش مضاعف

- تعريف:

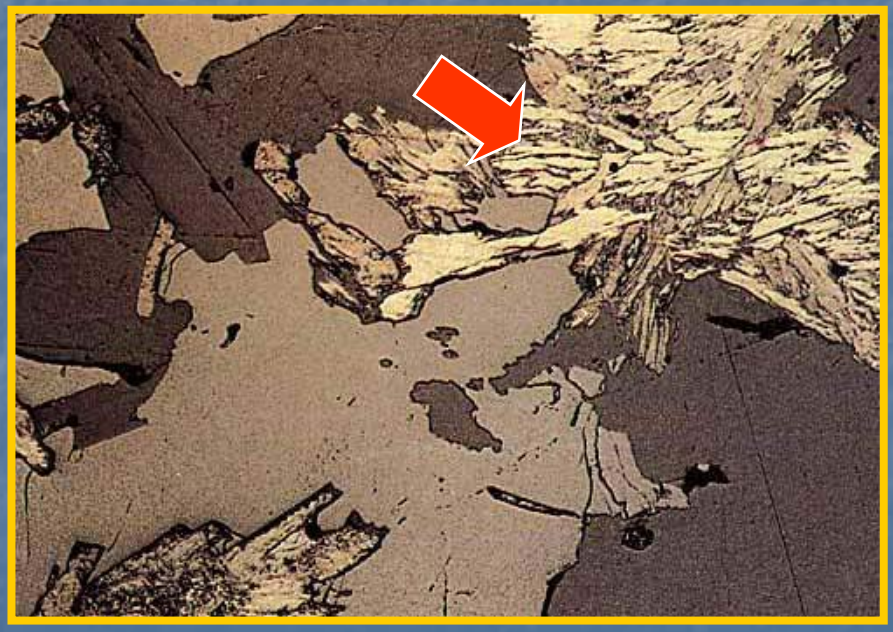
تغيير شدت بازتابش يكي از ويژگيهاي كانه‌هاست كه بازتابش مضاعف ناميده مي‌شود.

تغيير رنگ يا ته‌رنگ ، چندرنگي بازتابي خوانده مي‌شود.

مقاطع قاعده‌اي يا عمود بر محور C بلورهاي هگزاگونال و تتراگونال داراي چنين ويژگيهايي نيستند و مانند كانيهاي مكعبي ظاهر مي‌شوند

چندرنگي بازتابي و بازتابش مضاعف

چندرنگی بازتابی در کانی مولیبدنیت



چندرنگی بازتابی در کانی ایلمنیت

سید جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

همسانگردي و ناهمسانگردي

- تعريف

همسانگرد: با چرخاندن صفحه چرخان ، کانی تاریک باقی می ماند

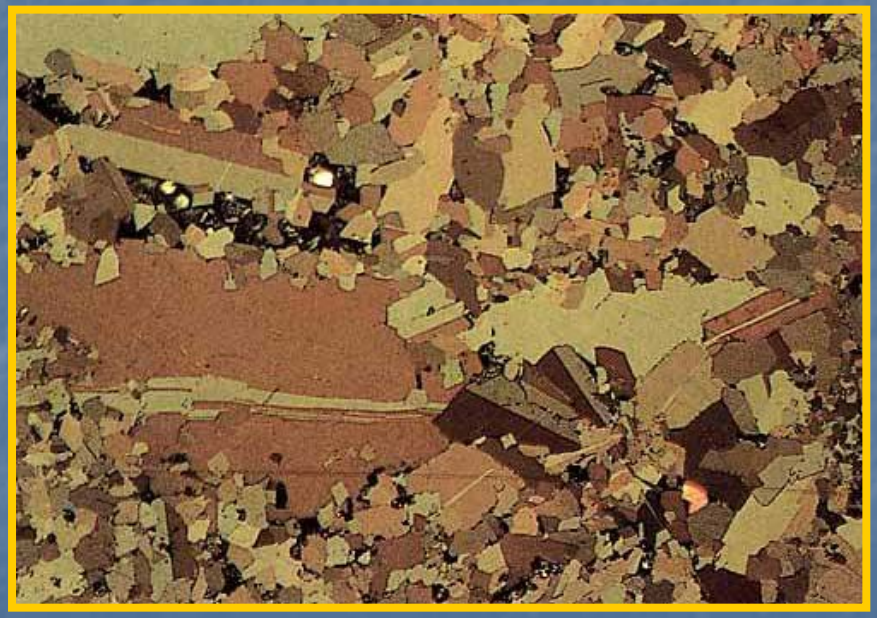
ناهمسانگرد: با چرخاندن صفحه چرخان ، کانی تغييراتي در درخشندگي يا رنگ و يا هر دو نشان مي‌دهد

- همسانگرد: (۱) کانیهای با سیستم تبلور مکعبی

(۲) مقاطع قاعده‌اي (مقاطع عمود بر محور C بلورشناسي) بلورهاي هگزاگونال و تتراگونال

همسانگردي و ناهمسانگردي

نا همسانگردی در کانی مارکازیت



نا همسانگردی در کانی تلوروبیسموتیت

سید جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

بازتابش داخلي

- تعريف

در مقاطع صيقلي ممكن است نور به زير سطح كانی نفوذ كرده و از تركها و شكستگيهاي درون بلور به بيرون بازتابيده شود. اين نور به‌صورت مناطق يا لكه‌هاي انتشاري مشاهده مي‌شود و بازتابش داخلي ناميده مي‌شود

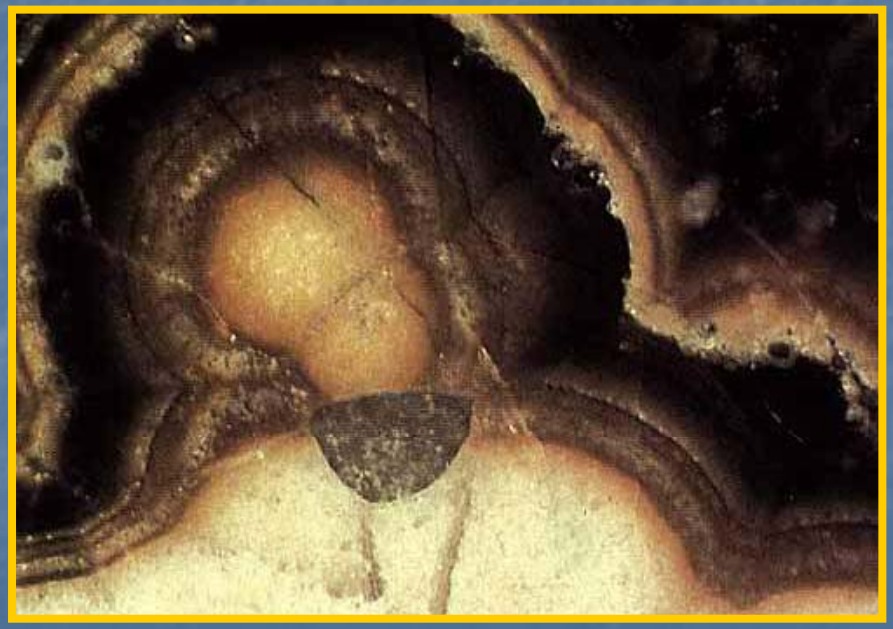
بازتابشهاي داخلي را معمولا مي‌توان در نور پلاريزه متقاطع و روشنايي زياد به خوبي مشاهده نمود

بازتابش داخلي

کانه	رنگ بازتابش داخلي
	معمولاً در هوا ديده مي‌شود و در روغن قوي است
اسفالريت	زرد تا قهوه‌اي (در موارد نادر تا سبز تا قرمز)
سينابار	قرمز خوني
پروستيت-پيرارژيريت	قرمز ياقوتي
روتيل	زرد شفاف تا قرمز سير- قهوه‌اي
آناتاس	سفيد تا آبي
آزوريت	آبي
مالاکيت	سبز
کاسيتريت	زرد متمايل به قهوه‌اي تا زرد
	گاهي اوقات در هوا و معمولاً در روغن ديده مي‌شود
هماتيت	قرمز خوني
ولفراميت	قهوه‌اي سير
کروميت	قهوه‌اي خيلي سير

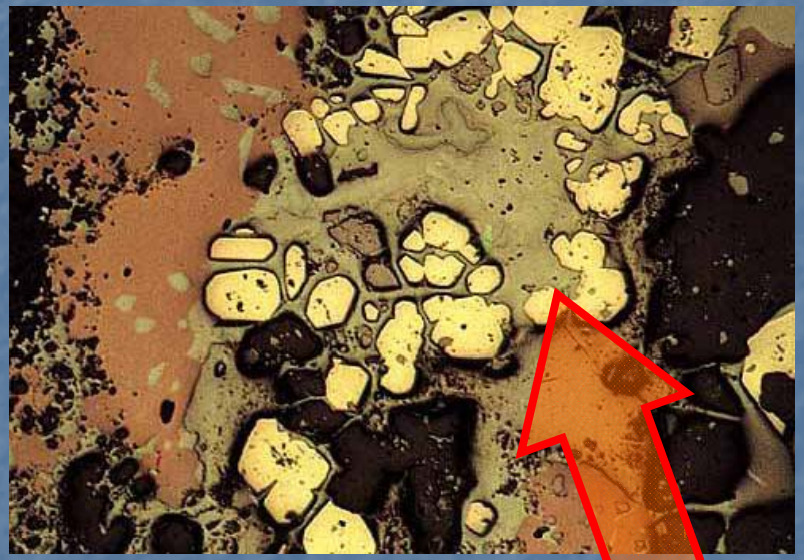
بازتابش داخلي

بازتابش داخلی در کانی کاسیتریت



بازتابش داخلی در کانی روتیل

سختي صيقلي



- تعريف

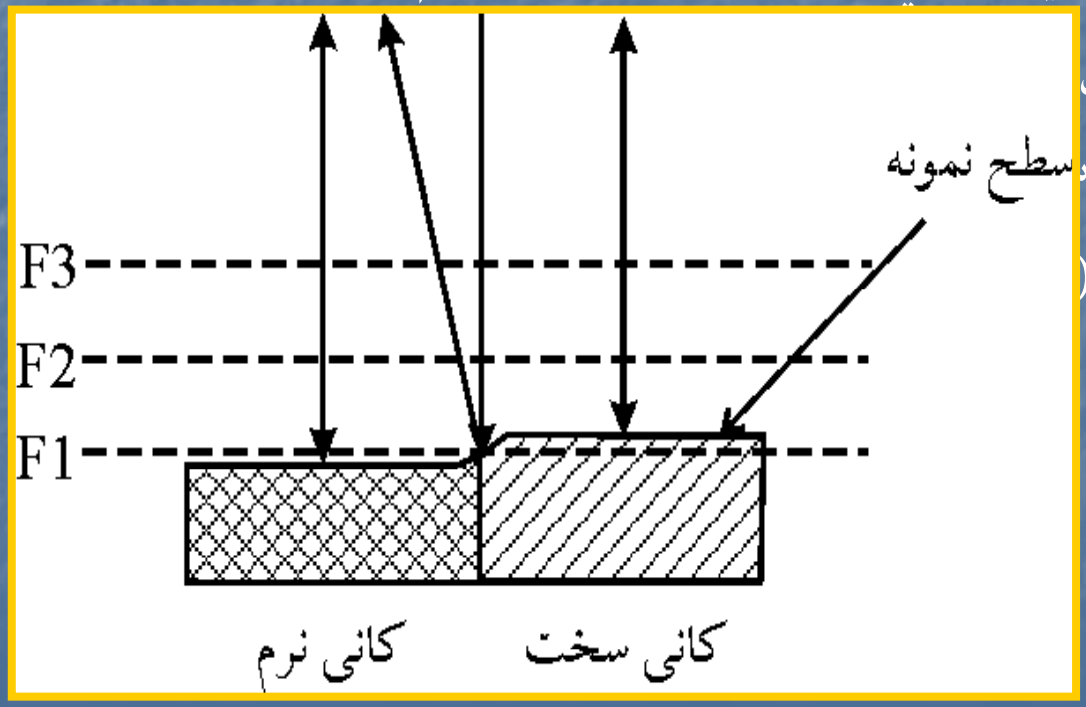
مقاومت يك كاني در برابر سايش به هنگام صيقل‌دادن را سختي صيقلي مي‌گويند

كانيهاي سخت بسيار آهسته‌تر از كانيهاي نرم سائيده مي‌شوند و در نتيجه ممكن است سطح دانه‌هاي سخت‌تر كمي بالاتر از دانه‌هاي نرمتر قرار گيرد و پديده‌اي به‌نام برجستگي صيقلي را ايجاد نمايد

سختي صيقلي

- خط نوري كالب

۱- ميكروسكوپ را روي خط مرزي واضحي بين دو دانه همجوار تنظيم كنيد.



۲- صفحه چرخان ميكروسكوپ

فاصله بين نمونه و عدسي سطح نمونه

۳- در اين صورت خطي از نور (

نرمتر حركت مي‌كند.

سختي خراشيدگي

- تعريف

مقدار نسبي خراشهاي سطحي و عمق آنها مي‌تواند معياري از سختي نسبي كانيها به‌دست دهد كه به نام سختی خراشیدگی معروف است

همرشدی کانیهای طلا و گالن

سختي فرو رفته كردن ميكروسكوپي

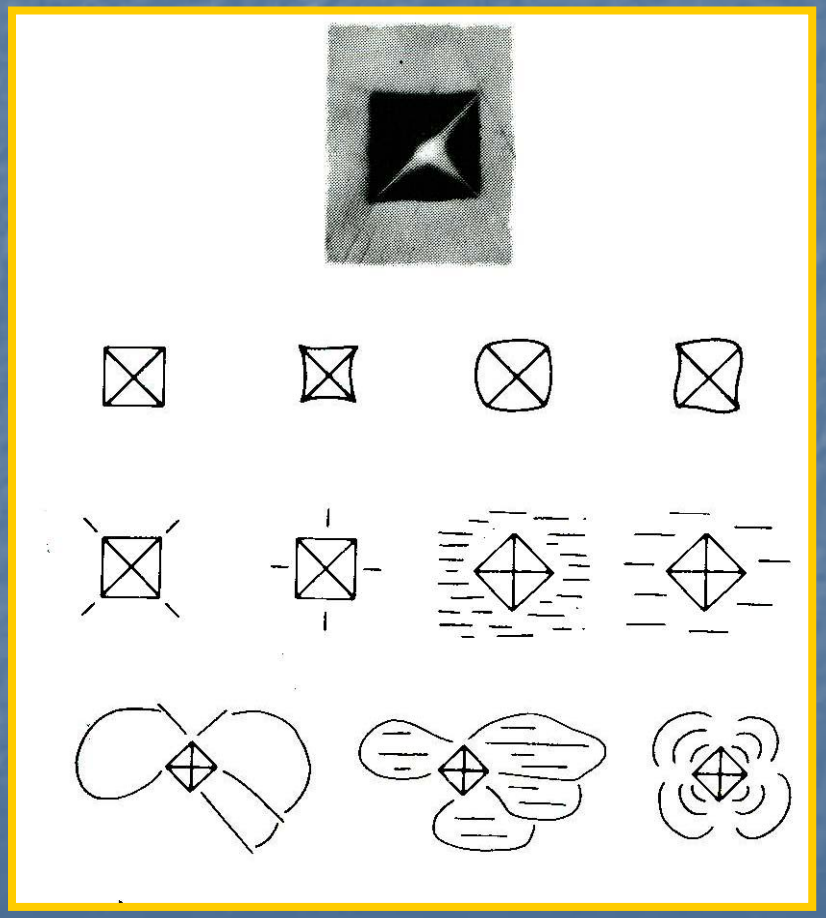
- دستگاه اندازه گیری ریزسختی: دستگاه ویکرز
- شکل فرورفتگیها:

(۱) لبه مستقیم ، (۲) لبه مقعر ،(۳) لبه محدب و (٤) لبه S مانند

- انواع شکستگیها:

(۱) شكستگيهاي شعاعي ستاره‌اي ، (۲) شكستگيهاي شعاعي جانبي ، (۳) شكستگيهاي رخي ، (٤) شكستگيهاي جدايشي ، (٥) شكستگيهاي صدفي ساده ، (٦) شكستگيهاي صدفي رخي و (۷) شكستگيهاي صدفي هم مركز

سختي فرو رفته كردن ميكروسكوپي



سيد جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

ويژگيهاي ساختماني و مورفولوژيكي

- شكل بلور
- رخ و جدا شدگي
- ماكل
- منطقه‌بندي
- ميانبارها و درهمرشديها

شکل بلور

بلور خوش‌وجه آرسنوپیریت

بلور بی‌وجه ایلمنیت

بلور بدوجه آرسنوپیریت

سید جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

شکل بلور

اشکال عمومي متداول در کانه‌ها و نمونه‌هاي شاخص آنها

شکل عمومي بلور	کانه‌هاي شاخص
سوزني	هماتيت ، استيبنيت ، جامسوتيت ، روتيل
الوار مانند	ايلمنيت ، هماتيت
تخت	کوولیت ، موليبدنيت ، گرافيت ، هماتيت
لوزي شکل	آرسنوپيريت ، مارکازيت
اسکلتي	مگنتيت ، گالن
مکعبي	مکعب: گالن ، پيريت
	هشت وجهي: کروميت ، اسپينل ، پيريت ، مگنتيت ، گالن
	پنج ضلعي دوازده وجهي (پنتاگونال دودکاهدرون): پيريت ، براوئيت

رخ

- در مقاطع صيقلي پديده‌اي نسبتاً نادر است
- رخ به صورت يك يا چند مجموعه از تركهاي موازي ديده مي‌شوند
- اگر سه يا چند راستاي رخ وجود داشته باشد ، ممكن است به‌صورت رديفهايي از فرورفتگيهاي كوچك مثلثي شكل مشاهده گردد

جدا شدگي

- در مقاطع صيقلي پديده‌اي نسبتاً نادر است
- جداشدگی به صورت يك يا چند مجموعه از تركهاي نامنظم مشاهده مي‌شود

جداشدگی ناشی از شکستگی در بلورهای خوش وجه کرومیت

ماکل

- انواع ماکل:

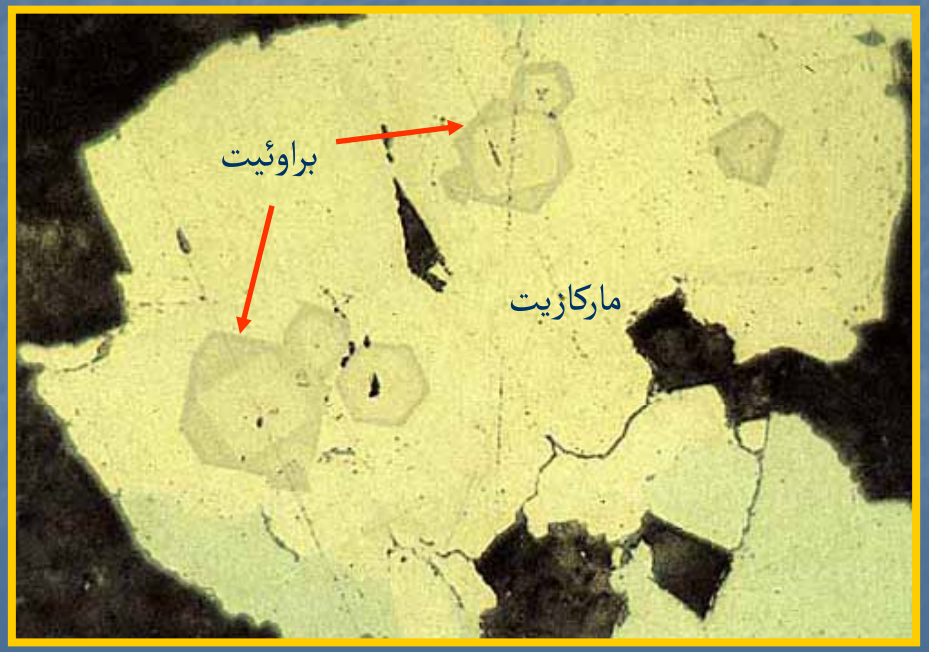
۱- ماکل رشدي

۲- ماکل وارونگي

۳- ماکل دگرديسي

منطقه‌بندي

- به صورت نوارهاي هم مركز موازي با سطوح بلوري و يا سطوح مشخص كننده شكل اوليه بلوري ظاهر مي‌شود
- در هر دو نور پلاريزه صفحه‌اي و متقاطع مشاهده مي‌شود



منطقه‌بندي

- علل ايجاد منطقه‌بندي:

توقف رسوبگذاري به هنگام رشد بلور

نرخهاي متفاوت رشد بلور

تغييرات شيميايي جزيي به هنگام رشد بلور

میانبارها و درهمرشدیها

- پديده‌هاي ميكروسكوپي يا نيمه ميكروسكوپي
- به‌صورت منفرد يا گروهي يافت مي‌شوند
- چگونگي تشكيل ميانبارها و درهمرشديها:

۱- به دام افتادن ميانبارها به‌طور تصادفي به هنگام رشد كاني

۲- ميانبارها ممكن است رشد منطقه‌اي نشان دهند

۳- اجزاء باقيمانده يك كاني از پيش موجود كه توسط كاني ديگري جايگزين شده است

۴- درهمرشدي يا ميانبارهاي اكسولوشني

۵- نهشته شدن همزمان دو فاز كاني

- هدف كلي

هدف كلي اين فصل آشنايي با روش نقش‌اندازي شيميايي- ساختاري و كاربرد آن در مطالعات مينرالوگرافي است.

هدفهاي رفتاري

- روش نقش‌اندازي شيميايي- ساختاري را توضيح دهيد.
- با مواد شيميايي مورد استفاده در روش نقش‌اندازي آشنا شويد.
- كاربرد روش نقش‌اندازي را در مطالعات مينرالوگرافي بيان كنيد.
- منابع خطا در روش نقش‌اندازي را بيان كنيد.

تعريف

- نقش‌اندازي يكي از روشهاي شناسايي كانيهاست
- اين روش به صورتهاي گوناگون مورد استفاده قرار مي‌گيرد.
- در بلورشناسي با استفاده از يك حلال بر روي سطح بلور حفرات بسيار ريز ميكروسكوپي ايجاد مي‌شود. اشكال ايجاد شده بسته به نوع كاني و نوع حلال استفاده شده متفاوت است

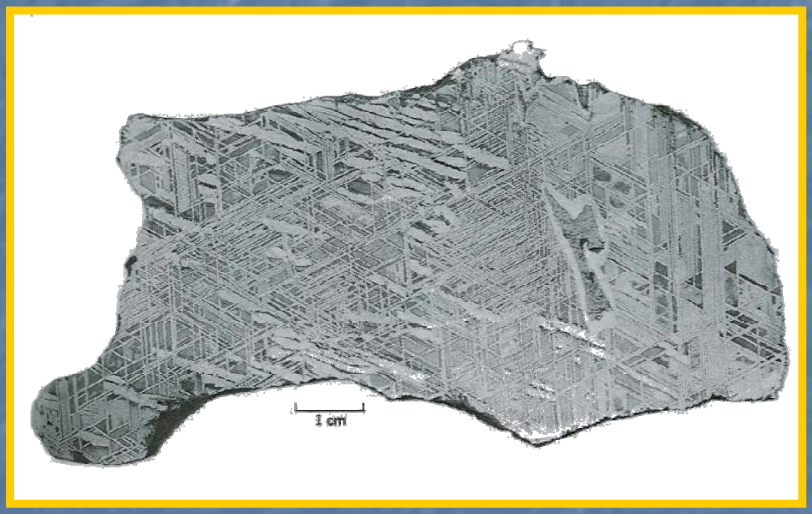
روش كار

- يك حلال شيميايي بر روي سطح صيقلي كانيها قرار گرفته و تغييرات مختلفي بسته به نوع كاني و حلال صورت مي‌گيرد
- در نقش‌اندازي شيميايي با يك پيپت كوچك مخصوص قطره‌اي از ماده شيميايي روي سطح صيقلي تازه نمونه كاني ريخته و واكنش كاني در زمان معيني مورد بررسي قرار مي‌گيرد
- در نقش‌اندازي ساختاري سطح صيقلي نمونه توسط مواد شيميايي مالش داده مي‌شود

کاربرد

- تشخيص بافت داخلي دانه‌هاي منفرد مانند تيغه‌هاي ماكل ، منطقه‌بندي و دگرشكلي
- تشخيص جهت‌گيري دانه‌ها در يك انبوه بلورين و شكل دانه‌ها با استفاده از سرعت متفاوت واكنش شيميايي در جهات بلورشناسي مختلف
- شناسايي مرز دانه‌هاي منفرد در يك انبوه بلورين همگن

کاربرد



نقش‌اندازي بر روي نمونه‌اي از يك شهابسنگ آهني
كه منجر به ظهور ساختار ويدمن‌اشتاين گرديده است

پيروتيت هگزاگونال به رنگ تيره و پيروتيت مونوكلينيك
به رنگ روشن مشاهده مي‌شوند

خطاها

- عواملي كه موجب خطا در شناسايي يك كاني به روش نقش‌اندازي مي‌شوند:

١- جهت‌گيري بلور

٢- شيمي بلور

٣- محلولهاي جامد

٤- مرز دانه‌ها

٥- ماده نقش‌انداز

٦- دما

فصل ششم: روشهاي پيشرفته شناسايي كانه‌ها

- هدف كلي

هدف كلي اين فصل آشنايي با برخي از مهمترين روشهاي پيشرفته شناسايي كانيهاست

هدفهاي رفتاري

- روشهاي پيشرفته شناسايي كانيها را نام ببريد.
- اصول روش پراش پودري پرتو ايكس ، روش كار و كاربرد آن را بيان كنيد.
- اصول روش تجزيه ريزكاو الكتروني ، كاربرد و مزاياي آن را بيان كنيد.
- اصول كار با ميكروسكوپ الكتروني روبشي و تراگسيل را تشريح كرده و كاربرد آن را بيان كنيد.

هدفهاي رفتاري

- روشهاي ريزباريكه‌اي تجزيه عناصر ناچيز را نام ببريد و مباني نظري و كاربرد هر يك را بيان كنيد.
- روش كار ميكروسكوپ تونل‌زني روبشي و ميكروسكوپ نيروي اتمي و كاربرد آنها را بيان كنيد.

روش پراش پودري پرتو ايكس

- انواع روشهای پراش پرتو ايكس:

۱- روش پراش پرتو ايكس تك بلوري

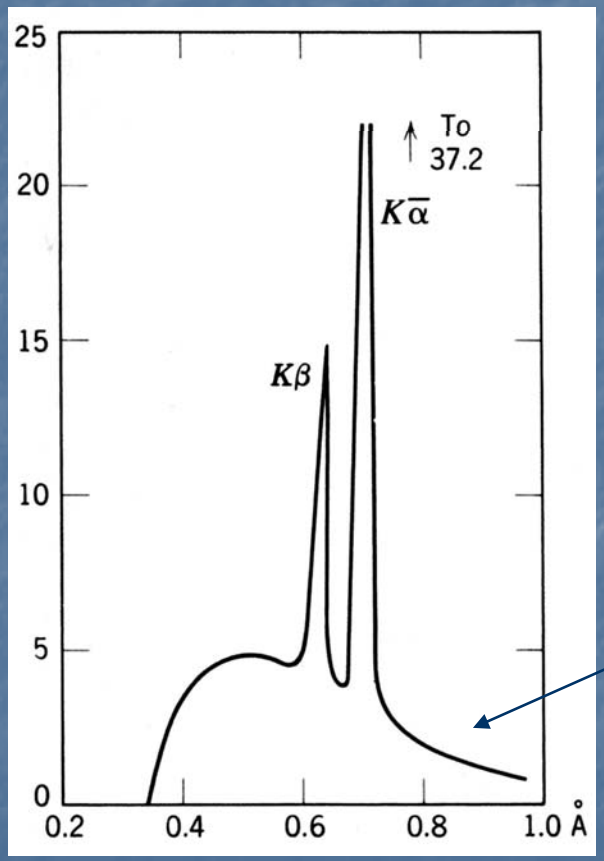
۲- روش پراش پودري پرتو ايكس

طیف پرتو ایکس

- امواج الکترومغناطیسي
- معادله اینشتن

$$(E=hv=hc/\lambda)$$

- پرتو ایکس



طیف پرتو ایکس
پیوسته مولیبدن

پراش پرتو ایکس

- تعریف:

اثر پراکندگي ناشی از برخورد شعاع پرتو ایکس به یک بلور ، جذب مقداري از انرژي پرتو ایکس توسط لکترونهاي مرتعش شده و ایجاد جبهه‌هاي موج جدید که سبب می شود انرژي جذب شده به صورت پرتو ایکس با فرکانس و طول موج مشابه پراکنده شود پراش نامیده مي‌شود.

پراش پرتو ایکس

- معادله براگ

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

n عدد صحیح است (۱ ، ۲ ، ۳ ، . . . ،n)

λ طول

d فاصل

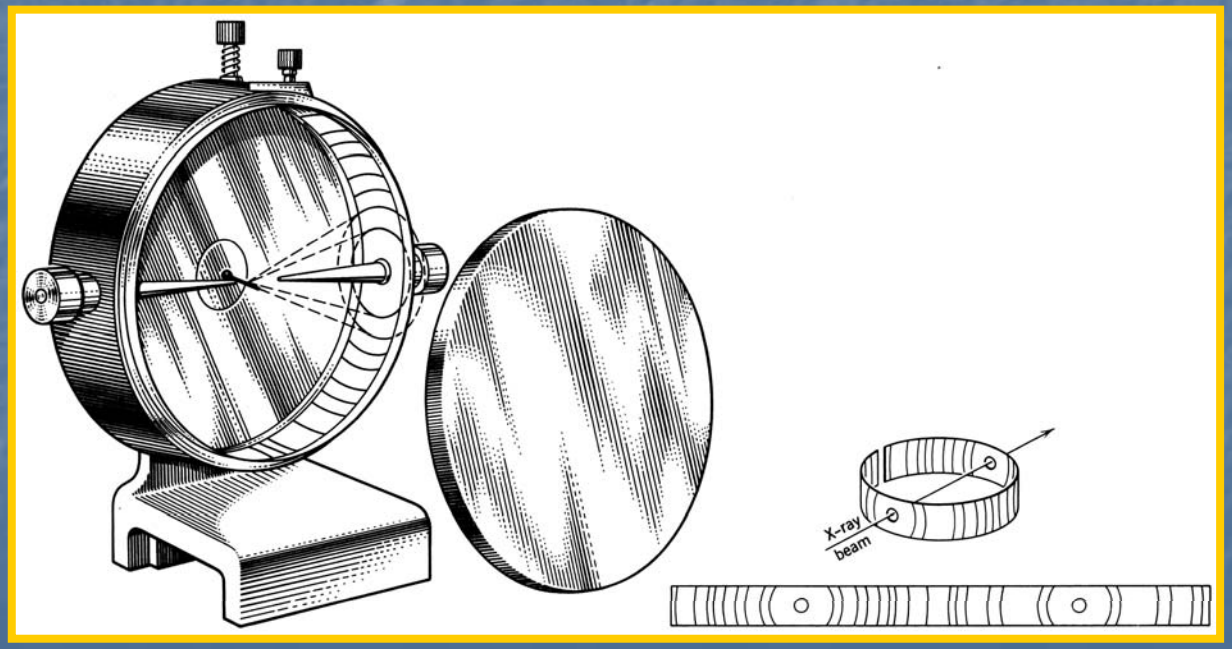
θ زاویه

بازتابشها فقط در زواياي θ روي مي‌دهند به طوريكه از معادله براگ تبعيت كند

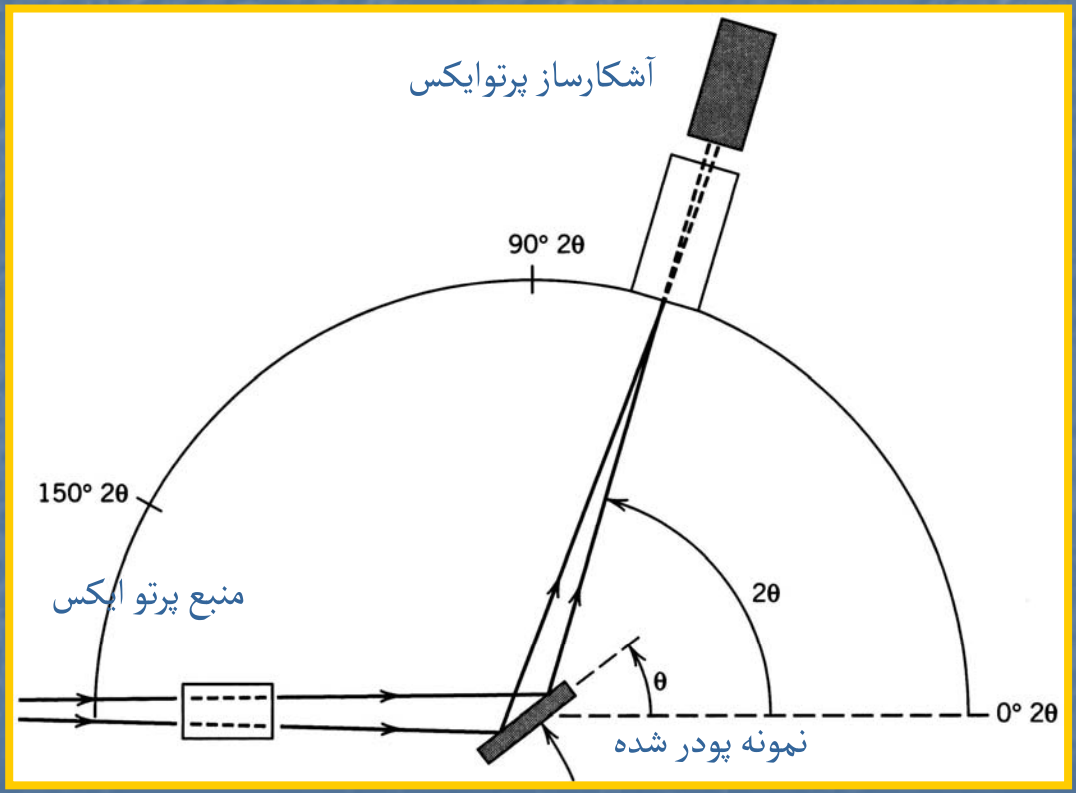
شد

عكسبرداري پودري پرتو ايكس

- براي ثبت مخروطهاي پراش احتمالي از روشي موسوم به روش فيلمي استفاده می شود كه در آن يك فيلم عكاسي در درون يك دوربين استوانه‌اي موسوم به دوربين پودري يا دباي- شرر جای مي‌گيرد.



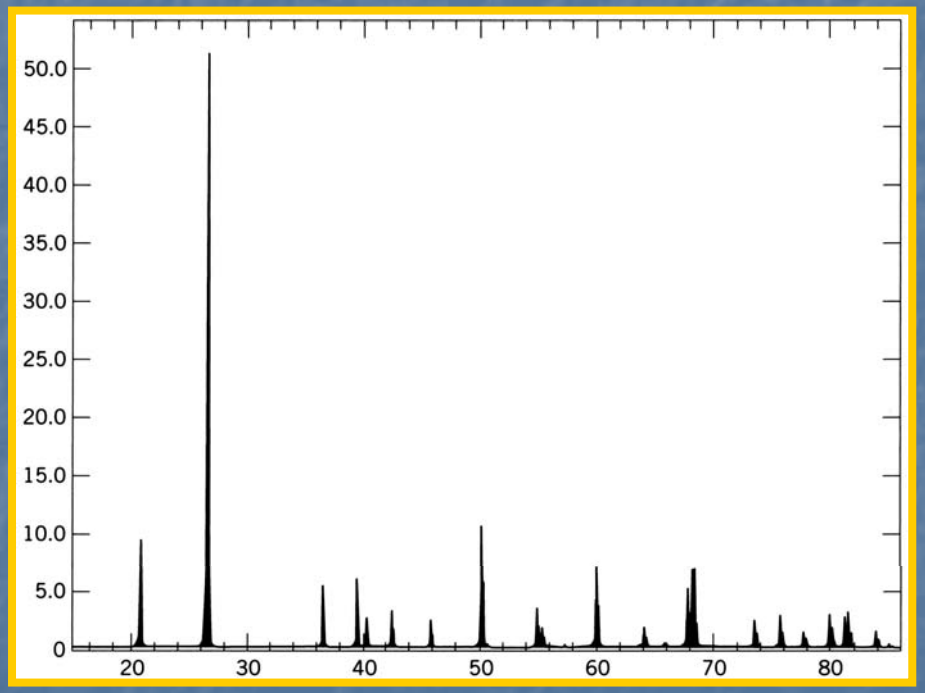
پراش‌سنج پودري پرتو ايكس



- آماده سازی نمونه
- دستگاه پراش‌سنج پودري پرتوايكس
- چرخش دستگاه نگهدارنده نمونه به اندازه θ و چرخش بازوي آشكارساز به اندازه 2θ

پراش‌سنج پودري پرتو ايكس

نمونه‌اي از يك نمودار پراش‌سنجي براي كوارتز دما پايين



كارت مشخصات پراش پودري كوارتز دما پايين

PDF#33-1161 (Deleted Card): QM = Star (+); d = Diffractometer, I = Diffractometer — PDF Card

Quartz, syn
SiO2

Radiation = CuKa1 — Lambda = 1.540598 — Filter =
Calibration = Internal (Si) — d-Cutoff = — I/Ic (RIR) = 3.6
Ref = Natl. Bur. Stand. (U.S.) Monogr. 25, 18 61 (1981)

Hexagonal—(Unknown), P3221(154) — Z = 3 — mp =
Cell = 4.9134 × 5.4053 — Pearson = hP9 (O2 Si)
Density (c) = 2.649 Density (m) = 2.656 Mwt = 60.08 Vol = 113.01 — F(30) = 76.8 (.0126,31)
Ref = Ibid.

NOTE: Sample from the Glass Section at NBS, Gaithersburg, MD, USA, ground single-crystals of optical quality. To replace 5-490 and validated by calculated pattern. Plus 6 additional reflections to 0.9089. Pattern taken at 25 C. Pattern reviewed by Holzer, J., McCarthy, G., North Dakota State Univ., Fargo, ND, USA, ICDD Grant-in-Aid (1990). Agrees well with experimental and calculated patterns. Deleted by 46-1045, higher F#N, more complete, LRB 1/95.

Color: Colorless

Strong Line: 3.34/X 4.26/2 1.82/1 1.54/1 2.46/1 2.28/1 1.37/1 1.38/1 2.13/1 2.24/1

39 Lines, Wavelength to Compute Theta = 1.54056A (Cu), 1%-Type = (Unknown)

#	d(A)	I(f)	h	k	l	2-Theta	Theta	1/(2d)	#	d(A)	I(f)	h	k	l	2-Theta	Theta	1/(2d)
1	4.2570	22.0	1	0	0	20.850	10.425	0.1175	21	1.2285	1.0	2	2	0	77.660	38.830	0.4070
2	3.3420	100.0	1	0	1	26.651	13.326	0.1495	22	1.1999	2.0	2	1	3	79.875	39.938	0.4167
3	2.4570	8.0	1	1	0	36.541	18.271	0.2035	23	1.1978	1.0	2	2	1	80.044	40.022	0.4174
4	2.2820	8.0	1	0	2	39.455	19.727	0.2191	24	1.1843	3.0	1	1	4	81.145	40.572	0.4222
5	2.2370	4.0	1	1	1	40.283	20.141	0.2235	25	1.1804	3.0	3	1	0	81.470	40.735	0.4236
6	2.1270	6.0	2	0	0	42.464	21.232	0.2351	26	1.1532	1.0	3	1	1	83.818	41.909	0.4336
7	1.9792	4.0	2	0	1	45.808	22.904	0.2526	27	1.1405	1.0	2	0	4	84.969	42.484	0.4384
8	1.8179	14.0	1	1	2	50.139	25.070	0.2750	28	1.1143	1.0	3	0	3	87.461	43.731	0.4487
9	1.8021	1.0	0	0	3	50.610	25.305	0.2775	29	1.0813	2.0	3	1	2	90.855	45.428	0.4624
10	1.6719	4.0	2	0	2	54.867	27.434	0.2991	30	1.0635	1.0	4	0	0	92.819	46.410	0.4701
11	1.6591	2.0	1	0	3	55.327	27.663	0.3014	31	1.0476	1.0	1	0	5	94.662	47.331	0.4773
12	1.6082	1.0	2	1	0	57.236	28.618	0.3109	32	1.0438	1.0	4	0	1	95.115	47.558	0.4790
13	1.5418	9.0	2	1	1	59.947	29.973	0.3243	33	1.0347	1.0	2	1	4	96.223	48.112	0.4832
14	1.4536	1.0	1	1	3	63.999	32.000	0.3440	34	1.0150	1.0	2	2	3	98.734	49.367	0.4926
15	1.4189	1.0	3	0	0	65.759	32.879	0.3524	35	0.9898	1.0	4	0	2	102.195	51.098	0.5052
16	1.3820	6.0	2	1	2	67.748	33.874	0.3618	36	0.9873	1.0	3	1	3	102.556	51.278	0.5064
17	1.3752	7.0	2	0	3	68.128	34.064	0.3636	37	0.9783	1.0	3	0	4	103.880	51.940	0.5111
18	1.3718	8.0	3	0	1	68.321	34.160	0.3645	38	0.9762	1.0	3	2	0	104.195	52.098	0.5122
19	1.2880	2.0	1	0	4	73.460	36.730	0.3882	39	0.9636	1.0	2	0	5	106.141	53.071	0.5189
20	1.2558	2.0	3	0	2	75.668	37.834	0.3982									

سيد جواد مقدسي استاديار گروه زمين شناسي دانشگاه پيام نور

روش تجزيه ريزكاو الكتروني

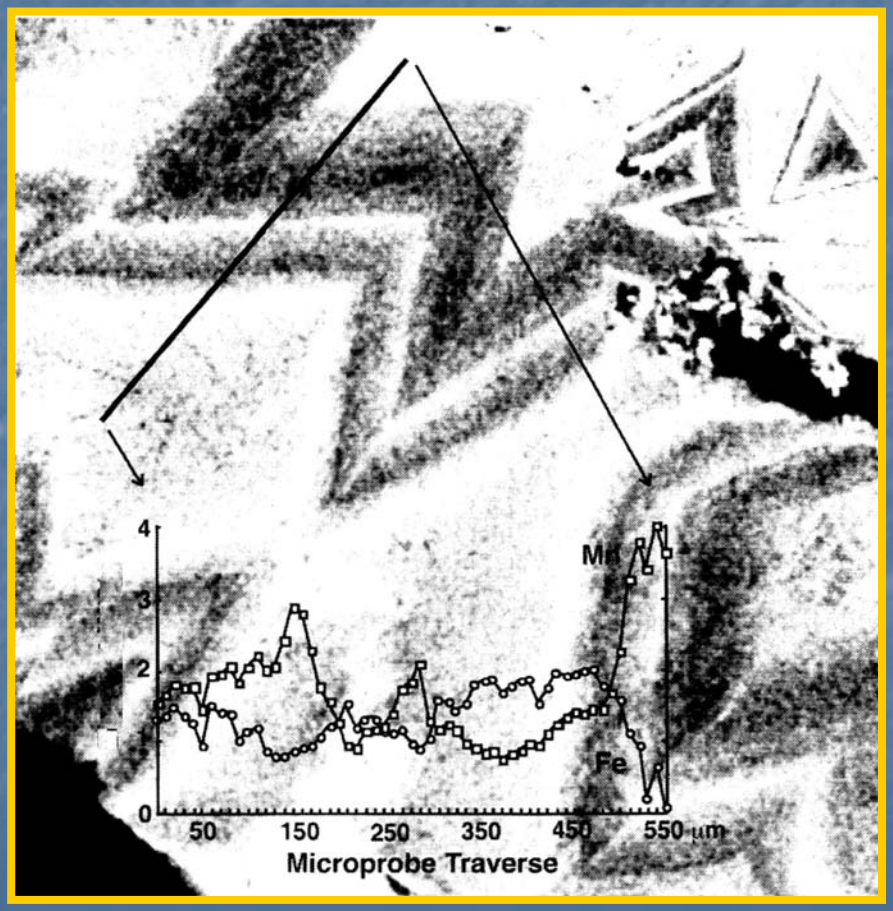
- واژه های معادل:

  ميكروپروب الكتروني ، ميكروپروب ، ريزكاو ، ميكروسوند

- كاربرد: شناسايي و تجزيه كيفي و كمّي كانيها به صورت درجا و در مقياس ميكروسكوپي

- اساس روش: الكترونهاي پرانرژي برخوردي به نمونه ، الكترونهاي لايه‌هاي دروني‌تر اتمهاي سازنده نمونه را جابجا مي‌كنند. الكترونهاي لايه‌هاي بيروني‌تر فضاي خالي لايه‌هاي دروني‌تر را پر كرده و بدين ترتيب انرژي از دست مي‌دهند. انرژي از دست رفته به‌صورت تابش پرتوهاي ايكس شاخص آزاد و مبنای تشخيص نوع عنصر و كميت آن است.

روش تجزيه ريزكاو الكتروني

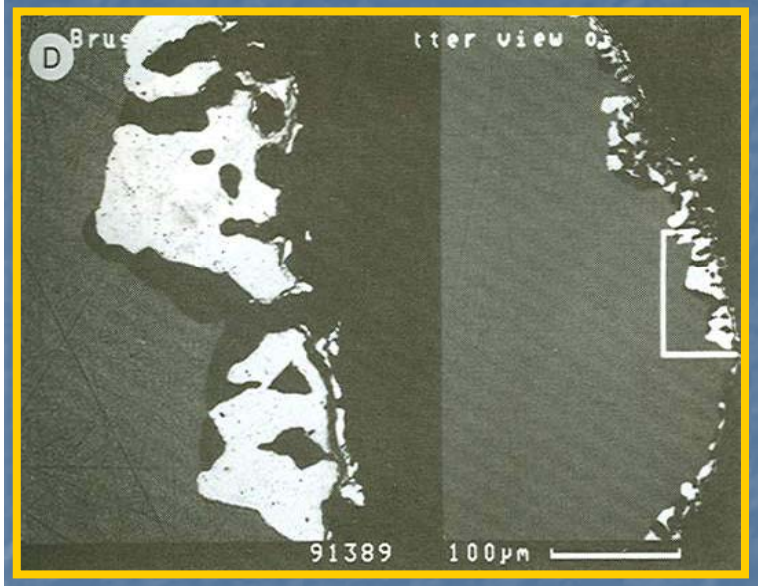


- نمايش كمّي مقادير آهن و منگنز در طول يك پيمايش كه توسط ريزكاو الكتروني بر روي مقطع صيقلي كاني كلسيت صورت گرفته است

ميكروسكوپ الكتروني روبشي

- ميكروسكوپ الكتروني روبشي داراي يك ستون الكترون است كه در آن يك باريكه الكتروني متمركز با انرژي زياد مي‌تواند سطح محدوده كوچك مشخصي از نمونه را بروبد.
- در ميكروسكوپ الكتروني روبشي باريكه الكتروني روي سطح نمونه حركت كرده و به‌اصطلاح آن‌را مي‌روبد.
- پراكنده شدن الكترونها از سطح نمونه موجب تشكيل تصويري از سطح نمونه مي‌شود.

ميكروسكوپ الكتروني روبشي



- كاربرد:

  تهيه تصاويري از درهمرشديها و ساختارها

  در مقياس كسري از ميكرون

  نمايش سه بعدي نمونه

- عمق ميدان زياد ميكروسكوپ الكتروني روبشي ، تصاوير سه بعدي بسيار خوبي در اختيار پژوهشگران قرار مي‌دهد
- توان تفكيك ميكروسكوپ الكتروني روبشي از حدود ۵۰ تا ۲۵ آنگستروم (۵ تا ۵/۲ نانومتر) متغير است

ميكروسكوپ الكتروني تراگسيل

- داراي يك باريكه الكتروني كاملاً متمركز است كه بر روي ورقه‌اي نازك از ماده مورد نظر برخورد مي‌كند.
- در اثر عبور باريكه الكتروني از درون جسم الگوهاي پراش الكتروني و تصاوير ميكروسكوپ الكتروني تراگسيل با توان تفكيك بالا تشكيل مي‌شوند.
- براي روشن ساختن عوارض ساختاري كه از نظر اندازه از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰ آنگستروم مي‌باشند ، قدرتمند است.
- امكان شناسايي فازهاي بي‌نهايت كوچك ، درهمرشديها و پديده‌هايي مانند اكسولوشن و نقصهاي ساختاري را فراهم مي‌آورد.

روشهاي ريزباريكه‌اي تجزيه

- كاربرد: تجزيه كمّي عناصر ناچيز يعني عناصري كه جز اصلي كاني نمي‌باشند
- دو نوع روش ريزباريكه‌اي كه بيشتر در شناسايي كانه‌ها كاربرد دارند:

۱- ريزكاو پروتوني كه به نام نشر پرتو ايكس القايي- پروتوني نيز معروف است

۲- ريزكاو يوني كه به نام طيف سنجي جرمي با يون ثانويه نيز شناخته مي‌شود

ريزكاو پروتوني

- روش تجزيه‌اي مبتني بر طيف سنجي پرتو ايكس است.
- برخورد پروتونهاي پرانرژي به سطح نمونه موجب نشر پرتوهاي ايكس مربوط به عناصر موجود در نمونه مي‌گردد
- حد آشكارسازي ريزكاو پروتوني در حد چند قسمت در ميليون (ppm) است

ريزكاو يوني

- داراي منبعي از يونهاي اوليه (معمولاً O^- يا Cs^+) است.
- برخورد باريكه يوني به سطح نمونه موجب آزاد شدن اتمهاي سطح يا نزديكي سطح مي‌شود.
- ذرات به صورت اتمها ، يونها و مولكولهاي مختلف آزاد, ولي فقط گونه‌هاي يونيزه شده اندازه‌گيري مي شود.

ريزكاو يوني

- يونهاي ثانويه جدا شده و به طرف دستگاه طيف سنج جرمي هدايت مي شود.
- تجزيه كمّي درجا با حساسيت بالا و حدود آشكارسازي قسمت در ميليون (ppm) و يا قسمت در بيليون (ppb) انجام مي شود (REE).
- ريزكاو حساس با توان تفكيك بالا (SHRIMP) داراي قابليت منحصر به‌فردي براي تجزيه دقيق اورانيوم و سرب در مقياس ميكروسكوپي است

ميكروسكوپ تونل‌زني روبشي

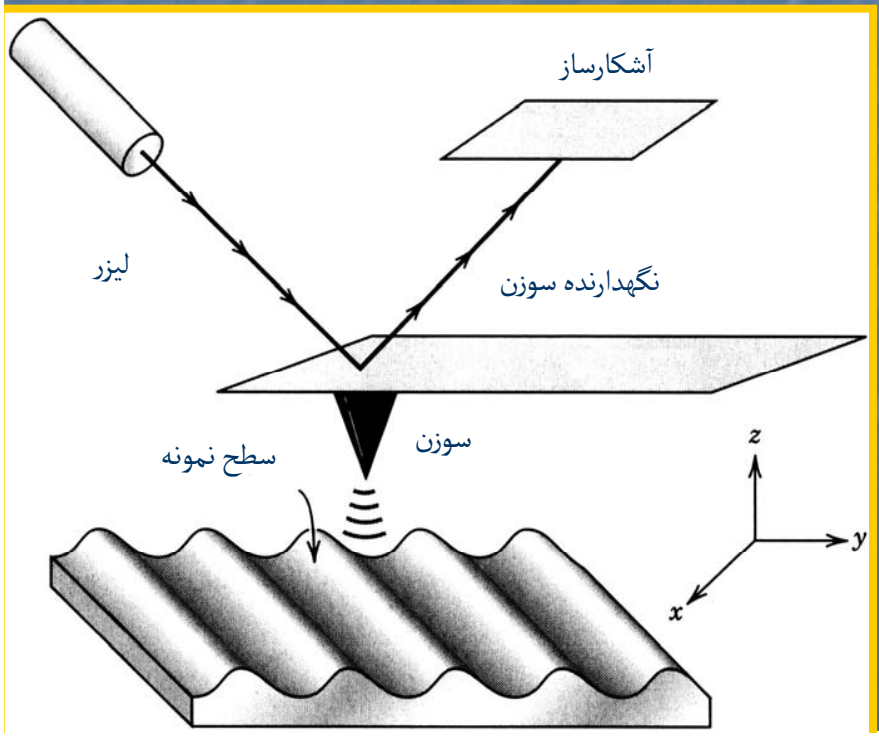
- يك سوزن فلزي تيز روي سطح نمونه‌اي كه قابليت رسانايي الكتريكي دارد حركت مي‌كند.
- الكترونها فقط بين پايين‌ترين اتم موجود در نوك سوزن و نزديكترين اتم واقع بر روي سطح نمونه تبادل مي‌شوند.
- تغييرات ايجاد شده در جريان الكتريكي حاصل از تونل‌زني اندازه‌گيري و موقعيت هر اتم به‌تصوير كشيده مي‌شود.
- اين روش براي مواد رساناي الكتريكي مانند فلزات و نيمه هاديهايي مانند سولفيدها مورد استفاده قرار مي‌گيرد.

ميكروسكوپ نيروي اتمي

- مطالعه مورفولوژي و ساختار سطح مواد جامد, همچنين بررسي فرايندهايي مانند تبلور ، انحلال ، جذب و دگرساني در مقياس اتمي.
- اساس كار ميكروسكوپ نيروي اتمي بر استفاده از نيروهاي بين اتمي مابين اتمهاي سازنده سطح نمونه مورد مطالعه و اتمهاي سازنده انتهاي سوزن كاوشگر بنا نهاده شده است.

ميكروسكوپ نيروي اتمي

- در ميكروسكوپ نيروي اتمي از يك سوزن بسيار تيز استفاده مي‌شود كه واقعاً با سطح نمونه تماس دارد.
- به‌جاي استفاده از جريان الكتريكي ، از يك باريكه نوري ليزري استفاده مي‌شود كه سطح نمونه را مي‌روبد.



فصل هفتم: بافت و پاراژنز

- هدف كلي:

هدف كلي اين فصل شناخت انواع بافتهاي موجود در كانسنگها و كاربرد آنها در مطالعات مربوط به پاراژنز است.

هدفهاي رفتاري

- بافت را تعريف و اهميت آن را در مطالعات مينرالوگرافي بيان نماييد.
- طبقه‌بنديهاي رايج در مطالعه بافت را برشماريد.
- طبقه‌بندي توصيفي بافت كانه‌ها را بيان نماييد.
- انواع بافت را بر ساس ويژگيهاي دروني دانه‌هاي منفرد بشناسيد و هر يک را تشريح نماييد.
- انواع بافت را بر اساس ويژگيهاي بيروني دانه‌هاي منفرد بشناسيد و هر يک را تشريح نماييد.

هدفهاي رفتاري

- طبقه‌بندي بافت كانيها را بر اساس منشاء آنها بيان كنيد.
- انواع بافت كانسنگها را بر اساس منشاء آنها بشناسيد و اهميت هر يک را بيان نماييد.
- پاراژنز و توالي پاراژنزي را تعريف كرده و نحوه نمايش آن را بيان نماييد.
- معيارهاي تعيين پاراژنز و برخي ملاحظات عمومي را در تعيين آن توضيح دهيد.

بافت

- تعريف:

ويژگي عمومي يك سنگ يا كانسنگ است كه جنبه‌هاي هندسي و همچنين روابط متقابل ميان ذرات يا بلورهاي سازنده را در بر مي‌گيرد. براي مثال اندازه ، شكل و ترتيب قرارگيري اجزا سازنده يك سنگ يا كانسنگ اعم از تك بلورها يا مجموعه‌اي از بلورها بافت هستند.

از واژه ساخت براي عوارض بزرگ مقياسي كه در بيرون زدگيها مشاهده مي‌شوند, استفاده مي‌گردد.

طبقه‌بندي بافت كانه‌ها

- طبقه‌بندي كاملاً توصيفي كه بدون توجه به روابط ژنتيكي صورت مي‌گيرد
- طبقه‌بندي ژنتيكي كه براساس نحوه تشكيل كانسار بدون توجه به پيچيدگيهاي احتمالي صورت مي‌پذيرد
- طبقه‌بندي فني كه با توجه به كاربرد مطالعه بافت كانيها در جدايش و بازيافت كانيها انجام مي‌شود.

طبقه‌بندي توصيفي بافت كانه‌ها

- در طبقه‌بندي توصيفي بافت كانه‌ها صرفاً به توصيف ويژگيهاي مختلف مشاهده شده در دانه‌ها بدون توجه به جنبه‌هاي ژنتيكي آنها پرداخته مي‌شود.

۱- انواع بافت بر اساس ويژگيهاي دروني دانه‌هاي منفرد

۲- انواع بافت بر اساس ويژگيهاي بيروني دانه‌هاي منفرد

۳- درهمرشديها

٤- انبوهه‌ها

انواع بافت بر اساس ويژگيهاي دروني دانه‌هاي منفرد

انواع بافت بر اساس ويژگيهاي دروني دانه‌هاي منفرد	منطقه‌بندي	منطقه‌بندي عادي
		منطقه‌بندي نامتقارن
		رشد نيمه‌موازي و شعاعي
	ماكل	ماكل رشدي
		ماكل وارونگي
		ماكل فشاري (دگرشكلي)
		ماكل تيغه‌اي موجدار و مچاله شده

منطقه‌بندي

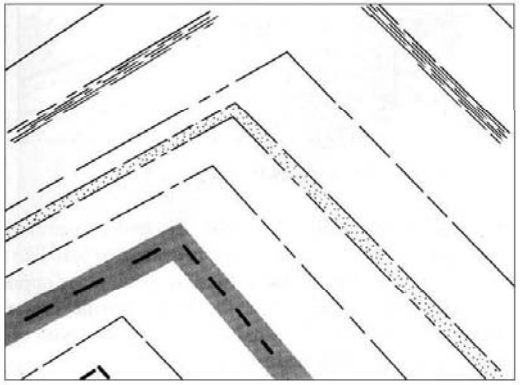
- اختلاف رنگ يا تفاوت سختي فازهاي مختلف مهمترين عواملي هستند كه به تشخيص منطقه‌بندي كمك مي‌كنند.
- منطقه‌بندي معمولاً به‌صورت نوارهاي موازي با سطوح بلوري ظاهر مي‌شود.
- علل تشكيل منطقه‌بندي عبارتند از:

۱- توقف در رشد بلور

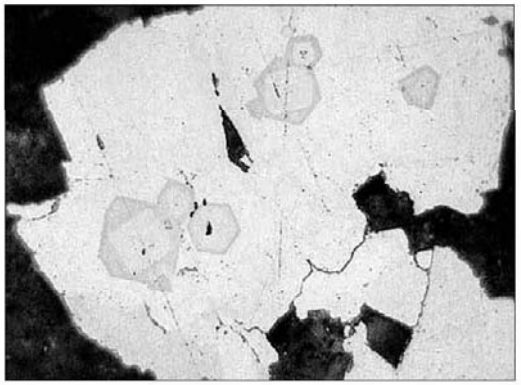
۲- تغييرات دوره‌اي شيميايي به هنگام رشد بلور

۳- تبلور نوارهاي متوالي همراه يا بدون ميانبار

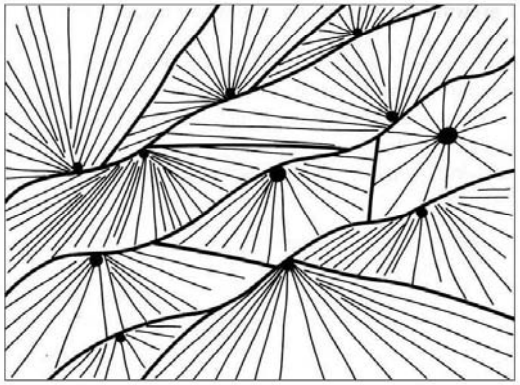
منطقه‌بندي



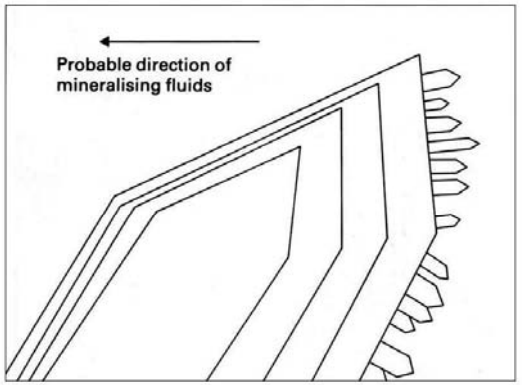
منطقه‌بندي عادي



منطقه‌بندي در كاني براوئيت



رشد نيمه‌موازي و شعاعي



منطقه‌بندي نامتقارن

ماکل

- ماکل يکي از ويژگيهاي دروني کانيهاست که معمولاً در نور پلاريزه متقاطع بهتر قابل تشخيص است.
- انواع ماکل:

١- ماکل رشدي

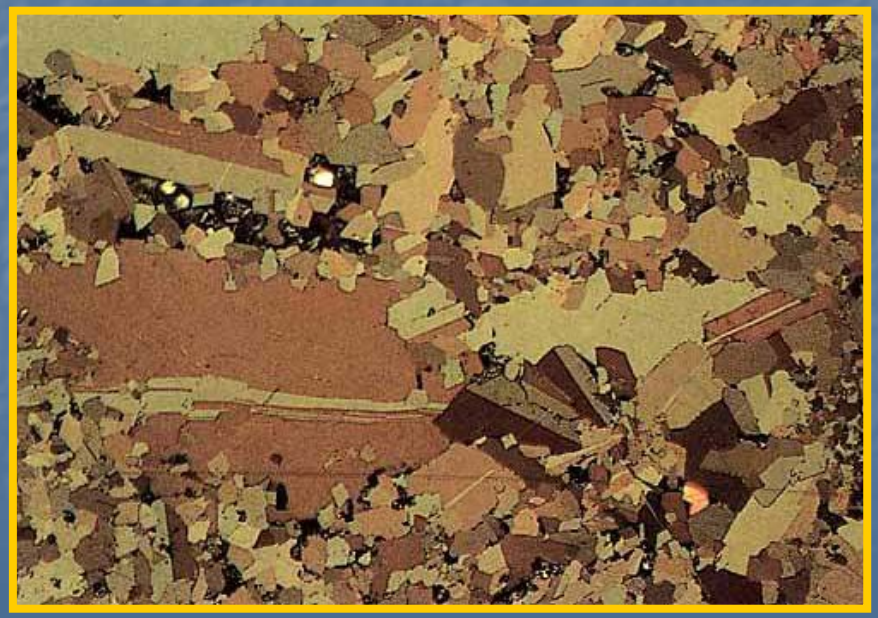
٢- ماکل وارونگي

٣- ماکل فشاري

٤- تيغه‌هاي مچاله شده

ماكل رشدي

- در حين رشد يک كاني ايجاد مي‌شود و به شكل تيغه‌اي و يا كاملاً در هم تنيده است.
- تيغه‌هاي ماكل پهناي نامنظم و توزيع يكنواختي دارند و اغلب در همه دانه‌هاي موجود در يك مقطع مشاهده نمي‌شوند



ماكل وارونگي

- در كانيهايي مشاهده مي‌شود كه داراي چند شكلي هستند و در دماي بالاتر از دماي وارونگي تشكيل شده‌اند.
- سردشدن تدريجي كاني موجب تشكيل چند شكلي دما پايين و ايجاد ماكلهاي وارونگي مي‌شود.
- معمولاً به‌صورت سوزني و دوكي شكل ظاهر مي‌شود و در كل دانه به‌طور يكنواخت و موازي تشكيل نمي‌شوند

ماكل فشاري يا دگرشكلي

- عموماً تيغه‌اي و داراي ضخامت نسبتاً يكنواختي است.
- معمولاً با خم‌شدگي ، كاتاكلاز و تبلور مجدد آغازين همراه هستند.
- دانه‌هايي كه ماكل فشاري دارند ، خاموشي موجي يا موقعيتهاي خاموشي كمي متفاوت از خود به نمايش مي‌گذارند.
- تيغه‌هاي ماكل فشاري يا دگرشكلي اغلب از دانه‌هاي مجاور عبور مي‌كند.

تيغه هاي موجدار

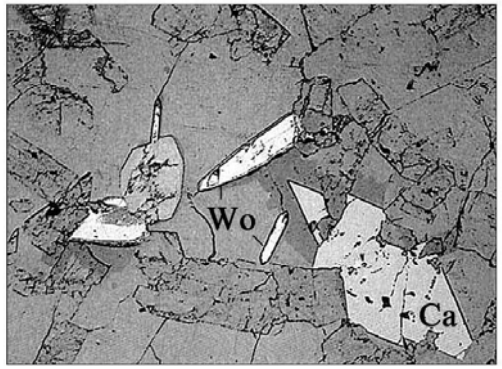
- در واقع نوعي ماكل تيغه‌اي هستند كه هنوز به خوبي شناخته نشده‌اند.
- تيغه‌هاي موجدار كم وبيش دوكي شكل هستند.
- حاشيه‌هاي آنها هميشه مستقيم نيستند.
- تيغه‌هاي ماكل ممكن است پهناي يكساني نداشته باشند.
- در كانيهاي گرافيت ، موليبدنيت و كوولیت قابل مشاهده است.

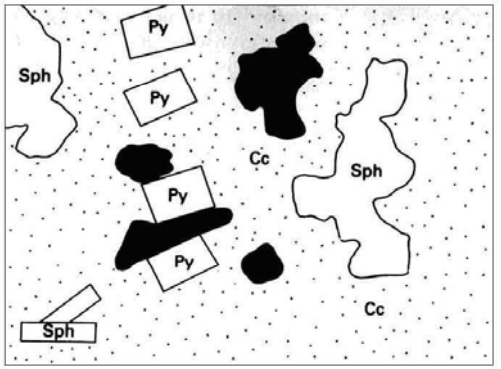
انواع بافت بر اساس ويژگيهاي بيروني دانه‌هاي منفرد

انواع بافت بر اساس ويژگيهاي بيروني دانه‌هاي منفرد	شكل دانه‌ها	بيگانه‌ريخت
		نيمه‌خودريخت
		خودريخت يا تمام خودريخت
	اندازه دانه‌ها	فنوكريست
		ايديوبلاست
		همسان‌دانه
		ناهمسان‌دانه
	ارتباط بين دانه‌ها	ارتباط ساده: بافت همسان‌دانه
		ارتباط پيچيده: بافت كرمينه‌اي و درهم بافته
		پرشدگي فضاي باز
	پرشدگي فضاي باز	نواربندي پوسته‌اي
		بافت تاج‌خروسي يا شانه‌اي

شکل دانه‌ها

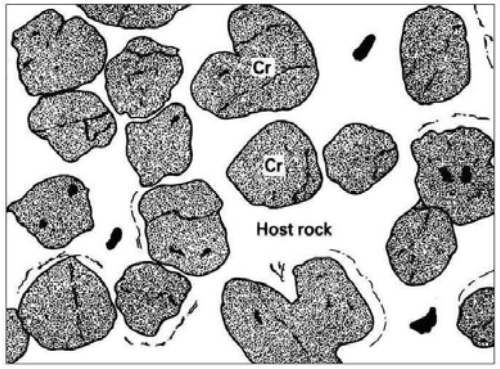
بلورهاي خوش‌وجه
کاسیتریت (Ca) و
ولفرامیت (Wo)

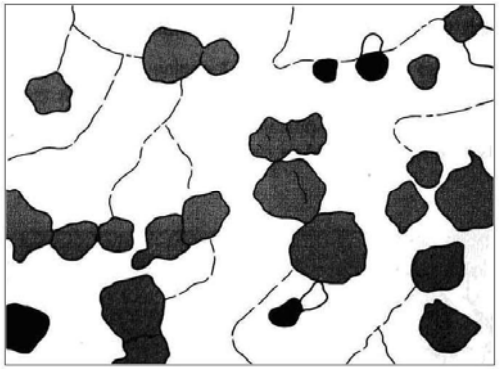




بلورهاي خوش‌وجه يا
خودريخت پيريت

بلورهاي بي‌وجه يا
بيگانه‌ريخت

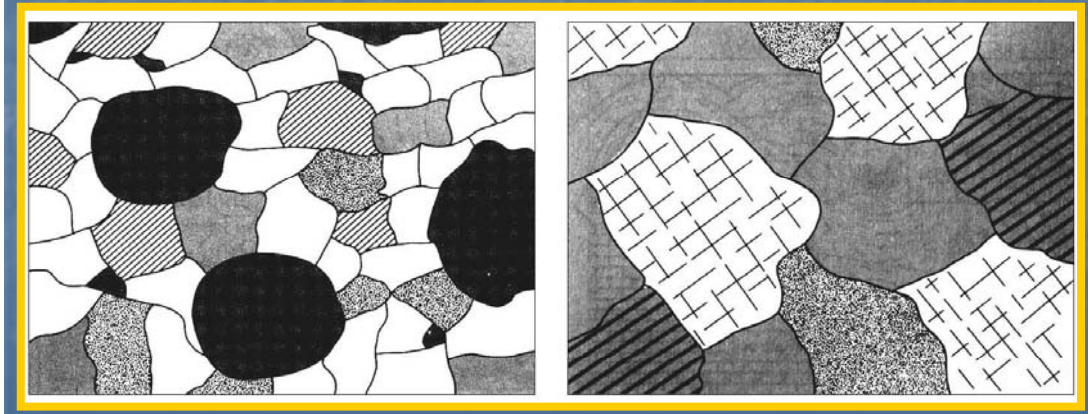




بلورهاي بدوجه يا
نيمه‌خودريخت

اندازه دانه‌ها

- اندازه دانه‌ها (بدون توجه به شكل): از بسيار درشت‌دانه تا بسيار ريزدانه متغير است.
- واژه‌هاي توصيفي: درشت ، متوسط و ريز
- بافت يك كانسنگ را با توجه به اندازه دانه‌هاي مختلف و بدون در نظر گرفتن نحوه تشكيل آنها مي‌توان به دو گروه همسان‌دانه و ناهمسان‌دانه تقسيم نمود.

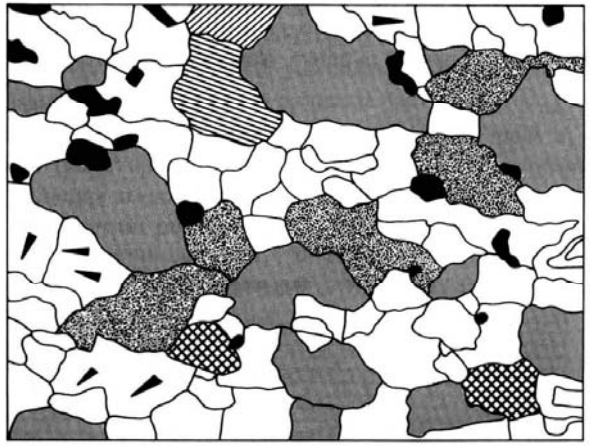


ارتباط بين دانه‌ها

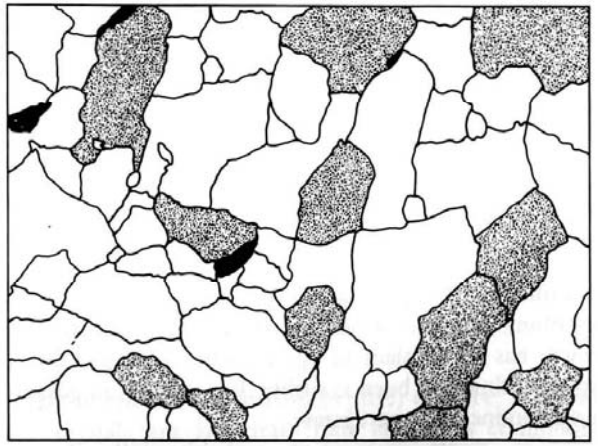
- ارتباط بين دانه‌ها به دو گروه طبقه‌بندي مي شود:

۱- ارتباط ساده (بافت همسان‌دانه و تبلور مجدد ناشي از برشي‌شدن)

۲- ارتباط پيچيده (بافتهاي كرمينه‌اي يا ميرمكيتي و درهم بافته)



پيچيده



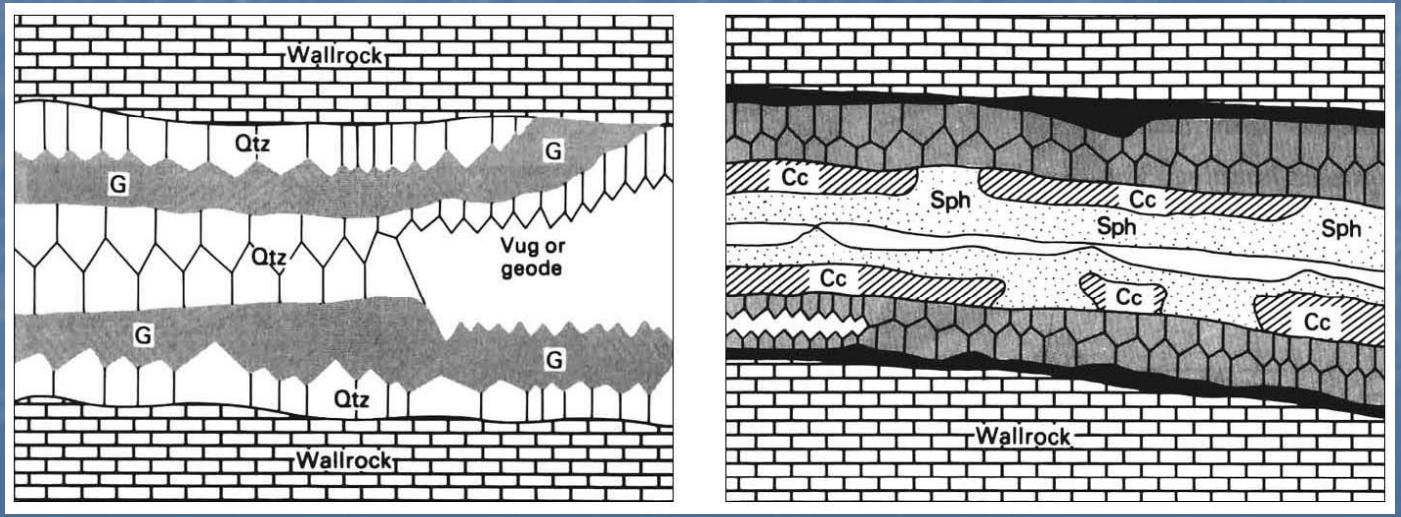
ساده

پرشدگي فضاي باز

- انواع بافتهاي ناشي از پرشدگي فضاي باز:

۱- نواربندي پوسته‌اي

۲- بافت تاج‌خروسي يا شانه‌اي



درهمرشديها

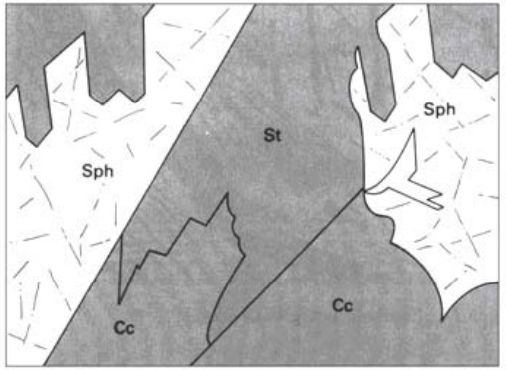
- تعريف:

چگونگي هم پيوستگي دانه‌هاي دو كاني مختلف كه در نتيجه تبلور همزمان آنها در يك كانسنگ پديد مي‌آيند ، درهمرشدي ناميده مي‌شود.

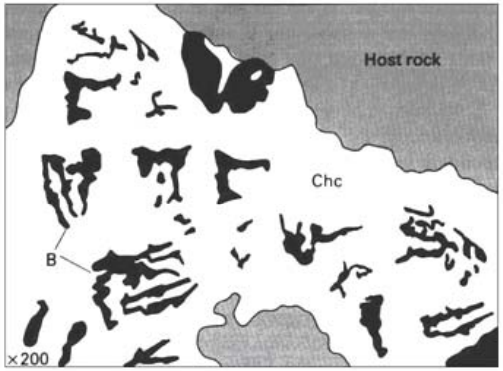
انواع درهمرشديها

درهمرشدي امولسيون

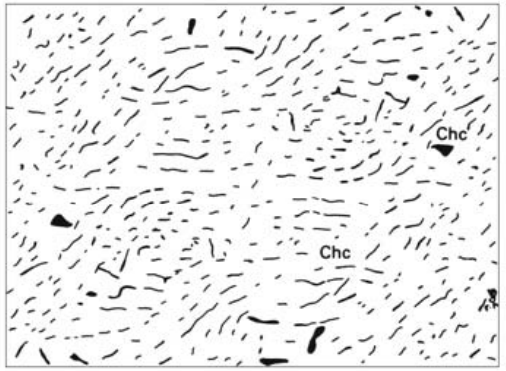
درهمرشدي جهت‌دار



درهمرشدي كرمينه‌اي
يا ميرمكيتي



درهمرشدي نفوذي



انبوهه

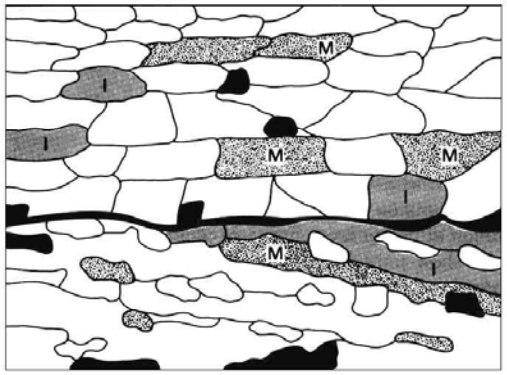
- انواع انبوهه

۱- انبوهه‌هاي چندكاني

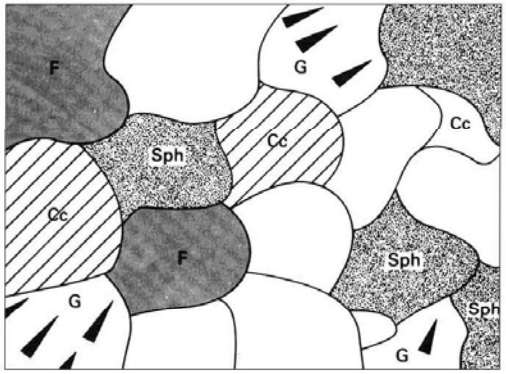
۲- انبوهه‌هاي تك‌كاني

انواع انبوهه

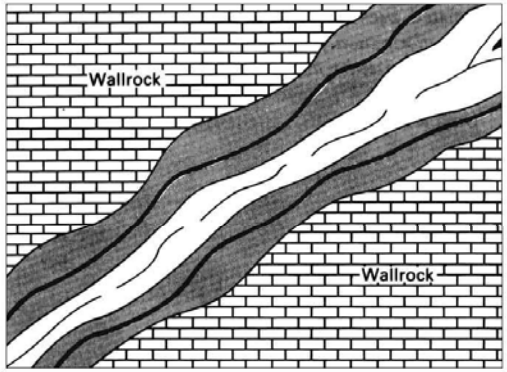
انبوهه جهت‌دار



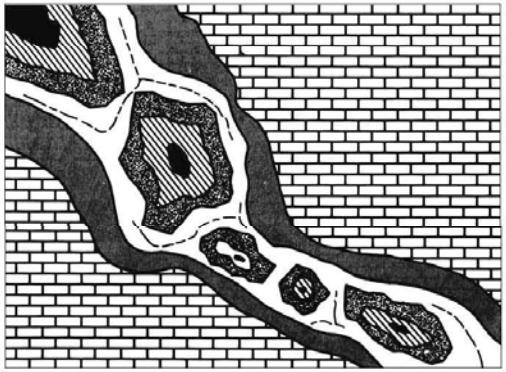
انبوهه بي‌نظم



انبوهه موزون



انبوهه برشي



طبقه‌بندي بافت كانيها بر اساس منشاء آنها

- كريگ و واگان (١٩٩٤) طبقه بندي زير را ارائه كردند:

بافتهاي اوليه ناشي از سردشدن مذابها

بافتهاي اوليه ناشي از رسوبگذاري كلوييدي

بافتهاي اوليه ناشي از رسوبگذاري در فضاي باز

بافتهاي ثانويه ناشي از جانشيني و هوازدگي

بافتهاي ثانويه ناشي از سردشدن

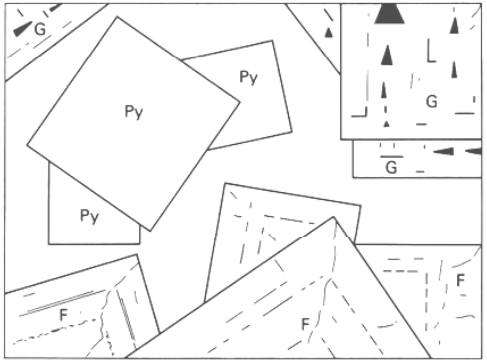
بافتهاي ثانويه ناشي از دگرشكلي

بافتهاي ثانويه ناشي از دگرگوني

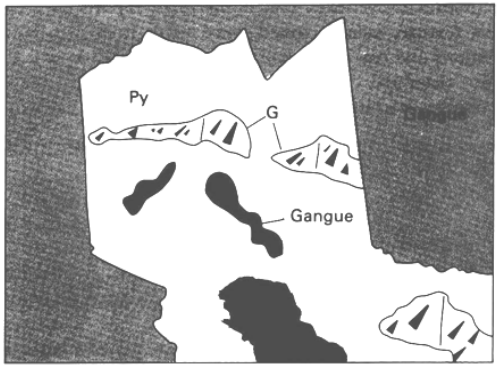
بافتهاي اوليه ناشي از سردشدن مذابها

تشكيل بافت اسكلتي در كاني مگنتيت

بلورهاي خوش‌وجه كروميت



بافت پورفيري



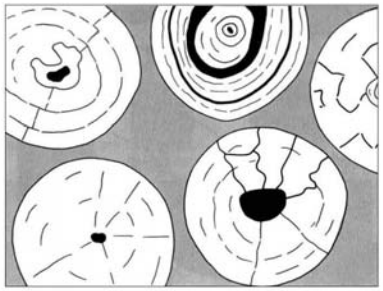
بافت پويكيليتيك

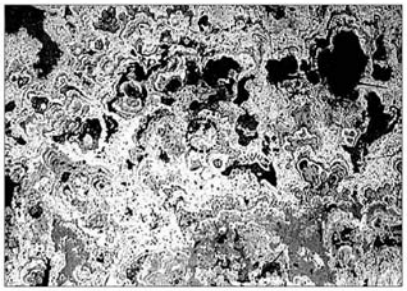
سيد جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

بافتهاي اوليه ناشي از رسوبگذاري كلوييدي

بافت نواري هم مركز

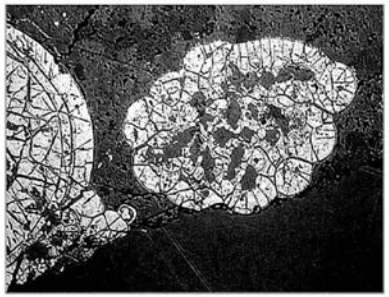
نواربندي قلوه‌اي

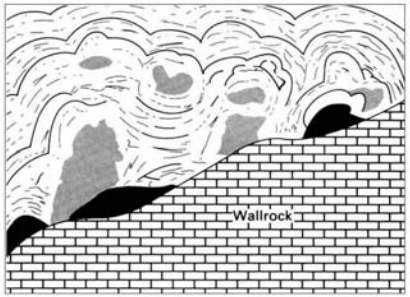




بافت خوشه انگوري

نواربندي قلوه‌اي





سيد جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

بافتهاي اوليه ناشي از رسوبگذاري در فضاي باز

- شواهد تشكيل كانيها در فضاي باز:

١- وجود سطوح بلوري كامل

٢- تشكيل منطقه‌بندي رشدي يا نواربندي

٣- تشكيل نوارهاي تك‌كاني قلوه‌اي

٤- ساخت تاج‌خروسي

٥- وجود رگه‌هاي پوسته‌اي متقارن و موزون

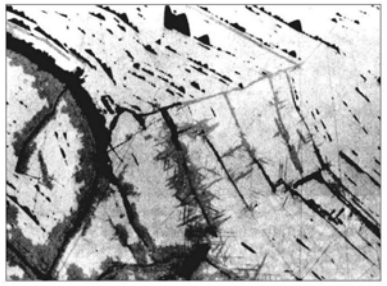
٦- تشكيل ساختهاي خوشه انگوري يا حتي ساختهاي قنديلي

بافتهاي ثانويه ناشي از جانشيني و هوازدگي

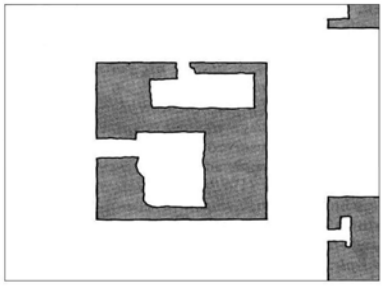
- فرايندهايی که سبب جانشيني می شوند:
  ۱- انحلال و رسوبگذاري مجدد
  ۲- اکسيد شدن
  ۳- انتشار در حالت جامد
- عوامل موثر بر ميزان گسترش بافتهاي جانشيني:
  ۱- سطح موجود براي واکنش
  ۲- ساختارهاي بلوري کانيهاي اوليه و ثانويه
  ۳- ترکيب شيميايي کاني اوليه و سيال واکنشگر

بافتهاي ثانويه ناشي از جانشيني و هوازدگي

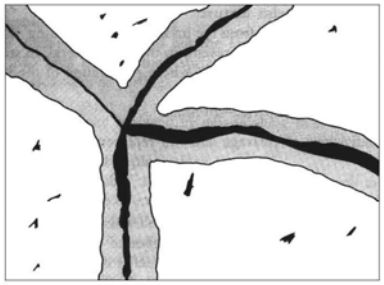
جانشيني كالكوسيت بجاي كاني گالن در امتداد سطوح رخ



بافت خوردگي

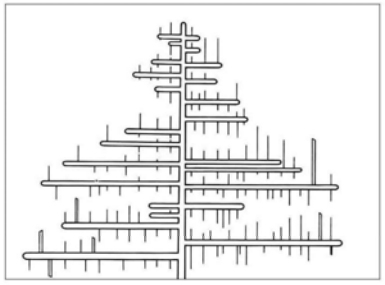


بافت جانشيني حاشيه‌اي يا كناره‌اي

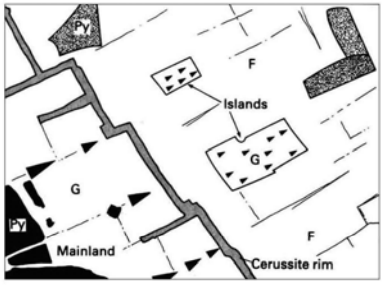


بافت جانشيني شبكه‌اي

بافت جانشيني دندانه‌اي



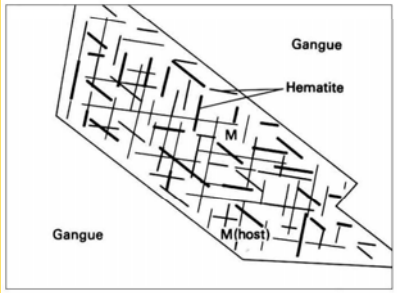
بافت جزيره‌اي

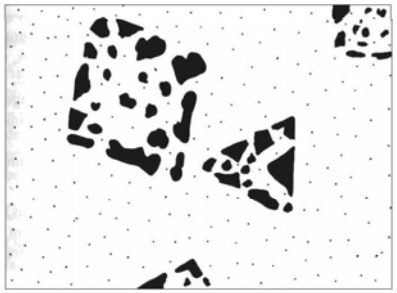


سيد جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

بافتهاي ثانويه ناشي از جانشيني و هوازدگي

مارتيتي شدن كاني مگنتيت بوسيله هماتيت

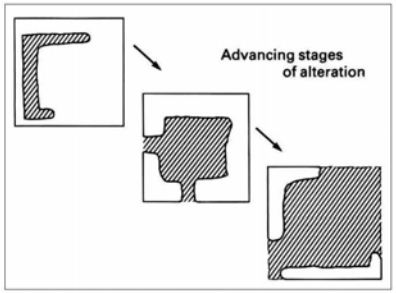




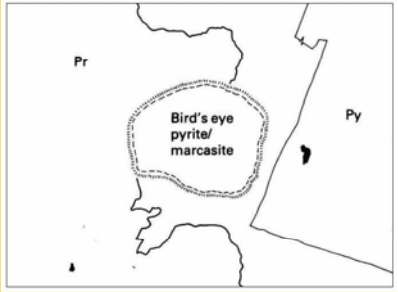
اشكال دروغين بجامانده

بافت جعبه‌اي

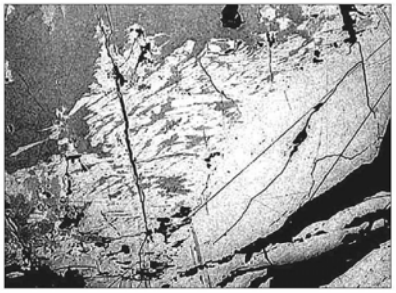
بافت آتول



بافت چشم‌پرنده‌اي



بافت شعله‌اي



سيد جواد مقدسي استاديار گروه زمين شناسي دانشگاه پيام نور

بافتهاي ثانويه ناشي از سردشدن

- انواع بافتهاي حاصل از سردشدن:

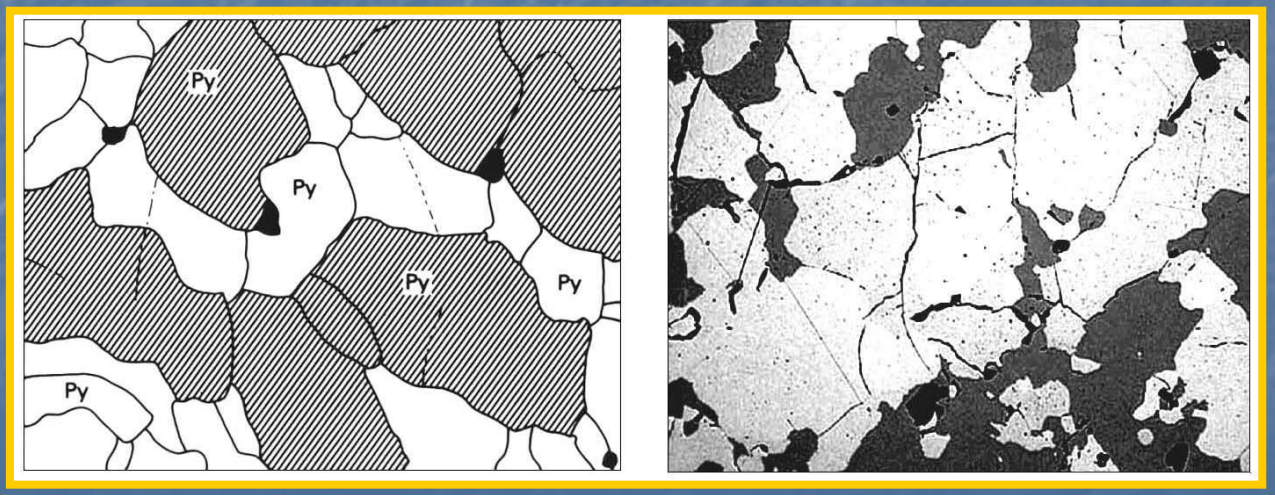
۱- تبلور مجدد

۲- اکسولوشن

۳- وارونگي

تبلور مجدد

- سردشدن کانسنگها معمولاً با تبلور مجدد کانیهاي اولیه همراه است
- مشاهده تبلور مجدد در بافتهاي حاصل از بازپخت



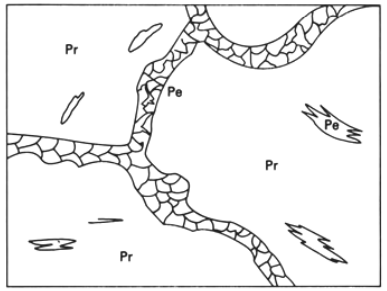
پیوستگاه سه‌گانه حاصل از تبلور مجدد

اکسولوشن

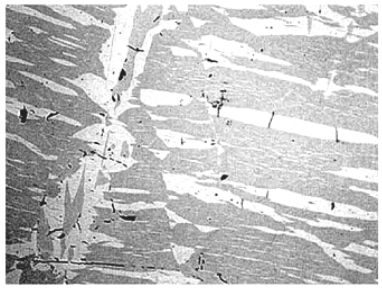
- هر نوع بافتي كه در اثر فرايند اكسولوشن بوجود آيد ، بافت اكسولوشن ناميده مي‌شود
- فرايندي كه در آن يك محلول جامد همگن اوليه به دو يا چند فاز بلورين تبديل مي‌شود اكسولوشن خوانده مي‌شود.
- كاهش دما موجب ناپايداري محلول جامد و جدا شدن يك فاز از فاز ديگر مي‌شود. فاز غالب را فاز ميزبان مي‌نامند و فاز جدا شده از محلول جامد اوليه را فاز ميهمان گويند.

انواع اکسولوشن

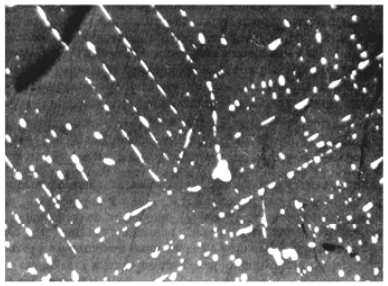
بافت اکسولوشن حاشیه‌ای



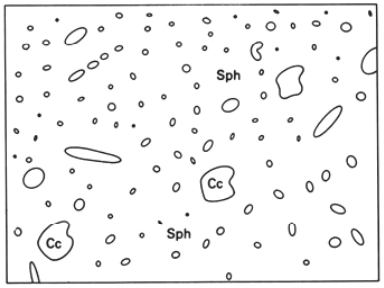
بافت اکسولوشن تیغه‌ای



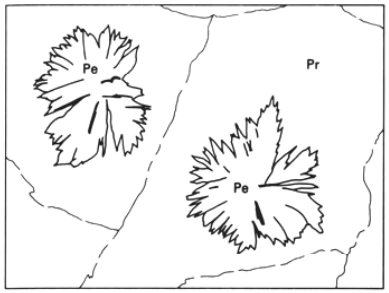
بافت اکسولوشن ردیفی



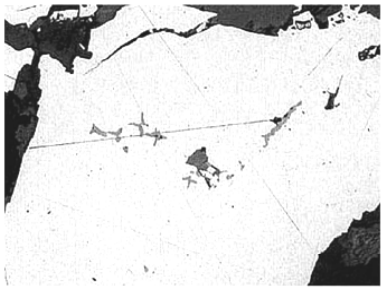
بافت امولسیون



بافت زبانه‌ای یا شعله‌ای



بافت ستاره‌ای



سید جواد مقدسی استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور

وارونگي

- پديده وارونگي ، پديده‌اي است كه در آن پلي‌مورف يك كاني به‌طور برگشت‌پذير به پلي‌مورف ديگري تبديل مي‌شو.
- برخي از فازهاي دما بالا هميشه در اثر سردشدن به سرعت دچار وارونگي مي‌شوند.

بافتهاي ثانويه ناشي از دگرشكلي

- مهمترين آثار دگرشكلي:

۱- ماكل

۲- نواربندي شكنجي

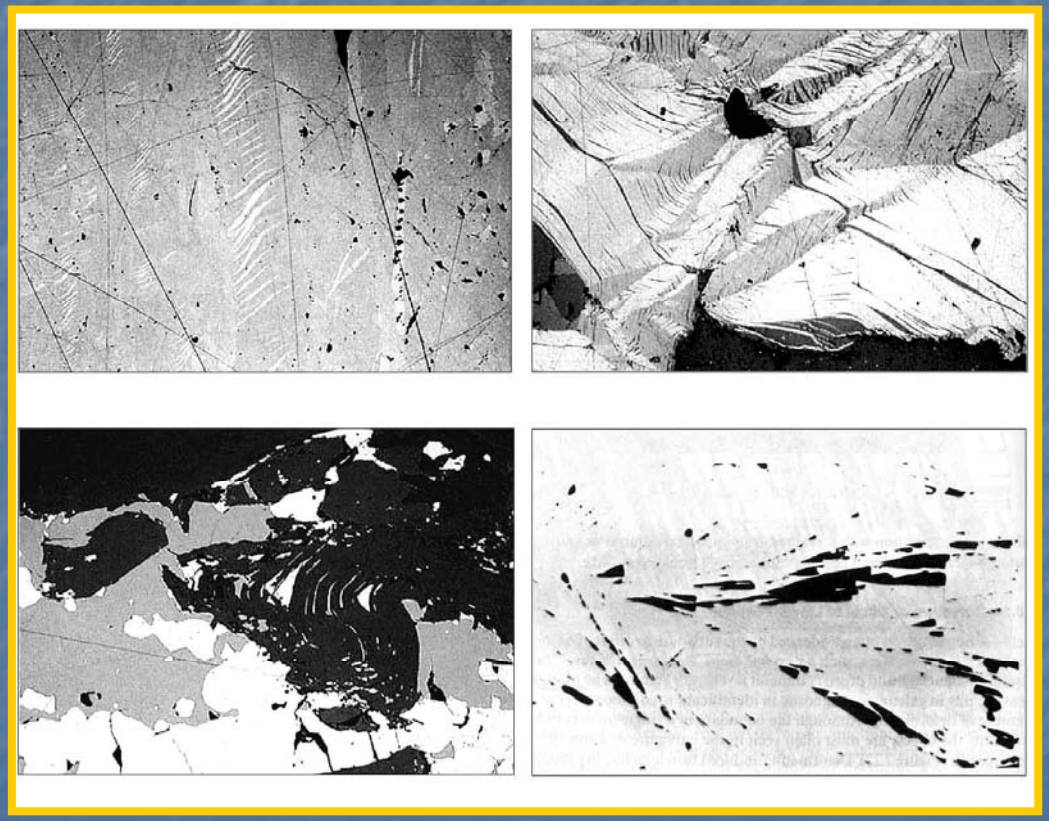
۳- تيغه‌هاي فشاري

۴- خميدگي يا قطع شدگي عوارض خطي

۵- شليرن

۶- برشي‌شدن و كاتاكلاز

بافتهاي ثانويه ناشي از دگرشكلي



تيغه‌هاي فشاري در كاني استيبنيت

نواربندي شكنجي در كاني موليبدنيت

رخهاي خميده‌شده يک كاني سيليكاتي به رنگ سياه

خميدگي حفره‌هاي مثلثي شاخص كاني گالن

بافتهاي ثانويه ناشي از دگرگوني

- بازپخت
- رشد بلوري دگرگوني
- دگرگوني ديناميك (ماكلهاي فشاري يا دگرشكلي ، آثار رخ انحنادار ، نوارهاي شكنجي و خاموشي موجي)

بافت پلاسرها

- بافتهاي دروني اين قبيل دانه‌ها بازتابي از منشاء اوليه آنها است.
- بافتهاي حاشيه‌اي و بيروني آنها شرايط سايش و هوازدگي را نشان مي‌دهد.
- فرايندهاي هوازدگي و فرسايش سطوح خارجي بيشتر دانه‌هاي پلاسري را به سرعت گرد و صاف مي‌كند.
- كانيهاي سولفيدي عموماً به سرعت اكسيد مي‌شوند.
- اكسيدشدن دانه‌هاي مگنتيت به هماتيت يا گوتيت به‌ويژه در امتداد سطوح رخ.....

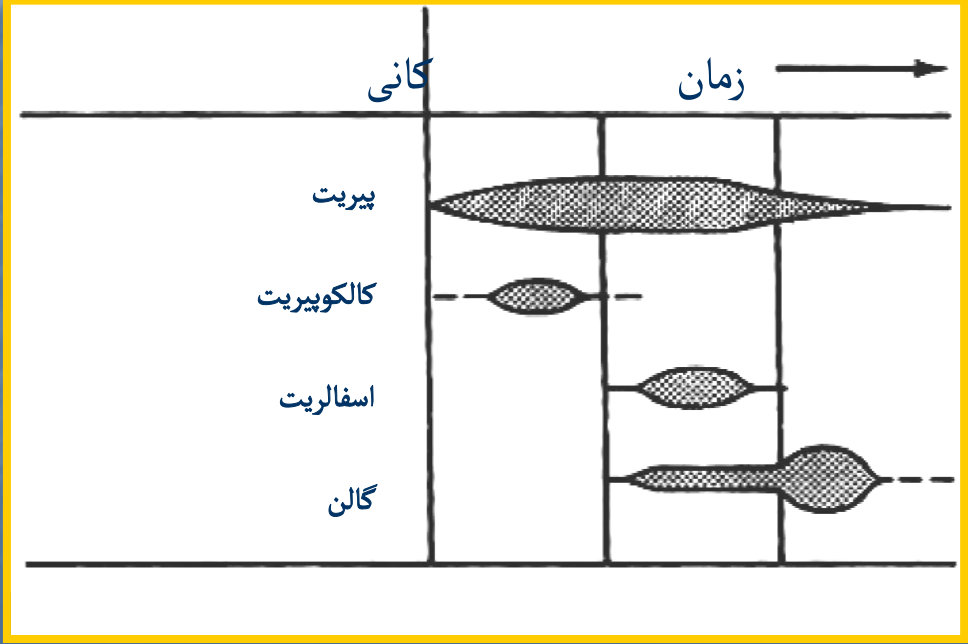
پاراژنز

مجموعه كانيهاي سازنده يك كانسنگ اعم از كانه يا باطله را كه همراه با يكديگر يافت شده و داراي منشاء واحدي هستند پاراژنز گويند.

نوع كانسار	پاراژنز اصلي
كروميت يا كروم- نيكل- پلاتين	كروميت ، پنتلنديت ، پيروتيت ، عناصر گروه پلاتين
طلا- اورانيوم	طلا ، پيريت ، پيچبلند ، اورانينيت ، نقره
اكسيدهاي آهن- تيتانيم	مگنتيت ، ايلمنيت ، هماتيت
سولفيدهاي آهن- نيكل- مس	پيروتيت ، پنتلنديت ، پيريت ، مگنتيت ، كالكوپيريت
سازند آهن نواري	هماتيت ، مگنتيت ، كربناتها ، سيليكاتهاي آهن
كانسارهاي سولفيد توده‌اي	پيريت ، كالكوپيريت ، اسفالريت ، گالن ، پيروتيت
كانسارهاي آهن مردابي	گوتيت ، ليمونيت ، سيدريت و كربناتها
كانسارهاي رسوبي فلزات پايه	پيريت ، كالكوپيريت ، گالن ، اسفالريت ، پيروتيت ، بورنيت ، كالكوسيت ، مس
كانسارهاي منگنز آتشفشاني- رسوبي	پسيلوملان ، پيرولوزيت ، هماتيت ، سيدريت ، مگنتيت
مس- مولیبدن پورفيري	پيريت ، كالكوپيريت ، مولیبدنيت ، بورنيت

توالي پاراژنزي

ترتيب زماني شكل‌گيري كانيهاي موجود در يك كانسار را توالي پاراژنزي گويند.



معيارهاي تعيين پاراژنز

- مهمترين معيارهاي تعيين پاراژنز:

۱- شكل بلور و مرز دانه‌ها

۲- روابط متقاطع

۳- نواربندي قلوه‌اي و منطقه‌بندي رشدي

۴- جانشيني

۵- ماكل

۶- اكسولوشن

فصل هشتم: ويژگيهاي نوري كانه‌ها

- هدف كلي

هدف كلي اين فصل آشنايي با ويژگيهاي نوري برخي كانه‌هاي نسبتاً فراوانتر و متداولتر است.

هدفهاي رفتاري

- روشهاي شناسايي سيستماتيك كانه‌ها در نور بازتابيده را توضيح دهيد.
- فرمول شيميايي كانه‌هاي نامبرده در اين فصل را بدانيد.
- معيارهاي شناسايي راهنماي كانه‌هاي نامبرده در اين فصل را بيان كنيد.
- انتظار مي‌رود دانشجويان دوره كارشناسي زمين‌شناسي ويژگيهاي نوري كانيهاي آرسنوپيريت ، بورنيت ، كالكوپيريت ، كوولیت ، كوپريت ، انارژيت ، گالن ، طلا ، هماتيت ، ايلمنيت ، مگنتيت ، ماركازيت ، پنتلنديت ، گرافيت ، پيريت ، پيروتيت ، روتيل ، اسفالريت ، استيبينت ، تتراهدريت ، پيرولوزيت و موليبدنيت را بدانند و آنها را عملاً در ميكروسكوپ نور بازتابيده شناسايي نمايند.

روش شناسايي سيستماتيك كانه‌ها

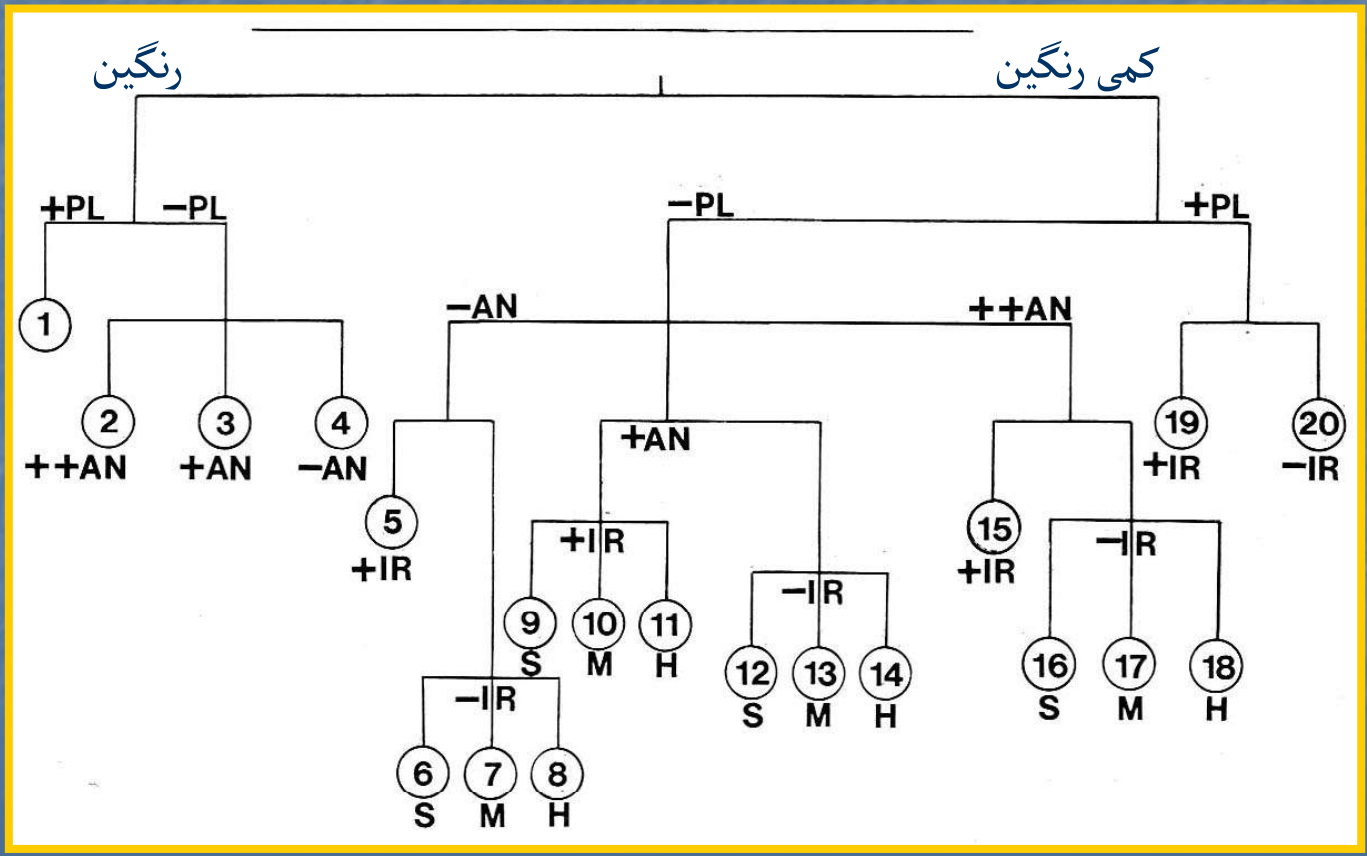
- دو روش شناسایی سیستماتیک کانه ها:

۱- روش اسپري و گدلينسك (۱۹۸۷)

۲- روش کریگ و واگان (۱۹۹۴)

روش اسپري و گدلينسك

طبقه بندی کانیهای کدر



روش کریگ و واگان

- در اين روش كانيها بر اساس ويژگيهاي نوري شاخص آنها به چهار گروه تقسيم مي‌شوند:

۱- كانيهاي به‌شدت رنگين و فاقد بازتابش داخلي

۲- كانيهاي كمي رنگين تا به‌شدت كمرنگ

۳- كانيهاي داراي بازتابش داخلي رنگين واضح

۴- كانيهاي بي‌رنگ

آرسنوپیریت

- فرمول شيميايي: FeAsS
- سيستم تبلور: مونوكلينيك
- شدت بازتابش و رنگ: قوي: سفيد با ته‌رنگ كرمي كمرنگ
- چندرنگي بازتابي: ضعيف: سفيد با ته‌رنگ زرد
- ناهمسانگردي: قوي (آبي ، سبز ، زرد- قهوه‌اي متمايل به قرمز)
- بازتابش داخلي: ندارد.

آرسنوپیریت

- فرمول شیمیایی: FeAsS
- شدت بازتابش (R%): ۲/۵۲ – ۹/۵۱
- عدد سختی ویکرز (VHN): ۱۳۵٤ - ۷۱۵
- سختی صیقلی: سخت (٦ – ۵/۵)
- رخ صیقلی: به‌ندرت قابل مشاهده است.
- ماکل: ماکل تیغه‌ای متداول است.

استيبنيت

- فرمول شيميايي: Sb_2S_3
- سيستم تبلور: اورتورومبيك
- شدت بازتابش و رنگ: قوي ، سفيد تا سفيد متمايل به خاكستري
- چندرنگي بازتابي: قوي ، سفيد تا سفيد متمايل به خاكستري تا قهوه‌اي
- ناهمسانگردي: قوي ، ولي معمولاً خاموشي موجي دارد. به رنگهاي آبي ، خاكستري ، قهوه‌اي ، قهوه‌اي متمايل به صورتي ظاهر مي‌شود.

استيبنيت

- فرمول شيميايي: Sb_2S_3
- بازتابش داخلي: ندارد.
- شدت بازتابش (R%): ۱/۳۱ – ۱/٤۸
- عدد سختي ويكرز (VHN): ٤۲ - ۱٥۳
- سختي صيقلي: نرم (۲)
- ماكل: ماكلهاي فشاري و ماكلهاي دگرشكلي متداول مي‌باشند.

اسفالريت

- فرمول شيميايي: (Zn,Fe)S
- سيستم تبلور: مكعبي
- شدت بازتابش و رنگ: ضعيف ، خاكستري تيره ، گاهي با ته‌رنگ قهوه‌اي يا آبي
- چندرنگي بازتابي: مشاهده نمي‌شود
- ناهمسانگردي: همسانگرد
- بازتابش داخلي: متداول ، به رنگهاي سفيد ، زرد ، قهوه‌اي ، قهوه‌اي متمايل به قرمز.

اسفالريت

- فرمول شيميايي: (Zn,Fe)S
- شدت بازتابش (R%): ٦/١٦
- عدد سختي ويكرز (VHN): ١٣٨ - ١٦٠
- سختي صيقلي: متوسط (٤- ٥/٣)
- رخ صيقلي: رخ (١١٠) ممكن است قابل مشاهده باشد.
- ماكل: ماكلهاي (١١١) و (٢١١) اغلب قابل مشاهده مي‌باشند.

انارژیت

- فرمول شيميايي: Cu_3AsS_4
- سيستم تبلور: اورتورمبيك
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط ، قهوه‌اي روشن متمايل به‌صورتي يا خاكستري متمايل به صورتي)
- چندرنگي بازتابي: ضعيف ، خاكستري متمايل به صورتي تا بنفش متمايل به خاكستري
- ناهمسانگردي: قوي (با ته‌رنگهاي نارنجي متمايل به قرمز ، متمايل به سبز ، متمايل به آبي)

انارژیت

- فرمول شيميايي: Cu3AsS4
- بازتابش داخلي: نادر ، به رنگ قرمز تيره.
- شدت بازتابش (R%): ۲/۲۴ .۲/۲۵
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۲۸۵ .۳۲۷
- سختي صيقلي: متوسط (۳/۵ .۳):
- رخ صيقلي: رخ (۱۱۰) اغلب قابل مشاهده است.
- ماكل: نادر ، به موازات (۳۲۰)

بورنیت

- فرمول شيميايي: Cu_5FeS_4
- سيستم تبلور: بالاتر از ۲۲۸ درجه مكعبي ، كمتر از ۲۲۸ درجه تتراگونال
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط ، نارنجي تا قهوه‌اي متمايل به صورتي
- چندرنگي بازتابي: ضعيف
- ناهمسانگردي: بسيار ضعيف ، ممكن است همسانگرد به‌نظر آيد.

بورنیت

- فرمول شيميايي: Cu_5FeS_4
- بازتابش داخلي: ندارد.
- شدت بازتابش (R%): ۷/۲۱
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۸۷ - ۱۰۰
- سختي صيقلي: نرم (۳)
- رخ صيقلي: رخ (۱۰۰) يا (۱۱۱) اغلب قابل مشاهده است.
- ماكل: ممكن است ماكلهاي مكرر (پلي سنتتيك) و اورتوگونال مشاهده شوند.

ايلمنيت

- فرمول شيميايي: $FeTiO_3$
- سيستم تبلور: هگزاگونال (تريگونال)
- شدت بازتابش و رنگ: ضعيف ، سفيد- خاكستري با ته‌رنگ متمايل به قهوه‌اي ، با سايه‌هايي از صورتي يا بنفش
- چندرنگي بازتابي: ضعيف ولي واضح ، قهوه‌اي متمايل به صورتي ، قهوه‌اي تيره
- ناهمسانگردي: قوي (خاكستري متمايل به سبز تا خاكستري متمايل به قهوه‌اي)

ایلمنیت

- فرمول شیمیایی: $FeTiO_3$
- بازتابش داخلی: نادر (قهوه‌ای تیره)
- شدت بازتابش (R%): ٤/١٦ — ٢/١٩
- عدد سختی ویکرز (VHN): ٥٦٦ - ٦٩٨
- سختی صیقلی: سخت (٦ — ٥)
- ماکل: ماکل تیغه‌ای (١٠١١) بسیار متداول است.

پنتلندیت

- فرمول شيميايي: $(Fe,Ni)9S8$
- سيستم تبلور: مكعبي
- شدت بازتابش و رنگ: قوي ، كرم روشن تا متمايل به زرد
- چندرنگي بازتابي: چندرنگي مشاهده نمي‌شود
- ناهمسانگردي: همسانگرد
- بازتابش داخلي: ندارد.

پنتلندیت

- فرمول شيميايي: (Fe,Ni)9S8
- شدت بازتابش (R%): ٥/٤٦
- عدد سختي ويكرز (VHN): ٢٦٨ - ٢٨٥
- سختي صيقلي: متوسط (٤ — ٥/٣)، بيشتر از كالكوپيريت ، كمتر از پيروتيت
- رخ صيقلي: (١١١)

پيروتيت

- فرمول شيميايي: Fe1-X S
- سيستم تبلور: مونوكلينيك (Fe7S8 ~)، هگزاگونال (Fe 9S10 ~)
- شدت بازتابش و رنگ: قوي ، قهوه‌اي متمايل به صورتي كرمي
- چندرنگي بازتابي: ضعيف تا قوي ، قهوه‌اي متمايل به كرم تا قهوه‌اي متمايل به قرمز
- ناهمسانگردي: قوي (زرد- خاكستري ، خاكستري متمايل به سبز ، آبي متمايل به خاكستري)
- بازتابش داخلي: ندارد.

پیروتیت

- فرمول شیمیایی: $Fe_{1-x}S$
- شدت بازتابش (R%): ۹/۳۹ – ۸/۳٤ (مونوکلینیک)، ۲/۳۹ – ۳٤ (هگزاگونال)
- عدد سختی ویکرز (VHN): ٤۰۹ – ۱۳۷۳ (مونوکلینیک)، ۳۱۸ – ۲۳۰ (هگزاگونال)
- سختی صیقلی: متوسط (٤)
- رخ صیقلی: رخ (۰۰۰۱) ممکن است قابل مشاهده باشد، رخ (۱۰۱۰) به‌ندرت مشاهده می‌شود.

پیرولوزیت

- فرمول شیمیایی: MnO_2
- سیستم تبلور: تتراگونال
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط تا قوي ، سفيد با ته‌رنگ زرد كرمي
- چندرنگي بازتابي: متوسط ، سفيد متمايل به زرد تا خاكستري متمايل به زرد روشن)
- ناهمسانگردي: قوي (آبي متمايل به سبز ، متمايل به قهوه اي ، متمايل به زرد ، خاكستري متمايل به ارغواني)

پیرولوزیت

- فرمول شیمیایی: MnO_2
- شدت بازتابش (R%): ۰/29 – ۰/۴۰
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۱۴۶ - ۲۴۳
- سختي صيقلي: سخت (۵/۶ - ۶)
- رخ صيقلي: رخ (۰۱۰) ممكن است قابل مشاهده باشد.
- ماكل: ندارد.

پیریت

- فرمول شیمیایی: FeS_2
- سیستم تبلور: مکعبي
- شدت بازتابش و رنگ: قوي ، سفید متمایل به زرد
- چندرنگي بازتابي: هوا (چندرنگي مشاهده نمي‌شود)
- ناهمسانگردي: به‌طور معمول همسانگرد است ولي ممکن است ناهمسانگردي ضعيفي مشاهده شود (آبي- سبز تا نارنجي- قرمز)

پیریت

- فرمول شیمیایی: FeS_2
- شدت بازتابش (R%): ۷/۵۱
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۱۵۰۵ - ۱۶۲۰
- سختي صيقلي: سخت (۵/۶ - ۶)
- رخ صيقلي: رخ (۱۰۰) اغلب قابل مشاهده است.
- ماكل: قابل مشاهده نيست.

تتراهدريت

- فرمول شيميايي: $Cu_{12}Sb_4S_{13}$
- سيستم تبلور: مكعبي
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط ، سفيد متمايل به خاكستري با سايه‌هاي متمايل به سبز تا قهوه‌اي)
- چندرنگي بازتابي: مشاهده نمي‌شود
- ناهمسانگردي: همسانگرد
- بازتابش داخلي: نادر (متمايل به قرمز)

تتراهدریت

- فرمول شیمیایی: $Cu_{12}Sb_4S_{13}$
- شدت بازتابش (R%): ۵/۳۲
- عدد سختي ویکرز (VHN): ۳۱۲ - ۳۵۱
- سختي صیقلي: متوسط (۵/٤ - ۳)
- رخ صیقلي: ممکن است قابل مشاهده باشد.

روتيل

- فرمول شيميايي: TiO_2
- سيستم تبلور: تتراگونال
- شدت بازتابش و رنگ: ضعيف ، خاكستري روشن با ته‌رنگ آبي
- چندرنگي بازتابي: هوا (ضعيف)
- ناهمسانگردي: متوسط تا قوي (رنگها توسط بازتابشهاي داخلي پوشيده مي‌شوند)
- بازتابش داخلي: قوي (فراوان: سفيد ، قهوه‌اي متمايل به قرمز ، متمايل به زرد)

روتيل

- فرمول شيميايي: TiO_2
- شدت بازتابش (R%): ۷/19 – ۱/۲۳
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۸۹٤ - ۹۷٤
- سختي صيقلي: سخت (٥/٦ - ٦)، بيشتر از ايلمنيت ، كمتر از كاسيتريت و هماتيت
- رخ صيقلي: رخ (۱۱۰) اغلب قابل مشاهده است.
- ماكل: معمولاً ماكل تيغه‌اي دارد.

طلا

- فرمول شيميايي: Au
- سيستم تبلور: مكعبي
- شدت بازتابش و رنگ: قوي ، زرد روشن يا طلايي
- چندرنگي بازتابي: مشاهده نمي‌شود
- ناهمسانگردي: همسانگرد ولي با خاموشي ناقص. اغلب سايه متمايل به سبزي مشاهده مي‌شود.
- بازتابش داخلي: ندارد.

طلا

- فرمول شيميايي: Au
- شدت بازتابش (R%): ۷۷/ ۰
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۳۵ - ۵۸
- سختي صيقلي: نرم (۳ – ۵/۲)
- رخ صيقلي: قابل مشاهده نيست.
- ماكل: ماكل (۱۱۱) متداول است.

کاسیتریت

- فرمول شيميايي: SnO_2
- سيستم تبلور: تتراگونال
- شدت بازتابش و رنگ: ضعيف ، خاكستري متمايل به قهوه‌اي
- چندرنگي بازتابي: ضعيف تا فاقد چندرنگي
- ناهمسانگردي: متوسط ، ولي به‌وسيله بازتابشهاي داخلي پوشيده مي‌شود (خاكستري)
- بازتابش داخلي: فراوان (زرد متمايل به سفيد تا زرد- قهوه‌اي)

کاسیتریت

- فرمول شیمیایی: SnO_2
- شدت بازتابش (R%): ۷/10 – ۱۵/۱۲
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۱۱۶۸ - ۱۳۳۲
- سختي صيقلي: سخت (۷ - ۶)
- رخ صيقلي: رخ (۱۱۰) به‌ندرت قابل مشاهده است.
- ماكل: ماكل (۱۰۱) بسيار متداول است.

کالکوپیریت

- فرمول شيميايي: $CuFeS_2$
- سيستم تبلور: تتراگونال
- شدت بازتابش و رنگ: قوي ، زرد تا زرد برنجي
- چندرنگي بازتابي: ضعيف ، گاهي قابل مشاهده است
- ناهمسانگردي: ضعيف ولي واضح (آبي- خاكستري ، زرد متمايل به سبز)
- بازتابش داخلي: ندارد.

کالکوپیریت

- فرمول شیمیایی: $CuFeS_2$
- شدت بازتابش (R%): ٦/44 – ٠/٤٥
- عدد سختي ويكرز (VHN): ١٨١ - ٢٠٣
- سختي صيقلي: متوسط (٤ – ٥/٣)
- رخ صيقلي: رخ (١١١) به ندرت قابل مشاهده است.
- ماكل: به‌طور معمول به‌موازات (١٠٠)، (١١٠) و (١١١)، تيغه‌هاي نازك يا پهن

کالکوسیت

- فرمول شيميايي: Cu2S
- سيستم تبلور: كمتر از ۱۰۵ مونوكلينيك ، بالاتر از ۱۰۵ متبلور مي‌شود.
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط ، سفيد- خاكستري تا سفيد متمايل به آبي
- چندرنگي بازتابي: هوا (ضعيف تا فاقد چندرنگي)
- ناهمسانگردي: ضعيف تا متوسط (سبز زمردي تا متمايل به صورتي روشن)

کالکوسیت

- فرمول شيميايي: Cu2S
- بازتابش داخلي: ندارد.
- شدت بازتابش (R%): ۲/33 – ٤/۳۳
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۸٤ - ۸۷
- سختي صيقلي: نرم (۳ – ۵/۲)
- رخ صيقلي: رخ (۱۱۱) ممكن است قابل مشاهده باشد.
- ماكل: ماكل (۱۱۱) در شكل بلوري هگزاگونال مشاهده مي‌شود.

کرومیت

- فرمول شيميايي: $(Fe,Mg)(Cr,Al)2O4$
- سيستم تبلور: مكعبي
- شدت بازتابش و رنگ: ضعيف ، خاكستري تيره تا خاكستري متمايل به قهوه‌اي
- چندرنگي بازتابي: مشاهده نمي‌شود
- ناهمسانگردي: همسانگرد
- بازتابش داخلي: متداول (قهوه‌اي تا قهوه‌اي- قرمز در نمونه‌هاي سرشار از منيزيم و آلومينيم ، در نمونه‌هاي غني از آهن مشاهده نمي‌شود)

کرومیت

- فرمول شيميايي: $(Fe,Mg)(Cr,Al)2O4$
- شدت بازتابش (R%): ۵/۱۳
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۱۲۷۸ - ۱٤٥٦
- سختي صيقلي: سخت (۵/۵)
- رخ صيقلي: ممكن است قابل مشاهده باشد.

کوپریت

- فرمول شيميايي: Cu2O
- سيستم تبلور: مكعبي
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط ، سفيد- خاكستري با ته‌رنگ متمايل به آبي
- چندرنگي بازتابي: ضعيف تا فاقد چندرنگي
- ناهمسانگردي: در طول مرز دانه‌ها و وقتي كه درشت‌دانه باشد ، متوسط تا قوي است (خاكستري- آبي تا سبز زيتوني- سبز)

کوپریت

- فرمول شيميايي: Cu2O
- بازتابش داخلي: فراوان (قرمز سير)
- شدت بازتابش (R%): ٦/٢٦
- عدد سختي ويكرز (VHN): ١٩٣ - ٢٠٧
- سختي صيقلي: متوسط (٤ - ٣)
- رخ صيقلي: رخ (١١١) به‌ندرت قابل مشاهده است.

کوولیت

- فرمول شيميايي: CuS
- سيستم تبلور: هگزاگونال
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط ، آبي- نيلي با ته‌رنگ بنفش تا سفيد متمايل به آبي
- چندرنگي بازتابي: قوي ، آبي- نيلي با ته‌رنگ بنفش تا سفيد متمايل به آبي
- ناهمسانگردي: قوي (نارنجي تا قهوه‌اي متمايل به قرمز)
- بازتابش داخلي: ندارد.

کوولیت

- فرمول شیمیایی: CuS
- شدت بازتابش (R%): ٦/6 – ٧/٢٣
- عدد سختي ويكرز (VHN): ١٢٨ - ١٣٨
- سختي صيقلي: نرم (٢ – ٥/١)، كمتر از كالكوسيت و كالكوپيريت
- رخ صيقلي: رخ (٠٠٠١) اغلب قابل مشاهده است.

گالن

- فرمول شيميايي: PbS
- سيستم تبلور: مكعبي
- شدت بازتابش و رنگ: قوي ، سفيد تا خاكستري روشن
- چندرنگي بازتابي: مشاهده نمي‌شود
- ناهمسانگردي: همسانگرد.
- بازتابش داخلي: ندارد.
- شدت بازتابش (R%): ۹/۴۲

گالن

- فرمول شيميايي: PbS
- عدد سختي ويكرز (VHN): ٥٩ - ٦٥
- سختي صيقلي: نرم (٥/٢)
- رخ صيقلي: رخ (١٠٠) اغلب به‌صورت فرو رفتگيهاي مثلثي قابل مشاهده است.
- ماكل: ندارد.

گرافیت

- فرمول شيميايي: C
- سيستم تبلور: هگزاگونال
- شدت بازتابش و رنگ: ضعيف ، خاكستري متمايل به قهوه‌اي تا سياه متمايل به خاكستري
- چندرنگي بازتابي: قوي ، قهوه‌اي- خاكستري با ته‌رنگ زرد ، تا خاكستري متمايل به آبي
- ناهمسانگردي: قوي (زرد كهربايي تا قهوه‌اي تيره يا خاكستري متمايل به بنفش)

گرافیت

- فرمول شيميايي: C
- بازتابش داخلي: ندارد.
- شدت بازتابش (R%): ۲/6 – ٤/۲٦
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۱۲ – ۱٦ (به‌ازاي ٥۰ گرم بار)
- سختي صيقلي: نرم (۲ - ۱)، كمتر از بيشتر كانيهايي كه با آن همراه است.
- رخ صيقلي: رخ (۱ ۰ ۰ ۰) ممكن است قابل مشاهده باشد.
- ماكل: ندارد.

مارکازیت

- فرمول شیمیایی: FeS_2
- سیستم تبلور: اورتورمبیك
- شدت بازتابش و رنگ: قوي ، سفید متمایل به زرد با ته‌رنگ متمایل به سبز یا متمایل به صورتي
- چندرنگي بازتابي: قوي ، سفید با ته‌رنگ قهوه‌اي ، زرد با ته‌رنگ سبز
- ناهمسانگردي: قوي (آبي ، سبز- زرد)

مارکازیت

- فرمول شیمیایی: FeS_2
- شدت بازتابش (R%): ۱/49 – ۲/۵۶
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۱۲۸۸ - ۱۶۸۱
- سختي صيقلي: سخت (۵/۶ - ۶)، بیشتر از پیروتیت ، مساوي با پيريت
- رخ صيقلي: رخ (۱۰۱) اغلب مشاهده مي‌شود.
- ماكل: ماكلهاي تيغه‌اي تقريباً هميشه ديده مي‌شوند.

مگنتیت

- فرمول شيميايي: Fe3O4
- سيستم تبلور: مكعبي
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط ، خاكستري ، معمولاً با ته‌رنگ متمايل به قهوه‌اي
- چندرنگي بازتابي: مشاهده نمي‌شود
- ناهمسانگردي: همسانگرد
- بازتابش داخلي: ندارد.

مگنتیت

- فرمول شیمیایی: Fe3O4
- شدت بازتابش (R%): ۹/۱۹
- عدد سختي ويكرز (VHN): ۶۸۱ - ۷۹۲
- سختي صيقلي: سخت (۵/۵)
- رخ صيقلي: قابل مشاهده نيست.
- ماكل: معمولاً ماكل تيغه‌اي مشاهده مي‌شود.

مولیبدنیت

- فرمول شيميايي: MoS_2
- سيستم تبلور: هگزاگونال (تريگونال)
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط تا قوي ، سفيد تا خاكستري ، ممكن است داراي ته‌رنگ متمايل به آبي باشد)
- چندرنگي بازتابي: قوي ، سفيد تا خاكستري با ته‌رنگ متمايل به آبي
- ناهمسانگردي: قوي (سفيد با ته‌رنگ متمايل به صورتي يا آبي تيره)

مولیبدنیت

- فرمول شیمیایی: MoS_2
- بازتابش داخلی: ندارد.
- شدت بازتابش (R%): ۵/38 – ۵/۱۹
- عدد سختی ویکرز (VHN): ۸ - ۱۰۰
- سختی صیقلی: نرم (۱/۵ - ۱)
- رخ صیقلی: رخ (۰۰۰۱) اغلب قابل مشاهده است

نیکولیت

- فرمول شيميايي: NiAs
- سيستم تبلور: هگزاگونال
- شدت بازتابش و رنگ: قوي ، صورتي متمايل به زرد تا نارنجي متمايل به قهوه‌اي- صورتي
- چندرنگي بازتابي: ضعيف يا متوسط ، سفيد متمايل به صورتي ، متمايل به زرد تا قهوه‌اي
- ناهمسانگردي: قوي (سبز متمايل به خاكستري ، متمايل به زرد ، بنفش- آبي ، آبي- خاكستري)

نیکولیت

- فرمول شيميايي: NiAs
- بازتابش داخلي: ندارد.
- شدت بازتابش (R%): ٤/51 – ١/٤٦
- عدد سختي ويكرز (VHN): ٣٦٣ - ٣٧٢
- سختي صيقلي: سخت (٥/٥ - ٥)
- رخ صيقلي: ممكن است قابل مشاهده باشد.
- ماكل: نادر ، اغلب به‌موازات (١٠١١)

ولفراميت

- فرمول شيميايي: (Fe,Mn)WO4
- سيستم تبلور: مونوكلينيك
- شدت بازتابش و رنگ: ضعيف ، خاكستري تا سفيد متمايل به خاكستري
- چندرنگي بازتابي: ضعيف تا فاقد چندرنگي
- ناهمسانگردي: ضعيف تا متوسط (زرد تا خاكستري)
- بازتابش داخلي: متداول (قرمز سير به‌ويژه در روغن)

ولفراميت

- فرمول شيميايي: (Fe,Mn)WO4
- شدت بازتابش (R%): ٢/15 – ٣/١٦
- عدد سختي ويكرز (VHN): ٣١٩ - ٣٩٠
- سختي صيقلي: سخت (٥/٦ - ٦)
- رخ صيقلي: رخهاي (٠١٠) و (١٠٠) اغلب قابل مشاهده مي‌باشند.
- ماكل: ماكل (١٠٠) بسيار متداول است.

هماتیت

- فرمول شيميايي: α - Fe2O3
- سيستم تبلور: هگزاگونال
- شدت بازتابش و رنگ: متوسط ، سفيد- خاكستري با ته‌رنگ متمايل به آبي
- چندرنگي بازتابي: ضعيف
- ناهمسانگردي: متوسط (خاكستري- آبي ، خاكستري- زرد)
- بازتابش داخلي: متداول (قرمز سير)
- شدت بازتابش (R%): ٤/26 – ٩٥/٢٩

هماتیت

- فرمول شیمیایی: α - Fe2O3
- شدت بازتابش (R%): ٤/26 – ٩٥/٢٩
- عدد سختي ويكرز (VHN): ١٠٠٠ - ١١٠٠
- سختي صيقلي: سخت (٥ – ٦)
- رخ صيقلي: رخهاي (١٠١١) و (٠٠٠١) ممكن است مشاهده شوند.
- ماكل: ماكل (١٠١١) بسيار متداول است.

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