

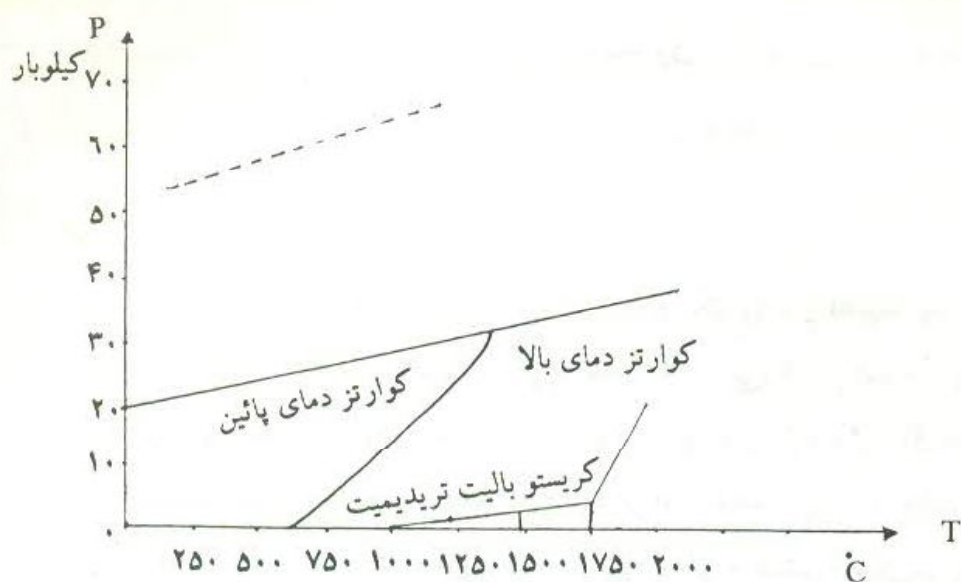
بررسی و شناسایی فازهای تریدیمیت $L_1 - T$

محمد علی برقی
دانشکده علوم دانشگاه تهران

چکیده: تریدیمیت $L_1 - T$ در اثر فشار، ضربه گرمایی و یا هنگام پودر شدن، به تریدیمیت $L_3 - T$ تبدیل می‌شود. به همین دلیل برای شناسایی تریدیمیت $L_1 - T$ و تعیین فازهای آن نمی‌توان از دستگاههایی که به روش پودری عمل می‌کنند استفاده کرد. لذا برای شناسایی آن از بلور خوش ریخت تریدیمیت $L_1 - T$ بی‌تنش استفاده و فازهای آن با میکروسکوپ نور قطبیده با اتاقک گرمایی شناسایی شد. تریدیمیت $L_1 - T$ در دماهای 110°C ، 165°C تا 171°C ، 218°C تا 228°C ، 420°C تا 460°C و فازهای برگشتی آن در دماهای 450°C تا 415°C ، 221°C تا 210°C ، 141°C و 52°C شکل می‌گیرند.

مقدمه

تریدیمیت یکی از چند شکلیهای سیلیس است، که اولین بار راث (۱۸۶۸/۱۲۴۷) آن را در سنگهای آندزیتی مکزیک مشاهده کرد و بنام تریدیمیت یعنی سه ما کلی نامگذاری کرد [۱]. بلور تریدیمیت همیشه در جهت $\{001\}$ بسبلورین است. نمودار تک جزئی SiO_2 را اولین بار فیئر (۱۹۱۳/۱۲۹۲) بصورت تابعی از فشار و دما ترسیم کرد [۲] (شکل ۱). مرز پایداری تریدیمیت در این نمودار بین 870°C تا 1470°C است.



شکل ۱ نمودار تک جزئی تریدیمیت

در دمای اتاق سه نوع تریدیمیت L_1-T ، L_2-T و L_3-T پایدار است. حرف L معرف دمای پایین (دمای اتاق) و حرف T بیانگر تریدیمیت است. شاخص پایین حرف L نوع تریدیمیت را نشان می‌دهد. تریدیمیت L_1-T در سیستم تک میل بلورین می‌شود و شکل ظاهری آن شبه ششگوشی است. نوکویی (۱۹۶۷/۱۳۵۷) پارامترهای شبکه‌ای تریدیمیت L_1-T را چنین گزارش کرده است [۳]:

$$a_0 = 18.511 \text{ \AA}$$

$$b_0 = 5.003 \text{ \AA}$$

$$c_0 = 25.876 \text{ \AA}$$

$$\beta = 117.68^\circ$$

با گروه فضایی Cc . مشخصات نوری بلور تریدیمیت L_1-T به شرح زیر است

$$n_\alpha = 1.470$$

$$n_\beta = 1.418$$

$$n_\gamma = 1.4736$$

$$n_\gamma - n_\alpha = 0.0028 \text{ دوشکستی}$$

$$2V_z = 75.2 \pm 1.3$$

سطح محور نوری آن (۰.۱۰)، در نور همگرای دو محوری، مثبت و دارای صلیب‌های پهن است.

روش کار

برای شناسایی و تعیین فازهای تریدیمیت L_1-T از میکروسکوپ نور قطبیده با اتاقک گرمایی استفاده شده است. با قرار دادن بلور تریدیمیت L_1-T بی‌تنش بر صفحه کوارتزی درون اتاقک گرمایی متصل به میکروسکوپ نور قطبیده، به بلور، از دمای اتاق با آهنگ 3°C در هر دقیقه تا دمای 500°C گرما داده شد و دمای هر فاز مشخص و از آن عکسبرداری گردید. سپس بلور را با همان آهنگ سرد کرده و دمای فازهای برگشتی مطابق شرایط قبلی مورد بررسی قرار گرفت.

شناسایی فازهای تریدیمیت L_1-T

نخست بلور تریدیمیت L_1-T بی‌تنش با میکروسکوپ نور قطبیده در دمای اتاق شناسایی شد، که در شکل ۲ در حالت صلیب نیکل مشاهده می‌شود. سپس تریدیمیت مزبور را با آهنگ 3°C در هر دقیقه گرم کردیم. تغییر فازی که بلور در طول مدت افزایش دما تحمل می‌کند به شرح زیر است.

اولین فاز تریدیمیت L_1-T خیلی زود در دمای 110°C رخ می‌دهد و همزمان دو شکستگی نسبت به دمای اتاق اندکی تغییر می‌کند. فاز تریدیمیت L_1-T در دمای 110°C با H_4-T در شکل ۳ نشان داده شده است. برای نامگذاری فازهای تریدیمیت L_1-T در دمای بالا از H حرف اول (High) استفاده می‌شود. شاخص پایین H تعداد فاز را نشان می‌دهد. آخرین فاز دمای بالا را با شاخص یک نمایش می‌دهند. دومین فاز در دمای 165°C به کندی آغاز و تا دمای 171°C ادامه می‌یابد و دو شکستی نسبت به فاز قبلی خیلی ضعیف‌تر است. این فاز در شکل ۴ با علامت H_3-T نشان داده شده است. سومین فاز در دمای 218°C با تیغه‌های کوتاه آغاز و با بالا رفتن دما تیغه‌ها رشد کرده و در دمای 228°C فاز سوم به نام H_2-T کامل می‌شود (شکل ۵). با بالا رفتن پیوسته دما رفته رفته دو شکستی ضعیف‌تر شده

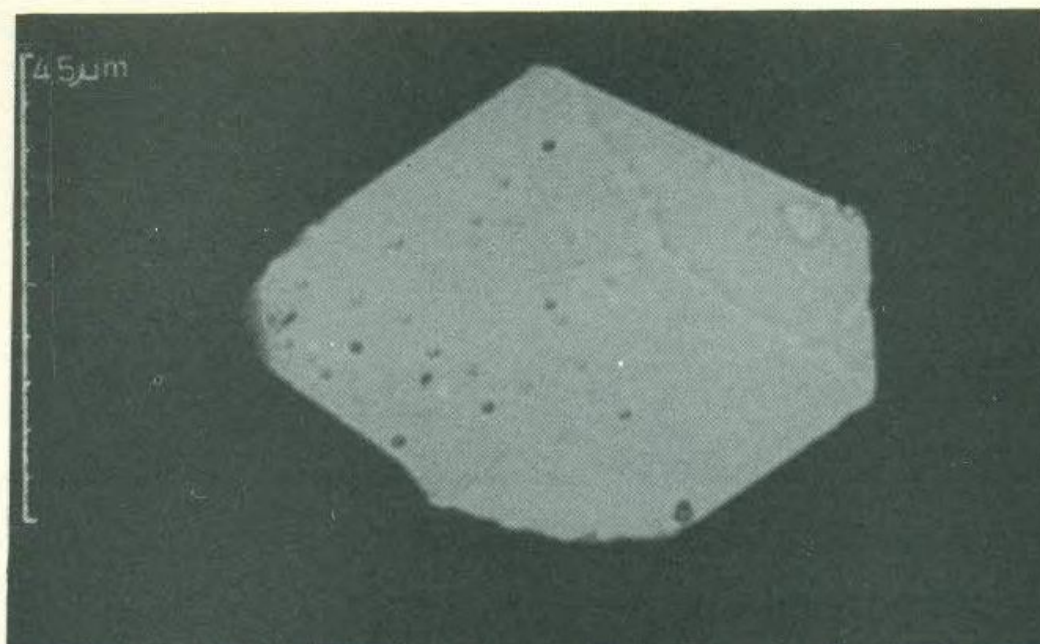
تا سرانجام خاصیت همسانگردی در بلور ظاهر می‌شود. چهارمین تغییر فاز بین 420°C تا 460°C صورت می‌گیرد. راستای محور نوری این فاز بر سطح (۰۰۱) عمود است. لذا این سطح با ویژگی همسانگردی دیده می‌شود (شکل ۶).

این فاز که H_1-T خوانده می‌شود آخرین مرحله تغییر فاز تریدیمیت L_1-T است و با افزایش دما، فاز دیگری تشکیل نخواهد شد. هنگام سرد شدن بلور با آهنگ 3°C در دقیقه اولین فاز برگشتی (شکل ۷) بین 450°C تا 415°C ظاهر می‌شود و با پایین آمدن دما دو شکستی کم‌کم قوی خواهد شد. در شکل ۸ تغییر فاز برگشتی بعدی بین 221°C تا 210°C دیده می‌شود. این فاز نسبت به فاز قبلی دارای دو شکستی بسیار قوی‌تر است. تغییر فاز برگشتی بعدی به طور ناگهانی و در دمای 141°C رخ می‌دهد (شکل ۹). آخرین فاز برگشتی تریدیمیت L_1-T در دمای 52°C به دو صورت امکان‌پذیر است. اگر دو شکستی نسبت به فاز قبلی کمی کمتر تغییر یابد به تریدیمیت L_1-T تبدیل می‌شود و در دمای اتاق پایدار است. در صورتیکه دو شکستی ناگهان آنچنان ضعیف شود که همسانگردی ظاهر گردد در آن صورت این فاز را بر پایه شرایط خاصی می‌توان در دمای اتاق به تریدیمیت L_3-T تبدیل کرد (شکل ۱۰). تریدیمیت L_1-T زیر فشار کافی می‌تواند به صورت تریدیمیت L_3-T درآید. برای آنکه عامل فشار را در تریدیمیت L_1-T مورد بررسی قرار دهیم می‌توان آزمایش ساده زیر را انجام داد. هرگاه بلور تریدیمیت را بین دو شیشه در راستای (۰۰۱) روی پلاتین میکروسکوپ نور قطبیده قرار دهیم، خاصیت ناهمسانگردی آن را در حالت صلیب نیکل به سادگی می‌توان تشخیص داد. در صورتی که با انگشتان خود کمی فشار بر شیشه وارد آوریم خاصیت همسانگردی دیده خواهد شد، و بلور مزبور به تریدیمیت L_3-T تبدیل می‌شود. هرگاه فشار از روی شیشه بالایی برداشته شود، خاصیت ناهمسانگردی آن دوباره ظاهر می‌شود [۴]. تریدیمیت L_1-T در اثر عوامل مکانیکی مثل فشار کافی یا ضربه‌هایی که برای پودر شدن و آماده‌سازی نمونه به آن وارد می‌شود به تریدیمیت L_3-T تبدیل می‌گردد.

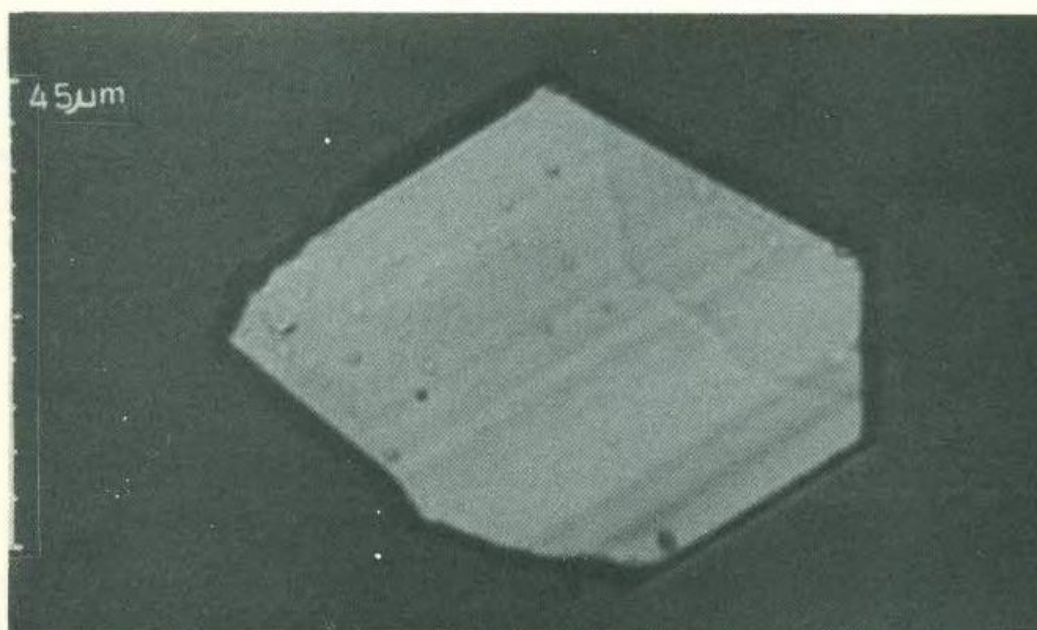
نتیجه

در منابع علمی در خصوص فازهای تریدیمیت L_1-T که با دستگاه DTA شناسایی شده‌اند گزارش‌های متفاوتی ارائه شده است. در این مورد می‌توان چنین گفت که نمونه مورد آزمایش به صورت پودر بوده و عامل تغییر فاز به تریدیمیت L_3-T در اثر نیروهای ضربه‌ای پودر شدن در نظر گرفته نشده است. بهترین روش برای تعیین فازهای تریدیمیت L_1-T میکروسکوپ نور قطبیده گرمایی است که نمونه باید به صورت یک بلور بی تنش مورد آزمایش قرار گیرد. فازهای تریدیمیت L_1-T در دماهای 165°C تا 171°C ، 218°C تا 228°C ، 420°C تا 460°C و فازهای برگشتی آن در دماهای 450°C تا 410°C ، 221°C تا 210°C ، 141°C تا 52°C شکل می‌گیرند.

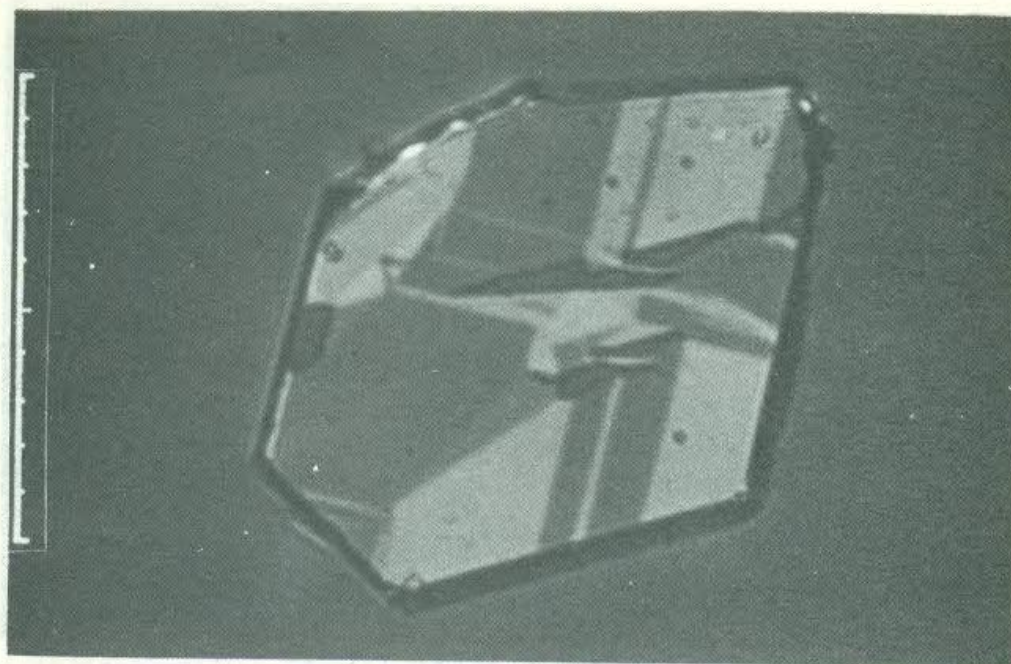
تریدیمیت L_1-T در دمای اتاق در روش‌های پراش سنجی پودری پرتو X تا کنون به درستی شناسایی نشده است زیرا در کارتهای ASTM مخصوص تریدیمیت که با دوربین دبای-شرر و گونی، نمونه به صورت پودر مورد آزمایش قرار داده‌اند اولاً تغییر فاز تریدیمیت L_3-T در اثر نیروهای ضربه‌ای پودر شدن در نظر گرفته نشده است و ثانیاً نوع تریدیمیت مشخص نبوده است.



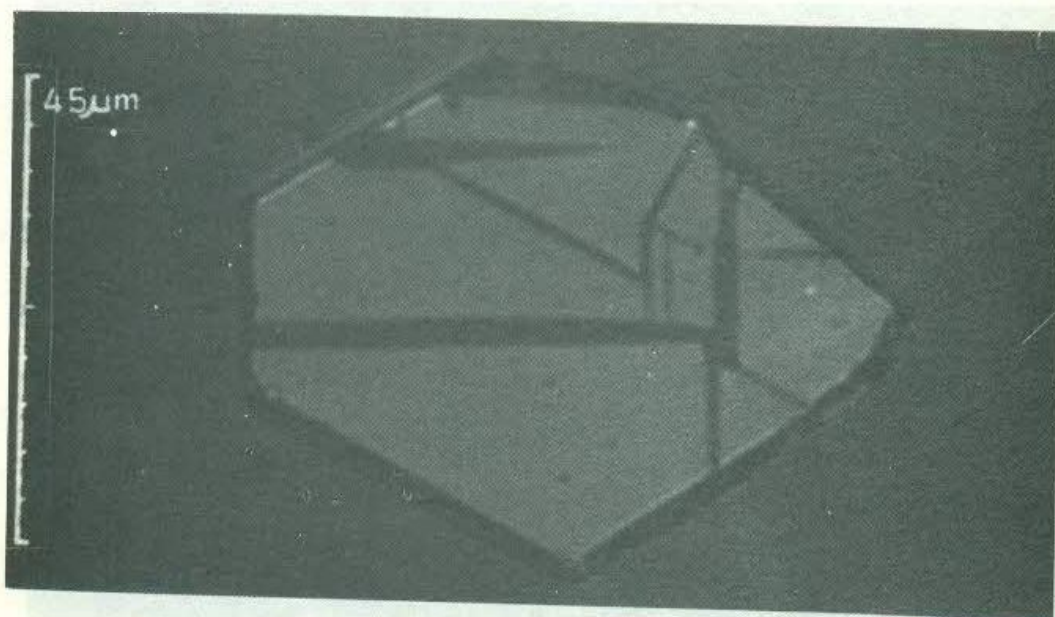
شکل ۲ بلور ناهمسانگرد تریدیمیت L_۱-T در دمای اتاق در حالت صلیب نیکل



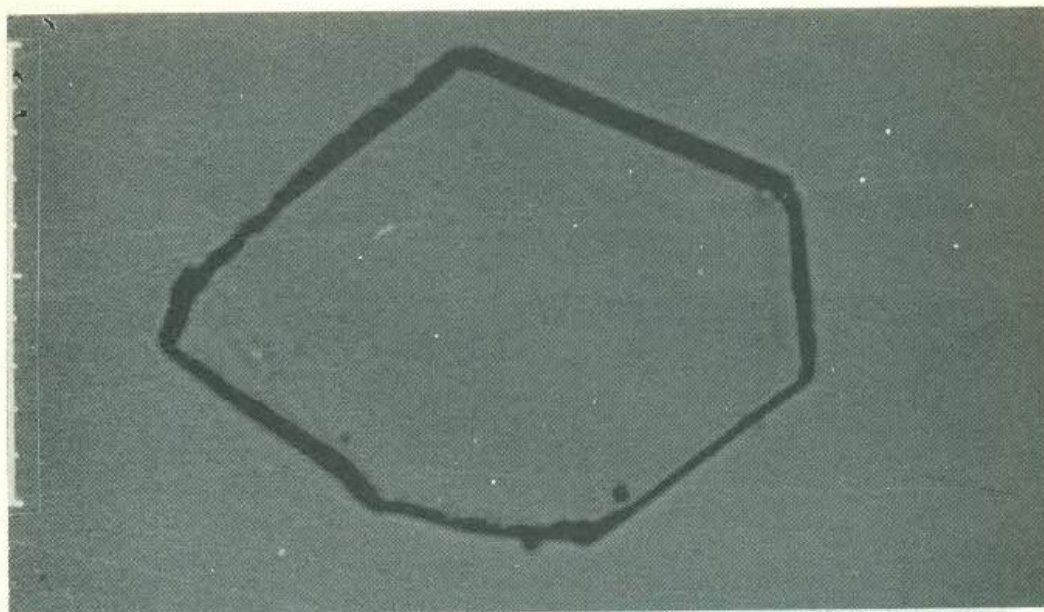
شکل ۳ تریدیمیت L_۱-T در دمای ۱۱۰°C و تغییر فاز آن به H_۴-T



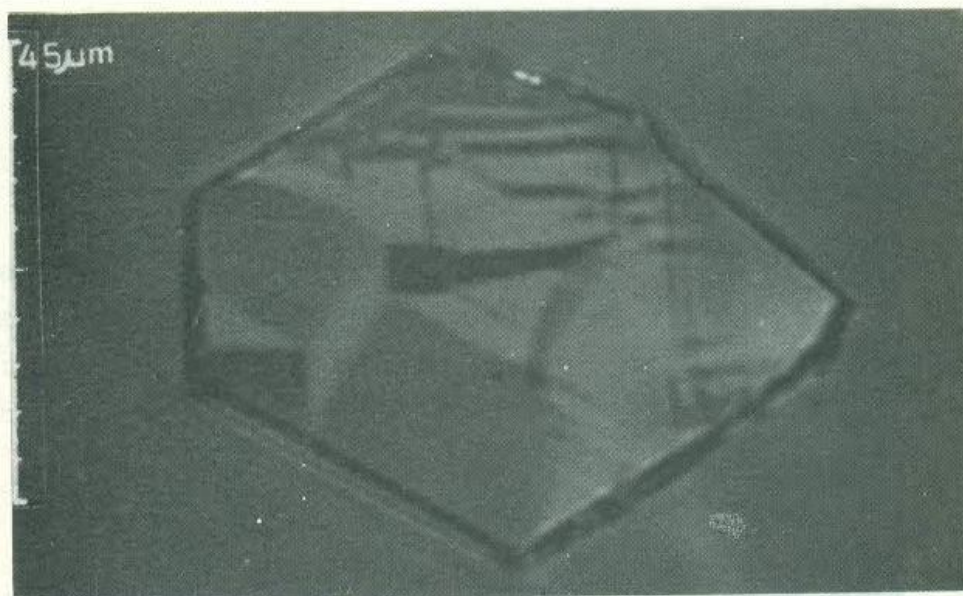
شکل ۴ تریدیمیت L_1 -T و تغییر فاز آن به H_3 -T در دمای 165°C تا 171°C



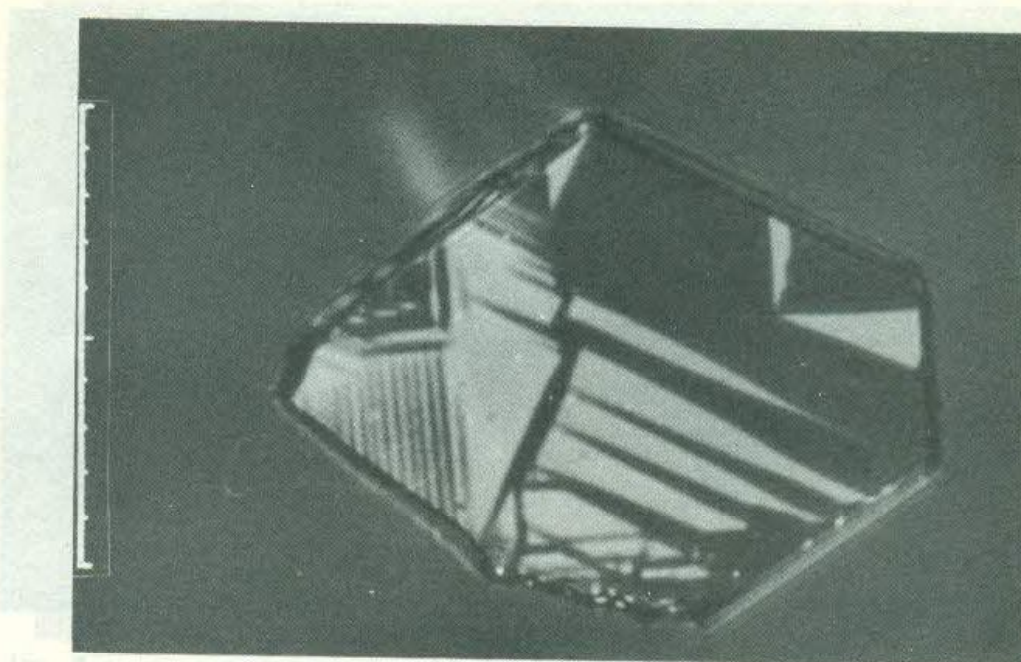
شکل ۵ تریدیمیت L_1 -T در دمای 218°C تا 228°C و تغییر فاز به H_4 -T



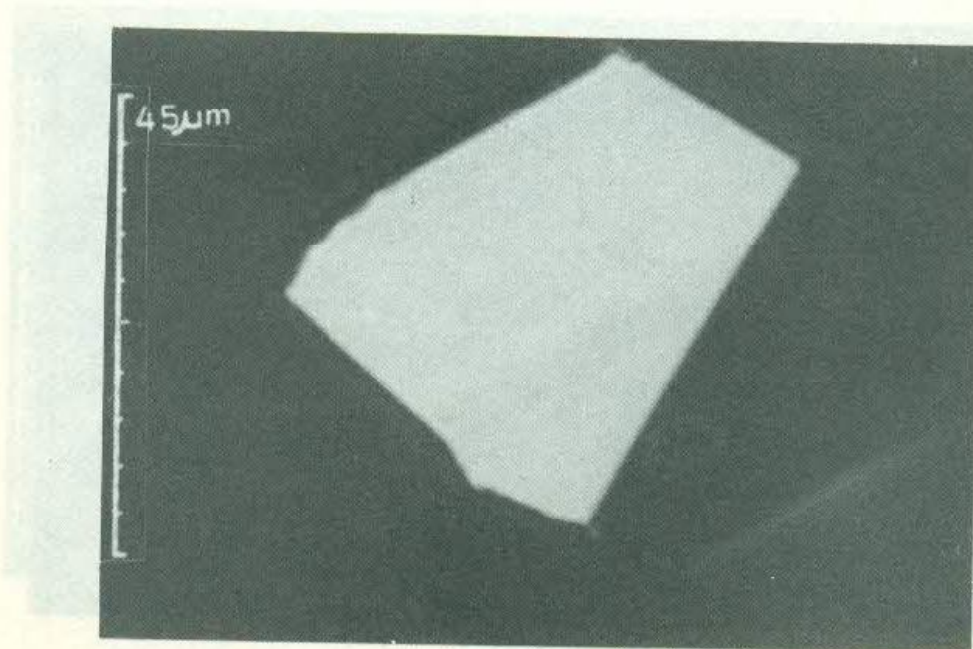
شکل ۶ تریدیمیت L₁-T در دمای بین ۴۲۰ تا ۴۶۰°C و تغییر فاز به H₁-T با خاصیت همسانگردی در حالت صلیب نیکل



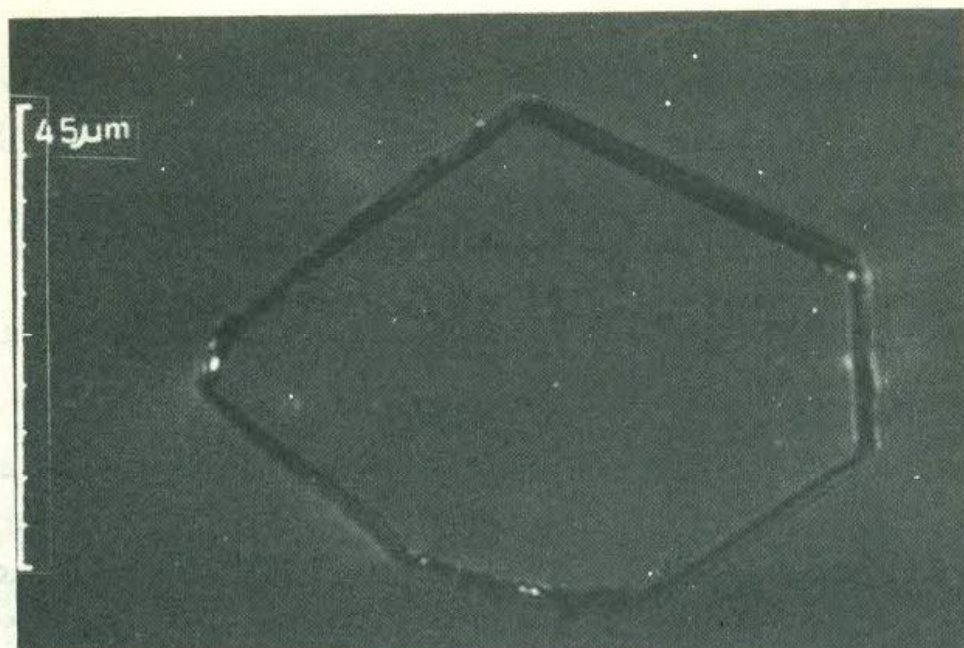
شکل ۷ فاز برگشتی تریدیمیت L₁-T در دمای ۴۵۰ تا ۴۱۵°C بنام فاز H₂-T



شکل ۸ فاز برگشتی تریدیمیت L_1-T بنام فاز H_3-T در دمای $221^\circ C$ تا $210^\circ C$



شکل ۹ فاز برگشتی تریدیمیت L_1-T در دمای $141^\circ C$ بنام H_4-T



شکل ۱۰ فاز برگشتی تریدیمیت L_۱-T در دمای ۵۲°C و تبدیل به تریدیمیت L_۳-T پایدار در دمای اتاق با خاصیت همسانگردی

مراجع

- 1- Rath G, 1868, *Ann.phys.* 135, 437.
- 2- Fener CN, 1913, Die Stabilitätsbeziehungen der Naturwiss. 18,419.
- 3- Nukai A, Nakazawa H, 1978, Thermal changes in monoclinic Tridymite *Amer.Miner.* 63, 1252.

۴- درویش زاده، ع، ۱۳۷۱، سنگ شناسی دگرگونی، انتشارات دانشگاه پیام نور.