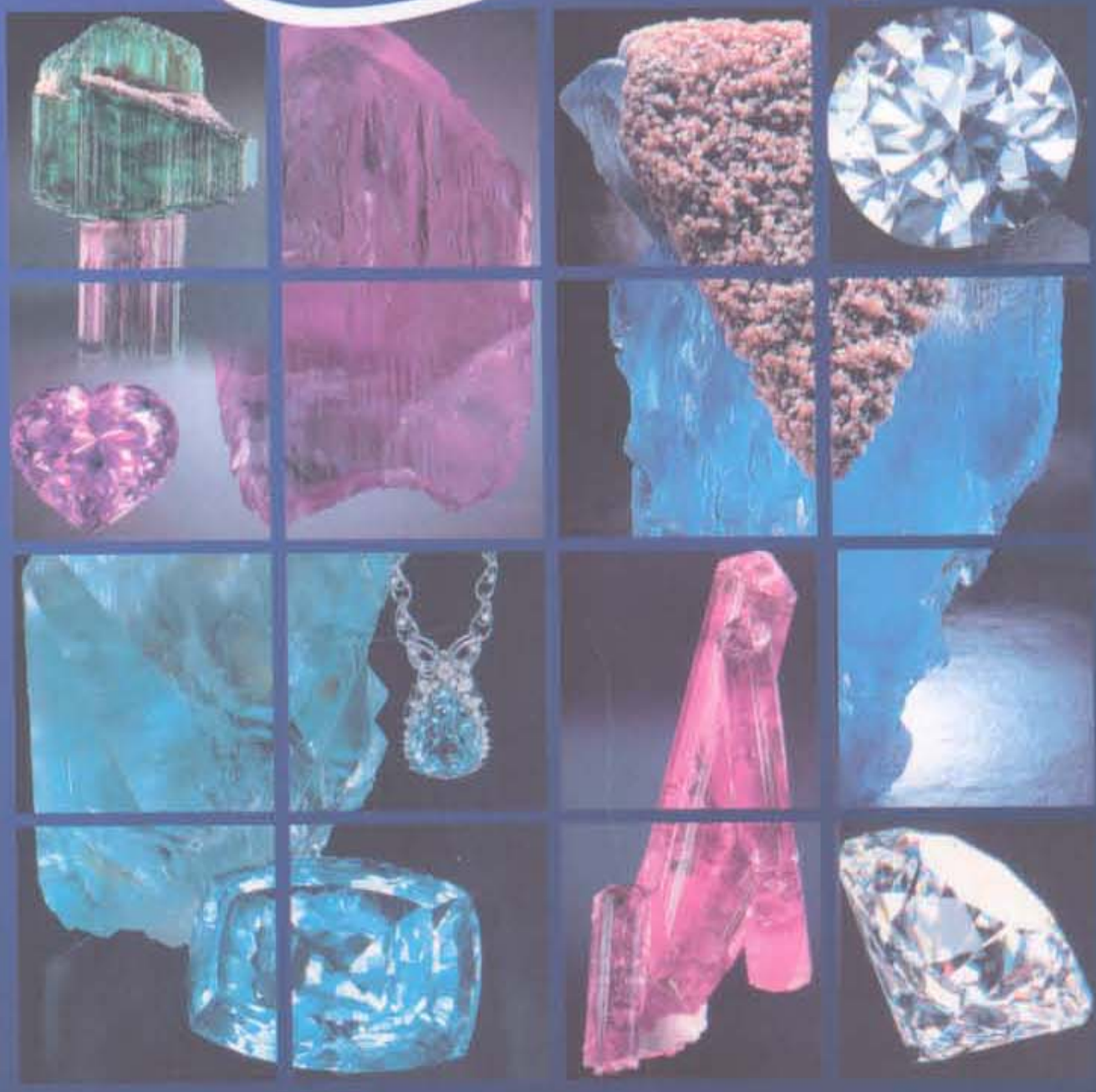
NGUYỄN NGỌC KHÔI

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIÁM ĐỊNH Đá Quý



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

NGUYỄN NGỌC KHÔI

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIÁM ĐỊNH *Đá Quý*

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Lời nói đầu

Đá quý là những khoáng vật, đá hoặc vật liệu tự nhiên, có những thuộc tính đặc biệt để con người có thể sử dụng vào mục đích làm đẹp cho mình (trang sức, trang trí hoặc mỹ nghệ). Đây là một loại tài nguyên khoáng sản đặc thù mà Mẹ Tự nhiên đã ban tặng cho con người.

Việt Nam hiện nay được biết đến như một quốc gia giầu tiềm năng đá quý trên thế giới. Trong khoảng 20 năm gần đây nhiều loại đá quý khác nhau như ruby, saphir, aquamarin, spinel, turmalin, thạch anh các màu, zircon, peridot... đã được phát hiện và khai thác ở nhiều khu vực trên lãnh thổ nước ta. Ngành công nghiệp đá quý và trang sức, một ngành có truyền thống lâu đời ở Việt Nam, đang dần trở thành một ngành kinh tế quan trọng của đất nước. Chính vì vậy việc trang bị cho các nhà Địa chất tương lai những kiến thức cần thiết về đá quý và các phương pháp giám định chúng là một nhu cầu cấp bách. Giáo trình này được viết nhằm đáp ứng nhu cầu đó.

Mặt khác, cuốn sách này, ở mức độ khác nhau, còn có thể đáp ứng được nhu cầu của đông đảo độc giả muốn hiểu biết về đá quý, từ các nhà tìm kiếm, thăm dò và khai thác đá quý đến các nhà sản xuất và kinh doanh trong lĩnh vực đá quý.

Giáo trình gồm 7 chương, trong đó các Chương 1 và Chương 2 cung cấp những kiến thức cần thiết về đá quý, về thành phần và cấu trúc của đá quý. Những kiến thức này rất cần thiết để bạn đọc có thể hiểu được các tính chất giám định của đá quý được đề cập đến trong các chương sau.

Các Chương 3, 4, 5 là các chương cốt lõi của giáo trình, đề cập đến tất cả các tính chất có thể được sử dụng để giám định đá quý, bao gồm các tính chất cơ lý, các tính chất quang học và các đặc điểm bên trong. Ngoài ra, giáo trình cũng trình bày

về các đá tổng hợp, các sản phẩm nhân tạo, các đá xử lý (Chương 6). Việc phân biệt đá quý tự nhiên với các sản phẩm trên là một trong những thách thức lớn nhất của chuyên ngành Ngọc học, ngành học chuyên về đá quý, trong giai đoạn hiện nay.

Chương 7 mô tả hầu hết các loại đá quý được con người sử dụng từ trước đến nay. Do các tài liệu bằng tiếng Việt về đá quý hiện nay hầu như chưa có, nhất là các tài liệu tra cứu, nên tác giả đã cố gắng tập hợp đầy đủ các tư liệu cần thiết nhất về từng loại đá quý dưới dạng một bảng mô tả chuẩn và sắp xếp theo vần chữ cái tiếng Việt. Mặt khác, ngoài các đá quý tự nhiên được con người sử dụng nhiều, còn có các loại đá quý hiếm gặp, các đá tổng hợp, các sản phẩm nhân tạo... Đồng thời, ngoài các tên gọi khoa học của đá quý, còn xuất hiện các tên gọi lịch sử, tên gọi thương trường...Tất cả các thông tin trên bạn đọc sẽ tìm thấy trong Bảng 7.1.

Trong quá trình hoàn thành cuốn sách này, tác giả đã nhận được sự giúp đỡ và động viên của Đại học Quốc gia Hà Nội, của Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, của Khoa Địa chất, của các đồng nghiệp trong và ngoài trường. Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành.

Cuốn sách được viết trên cơ sở nhiều năm tham gia vào các hoạt động nghiên cứu, đào tạo và giám định đá quý trong phạm vi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, trong phạm vi Hội Khoáng học Việt Nam, Tổng Công ty Đá quý và Vàng Việt Nam. Mặc dù đã rất cố gắng nhưng chắc chắn cuốn sách không thể tránh khỏi các sai sót và khiếm khuyết. Tác giả mong nhận được mọi ý kiến đóng góp phê bình.

TÁC GIẢ

1 ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐÁ QUÝ

1.1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Hầu hết các loại đá quý được con người sử dụng cho đến nay đều là các vật liệu thuộc về phần trên cùng của Trái Đất – vỏ Trái Đất. Đó là các loại khoáng vật, các loại đá và các vật liệu khác, được con người sử dụng vào mục đích làm đẹp cho mình (trang sức, trang trí, mỹ nghệ). Vì vậy, khái niệm "đá quý" gắn chặt với các khái niệm "khoáng vật", "đá" và "khoáng sản".

➢ ***Khoáng vật***

Khoáng vật là một hợp chất hoá học (từ một hoặc vài nguyên tố hoá học) tạo thành trong các quá trình địa chất tự nhiên. Đó là một vật liệu đồng nhất, có cấu trúc mạng tinh thể và thành phần hoá học (công thức hoá học) xác định, đặc trưng bởi các tính chất hoá học và vật lý nhất định, khác với các khoáng vật khác.

Hiện nay người ta đã tìm ra trên 3000 khoáng vật trên Trái Đất, nhưng trong số này chỉ có khoảng trên 100 khoáng vật là có các tính chất cần thiết để con người có thể sử dụng làm đá quý.

➢ ***Đá***

Các khoáng vật không tồn tại độc lập trên Trái Đất mà tạo nên các tập hợp khác nhau - các đá. Như vậy, đá là các tập hợp tự nhiên của các khoáng vật, hình thành do các quá trình địa chất trong lòng Trái Đất. Các đá tạo nên tất cả các dạng địa hình chúng ta thấy trên bề mặt Trái Đất (núi, đồi, đồng bằng, đáy đại dương) và cấu tạo nên hầu hết vỏ Trái Đất của chúng ta.

Đá có thể tạo nên từ một loại khoáng vật (đá đơn khoáng) hoặc vài loại khoáng vật (đá đa khoáng). Ví dụ, đá granit (đá hoa cương) cấu thành chủ yếu từ 3 loại khoáng vật là thạch anh, felspat và mica; đá vôi tạo thành từ một loại khoáng vật là calcit.

➢ ***Khoáng sản***

Trong Địa chất học, khoáng sản được định nghĩa là các đá hoặc các tập hợp khoáng vật tự nhiên trong vỏ Trái Đất, tạo thành do các quá trình địa chất xác định, mà từ đó con người có thể lấy ra các kim loại, các hợp chất hay các khoáng vật để sử dụng trong nền kinh tế quốc dân.

Các ngành kinh tế khác nhau có các yêu cầu khác nhau đối với khoáng sản được sử dụng cho ngành đó. Vì vậy chúng ta có khoáng sản kim loại đen, khoáng sản kim loại màu, khoáng sản hoá chất, khoáng sản năng lượng (dầu mỏ, khí đốt), khoáng sản đá quý...

➢ ***Đá quý***

Trong *Từ điển Ngọc học* của P. G. Read xuất bản năm 1988, đá quý được định nghĩa là "một khoáng vật được chế tác, có các đặc tính cần thiết như đẹp, hiếm và bền, để sử dụng trong các đồ trang sức".

Đúng là hầu hết đá quý đều là các khoáng vật, như kim cương, corindon, thạch anh..., nhưng có một số loại đá như ngọc bích, đá hoa... cũng là đá quý. Ngoài ra còn có những loại đá quý không phải là khoáng vật hoặc đá, như san hô, ngọc trai, ngà voi, xương động vật..., chúng có nguồn gốc sinh vật.

Vì vậy, ta có thể định nghĩa đá quý như sau: *Đá quý là một loại vật liệu tự nhiên (khoáng vật, tập hợp khoáng vật, đá...), tạo thành do các quá trình địa chất hoặc hoạt động của sinh vật, được con người sử dụng vào mục đích trang sức, trang trí hoặc mỹ nghệ*. Một số kim loại cũng được con người sử dụng vào mục đích trang sức như vàng, bạc, bạch kim...nhưng không được gọi là đá quý. Chúng có tên gọi riêng là *kim loại quý*.

Ngọc học (Gemmology), môn học chuyên nghiên cứu về đá quý, là một chuyên ngành khoa học về đá quý. Nội dung chủ yếu của Ngọc học là:

– Nghiên cứu và giám định đá quý: phân biệt đá quý tự nhiên và đá tổng hợp, đá thay thế và đá xử lý;

– Kỹ thuật gia công chế tác đá quý;

– Nguồn gốc, điều kiện thành tạo và và quy luật phân bố đá quý.

Đối tượng của Ngọc học là:

– Các khoáng vật, các tập hợp khoáng vật, các đá nguồn gốc vô cơ: kim cương, corindon, beryl, ngọc bích...;

– Các vật liệu nguồn gốc hữu cơ: ngọc trai, san hô, hổ phách, ngà voi...;

– Các đá tổng hợp, đá xử lý và sản phẩm nhân tạo: CZ, GGG, YAG, corindon tổng hợp, spinel tổng hợp...

– Các vật liệu bắt chước (imitations).

– Các đá ghép.

Một số người thường đồng nhất Ngọc học và Khoáng vật học (khoa học về các khoáng vật) hoặc coi Ngọc học là một bộ phận của Khoáng vật học. Mặc dù đối tượng của Ngọc học phần lớn cũng là các khoáng vật tự nhiên như Khoáng vật học, nhưng đối tượng, nội dung cũng như phương pháp nghiên cứu của Ngọc học và Khoáng vật học về cơ bản không như nhau (Bảng 1.1).

***Bảng 1.1.* So sánh Ngọc học và Khoáng vật học**

	Khoáng vật học	*Ngọc học*
Đối tượng	Các khoáng vật tự nhiên	– Các khoáng vật tự nhiên – Đá và tập hợp khoáng vật tự nhiên – Đá tổng hợp và đá xử lý – Vật liệu hữu cơ
Nội dung nghiên cứu	– Thành phần, cấu trúc và tính chất khoáng vật – Quá trình hình thành và biến đổi của khoáng vật	– Các phương pháp giám định đá quý – Thành phần, cấu trúc và tính chất đá quý – Kỹ thuật tổng hợp và xử lý đá quý – Kỹ thuật gia công chế tác đá quý – Thương mại đá quý
Phương pháp nghiên cứu	– Các phương pháp nghiên cứu khoáng vật (kính hiển vi thạch học, kính hiển vi khoáng tướng, rơnghen, nhiệt, microsond...) – Có thể sử dụng các phương pháp gia công phá mẫu để phân tích	– Các phương pháp nghiên cứu đá quý đặc thù (kính hiển vi ngọc học, khúc xạ kế chất rắn, phổ kế...) – Chủ yếu sử dụng các phương pháp không phá huỷ mẫu, ít sử dụng các phương pháp nghiên cứu khoáng vật thông thường

Ngọc học có thể coi là một khoa học liên ngành, liên quan với nhiều chuyên ngành khoa học khác nhau như Khoáng vật học, Khoáng sản học, Tinh thể – khoáng vật học, Vật lý học, Hoá học, Kinh tế học, Văn học nghệ thuật... Nói như cách nói của Viện Các Khoa học về Đá quý Châu Á (Asian Institute of Gemological Sciences – AIGS), Ngọc học vừa là khoa học, vừa là nghệ thuật, vừa là văn hoá, vừa là kinh tế, và còn hơn thế nữa.

Một số nhà chuyên môn chia Ngọc học thành:

– *Ngọc học đại cương*, nghiên cứu những nội dung tổng quan về đá quý như các khái niệm cơ bản, phân loại đá quý...

– *Ngọc học kỹ thuật*, đề cập đến các tính chất cơ bản của đá quý, các phương pháp giám định và nghiên cứu đá quý, phân biệt đá quý tự nhiên, đá tổng hợp và đá xử lý...

– *Ngọc học chuyên đề*, đi sâu nghiên cứu các loại đá quý được con người sử dụng (Ngọc học mô tả).

1.2. CÁC TIÊU CHUẨN GIÁ TRỊ CỦA ĐÁ QUÝ

Muốn được coi là đá quý, một khoáng vật, một tập hợp khoáng vật, một loại đá hay vật liệu tự nhiên khác phải đạt các tiêu chuẩn giá trị sau đây:

➢ ***Đẹp***

Đẹp là tiêu chuẩn đầu tiên của đá quý, quyết định sự hấp dẫn và giá trị của nó. Tiêu chuẩn này được quy định bởi:

- *Màu sắc*

Màu sắc càng tươi, càng đậm thì viên đá càng đẹp, giá trị của nó càng cao. Ruby, saphir, emerald, ngọc jat (jade) là những loại đá quý có màu hấp dẫn nhất.

- *Độ trong suốt*

Nói chung, đá quý càng trong suốt thì giá trị càng cao.

- *Ánh (độ phản chiếu ánh sáng)*

Đá quý có độ phản chiếu ánh sáng càng cao thì càng lôi cuốn con người. Kim cương, zircon là những ví dụ điển hình về đá quý có ánh cao.

- *Các hiệu ứng quang học đặc biệt*

Có những loại đá quý không có màu sắc hấp dẫn, không có ánh cao và không trong suốt, nhưng lại có những hiệu ứng quang học rất đặc biệt, lôi

cuốn thị hiếu của con người. Ví dụ như opal với hiệu ứng "trò chơi ánh sáng" (play-of-colour). Những hiệu ứng quang học thường gặp trong các loại đá quý là: hiện tượng *ngũ sắc* (trong opal), hiện tượng *sao, mắt mèo* (trong ruby, saphir, chrysoberyl...). Bản chất của các hiện tượng này sẽ được đề cập đến trong Chương 4.

➢ ***Bền***

Đã là đá quý là phải bền trong quá trình sử dụng để chống lại các tác động khác nhau từ bên ngoài (va chạm, nhiệt độ, các hoá chất...). Tiêu chuẩn này thể hiện ở:

- *Độ cứng (bền cơ học)*

Đá quý càng cứng thì càng bền về mặt cơ học, ít khả năng bị vỡ, sứt mẻ hoặc trầy xước. Thông thường đá quý phải có độ cứng từ 7 trở nên (theo Thang độ cứng tương đối gồm 10 cấp của Mohs). Sở dĩ như vậy vì thành phần chủ yếu của bụi bẩn trong không khí chính là các mảnh vụn thạch anh có độ cứng 7, nếu tác động lâu ngày có thể làm mòn hoặc trầy xước đá quý.

Tuy vậy cũng có các ngoại lệ như ngọc trai, opal..., có độ cứng thấp (4 – 5), nhưng vẫn được con người ưa chuộng vì chúng rất đẹp.

- *Độ dai*

Một số đá quý có thể có độ cứng không cao nhưng lại rất dai do có cấu trúc bên trong đặc biệt. Ví dụ kinh điển là ngọc jat (jadeit và nephrit) rất được ưa chuộng ở Việt Nam và các nước Châu Á. Hai khoáng vật này có độ cứng 6 – 6,5, nhưng rất bền vững vì có cấu tạo sợi, bó.

- *Bền vững về mặt hoá học*

Ngoài bền vững cơ học, đá quý còn phải có khả năng chịu đựng được tác động của các loại hoá chất (nhất là các axit) thường gặp.

Ngoài ra đá quý cũng phải chịu được tác dụng của nhiệt độ, nhất là nhiệt độ cao.

➢ ***Hiếm***

Tiêu chuẩn này phụ thuộc vào quan niệm chủ quan của con người: *cái gì đã quý thì phải hiếm*. Đã có một thời amethyst (thạch anh tím) rất được ưa chuộng và có giá trị rất cao vì nó rất hiếm (trước thế kỷ 20). Nhưng vào đầu thế kỷ 20, khi các mỏ amethyst được tìm thấy ở nhiều nơi trên thế giới

(Nga, Brasil), giá trị của nó giảm hẳn xuống và cho đến nay vẫn không thay đổi.

Ba tiêu chuẩn trên đây có ý nghĩa quyết định đối với giá trị của đá quý. Ngoài ra, giá trị của đá quý còn bị chi phối bởi các tiêu chuẩn sau đây.

➢ ***Thị hiếu***

Mỗi người, mỗi dân tộc, mỗi khu vực địa lý – lịch sử – văn hoá, mỗi thời kỳ lịch sử có thể có thị hiếu không giống nhau về các loại đá quý nhất định. Ngọc jat từ xưa đến nay vẫn đặc biệt được ưa chuộng ở Phương Đông, trong khi ở Châu Âu và Châu Mỹ, người tiêu dùng lại ít quan tâm đến loại ngọc này. Ở những xứ phương Bắc ít ánh nắng Mặt Trời người ta thường ưa loại ruby màu đỏ nhạt và hồng hơn là ruby đỏ đậm như ở các nước ở Trung Cận Đông nhiều nắng.

Theo thời gian thị hiếu đối với một số loại đá quý có sự thay đổi đáng kể. Thời La Mã cổ đại opal có giá cao hơn nhiều so với bây giờ vì người La Mã tin rằng opal có khả năng bảo vệ con người, nhất là trong chiến trận. Vào đầu thế kỷ 19 đã ra đời cuốn tiểu thuyết "Anna Geierstein" của Walter Scott, trong đó những bất hạnh và bi kịch của nhân vật chính đều gắn với opal. Cuốn tiểu thuyết hay đến mức người ta tìm đọc và dịch ra rất nhiều thứ tiếng. Vì vậy mà đến giữa thế kỷ 19 việc kinh doanh opal ở Mỹ gần như chấm dứt, và cho đến nay đối với nhiều người Mỹ việc sở hữu opal là điều không không thể chấp nhận được.

➢ ***Độ hoàn hảo***

Các tỳ vết bên ngoài và đặc biệt là các bao thể bên trong (có tên gọi chung là các khuyết tật) đều có ảnh hưởng đến giá trị của viên đá đã chế tác. Việc tìm và xác định vị trí chính xác của các khuyết tật này là một nội dung quan trọng của nghiên cứu ngọc học. Ảnh hưởng của các khuyết tật đến giá trị của các loại đá quý khác nhau là không như nhau. Có những bao thể không thể chấp nhận được đối với kim cương lại hoàn toàn có thể có mặt trong emerald, vì trong emerald hầu như bao giờ cũng có các khuyết tật khác nhau và chúng vẫn có giá trị kinh tế rất cao.

➢ ***Kích thước***

Viên đá có kích thước càng lớn thì giá trị càng cao. Tuy nhiên, quan hệ giữa kích thước và giá trị của các loại đá quý lại không phải là quan hệ tỷ lệ thuận.

➢ ***Chất lượng chế tác***

Đá quý chỉ thực sự có giá trị sau khi được chế tác (thành ngọc). Chất lượng chế tác càng cao thì giá trị của viên đá càng lớn. Chất lượng chế tác của một viên đá được quy định bởi các thông số:

– Hình dạng

– Độ cân đối

– Độ hoàn thiện (độ đối xứng, độ bóng)

➢ ***Gọn nhẹ***

Lĩnh vực sử dụng chủ yếu của đá quý là các hàng trang sức, tức là không được quá lớn và quá nặng để có thể mang (đeo) trên người, dễ vận chuyển, dễ bảo quản và cất giữ.

➢ ***Tính ổn định giá cả***

Mặc dù giá của đá quý thường có sự dao động nhất định, nhưng xu hướng chung là chúng phải tương đối ổn định trong một thời gian dài, chỉ có vậy mới khuyến khích đầu tư vào lĩnh vực đá quý.

1.3. CÁC THUẬT NGỮ NGỌC HỌC

➢ ***Đá quý tự nhiên (Natural gemstones)***

Đá quý tự nhiên được hình thành do các quá trình tự nhiên (chủ yếu là quá trình địa chất) diễn ra trong lòng Trái Đất hoặc trên bề mặt Trái Đất và không chịu bất kỳ tác động nào của con người *trừ việc gia công chế tác.*

Đá quý tự nhiên đa số đều là các khoáng vật (kim cương, corindon, beryl, spinel...), một phần là các tập hợp khoáng vật hoặc các loại đá (đá hoa, đá vôi, diorit, ngọc bích, obsidian, moldavit, gỗ hoá đá...) hoặc các vật liệu tự nhiên khác (san hô, ngọc trai, hổ phách, ngà voi...). Chúng có thể có nguồn gốc vô cơ hoặc hữu cơ.

Trong các lĩnh vực có sử dụng đá quý (trang sức, trang trí, mỹ nghệ, điêu khắc và sưu tập) đến nay người ta đã thống kê được hơn 100 khoáng vật khác nhau. Một loại khoáng vật (species) có thể có nhiều biến loại (variety) khác nhau, tuỳ thuộc vào thành phần hoá học, màu sắc, hình dạng tinh thể...Ví dụ, ruby (màu đỏ), saphir (màu lam) là các biến loại khác nhau của cùng một khoáng vật corindon; emerald (màu lục), aquamarin

(màu lơ), morganit (màu hồng), goshenit (không màu)... là các biến loại khác nhau của cùng một khoáng vật đá quý là beryl. Số vật liệu có nguồn gốc hữu cơ được dùng làm đá quý không nhiều, chỉ hơn 10.

Ngoài các tên gọi khoa học (tên gọi khoáng vật học), trong lĩnh vực đá quý người ta còn sử dụng các tên gọi thương trường. Cho đến nay người ta đã thống kê được hơn 200 tên gọi thương trường khác nhau. Các tên gọi này đương nhiên không thể có trong các từ điển khoáng vật học.

Vì một số đá quý tự nhiên rất hiếm hoặc rất đắt tiền nên từ lâu con người đã tìm cách thay thế chúng bằng các đá quý tự nhiên khác rẻ tiền hơn hoặc bằng các sản phẩm do mình tự tạo ra. Đó là các đá tổng hợp hoặc các sản phẩm nhân tạo.

➢ ***Đá tổng hợp (Synthetic stones)***

Đá tổng hợp là các sản phẩm kết tinh hoặc tái kết tinh, được con người chế tạo mới hoàn toàn hoặc một phần. *Các tính chất vật lý, hoá học và cấu trúc tinh thể của chúng về cơ bản tương tự các sản phẩm gặp trong tự nhiên.* Cho đến nay, bằng các phương pháp khác nhau, con người đã tổng hợp được một số loại đá là *kim cương, corindon (ruby, saphir), spinel, emerald, alexandrit, thạch anh, opal, rutil, lapis lazuli, moisanit...* (xem Chương 7). Các loại đá khác cho đến nay chưa được con người tổng hợp, hoặc là vì lý do công nghệ tổng hợp phức tạp, hoặc là vì không có hiệu quả kinh tế.

➢ ***Sản phẩm nhân tạo (Artificial products)***

Sản phẩm nhân tạo là các vật liệu (chủ yếu là kết tinh) *hoàn toàn do con người chế tạo ra* và *không có các vật liệu tương tự trong tự nhiên.* Có thể kể ra các sản phẩm nhân tạo phổ biến nhất như sau: oxyt zirconi lập phương (còn có tên gọi CZ, phianit hoặc djevalit) dùng để thay thế kim cương), GGG (Granat Gadolini Gali – Gadollinium Gallium Garnet), YAG (Granat Nhôm Itri – Ytrium Aluminium Garnet), moisanit (moissanite)... Hầu hết các sản phẩm nhân tạo dùng để thay thế kim cương (xem Chương 6).

➢ ***Đá xử lý (Treated stones)***

Là các đá tự nhiên được con người xử lý bằng các phương pháp khác nhau nhằm mục đích nâng cấp chất lượng của chúng. Những phương pháp

xử lý thường gặp nhất là xử lý nhiệt, chiếu xạ, tẩy và nhuộm màu (xem Chương 6).

➢ ***Đá thay thế (Imitations, substitutes)***

Là những vật liệu có đặc điểm bên ngoài (chủ yếu là màu sắc và độ trong suốt) tương tự đá quý tự nhiên, nhưng lại *có thành phần hoá học và (hoặc) các tính chất vật lý và (hoặc) cấu trúc bên trong khác hẳn chúng.*

Đá thay thế có thể là đá tự nhiên, đá tổng hợp, sản phẩm nhân tạo hoặc đá xử lý. Các đá thay thế của những đá quý tự nhiên thường gặp là:

- *Kim cương*

Để thay thế kim cương người ta có thể sử dụng các đá tự nhiên như corindon không màu, zircon, topaz, thạch anh..., hoặc các đá tổng hợp như spinel, saphir..., hoặc các sản phẩm nhân tạo như CZ, GGG, YAG, niobat liti...

- *Corindon*

– Ruby

Ngoài các sản phẩm tổng hợp do các hãng khác nhau sản xuất, để thay thế ruby người ta có thể dùng granat (pyrop, almandin), spinel đỏ, thạch anh hồng, topaz hồng, turmalin hồng, thuỷ tinh đỏ...

– Saphir

Ngoài các đá tổng hợp (saphir lam tổng hợp, spinel lam tổng hợp, thuỷ tinh màu lam...) còn có thể dùng các đá tự nhiên có màu lam như iolit, tanzanit, spinel, turmalin...để thay thế saphir.

- *Beryl*

– Emerald

Thay thế emerald có thể là các đá tự nhiên (demantoit, jadeit, turmalin, peridot, diopsit, tsavolit...), các đá xử lý (thạch anh nhuộm màu...), emerald tổng hợp, các sản phẩm nhân tạo (YAG, CZ...), thuỷ tinh, đá ghép.

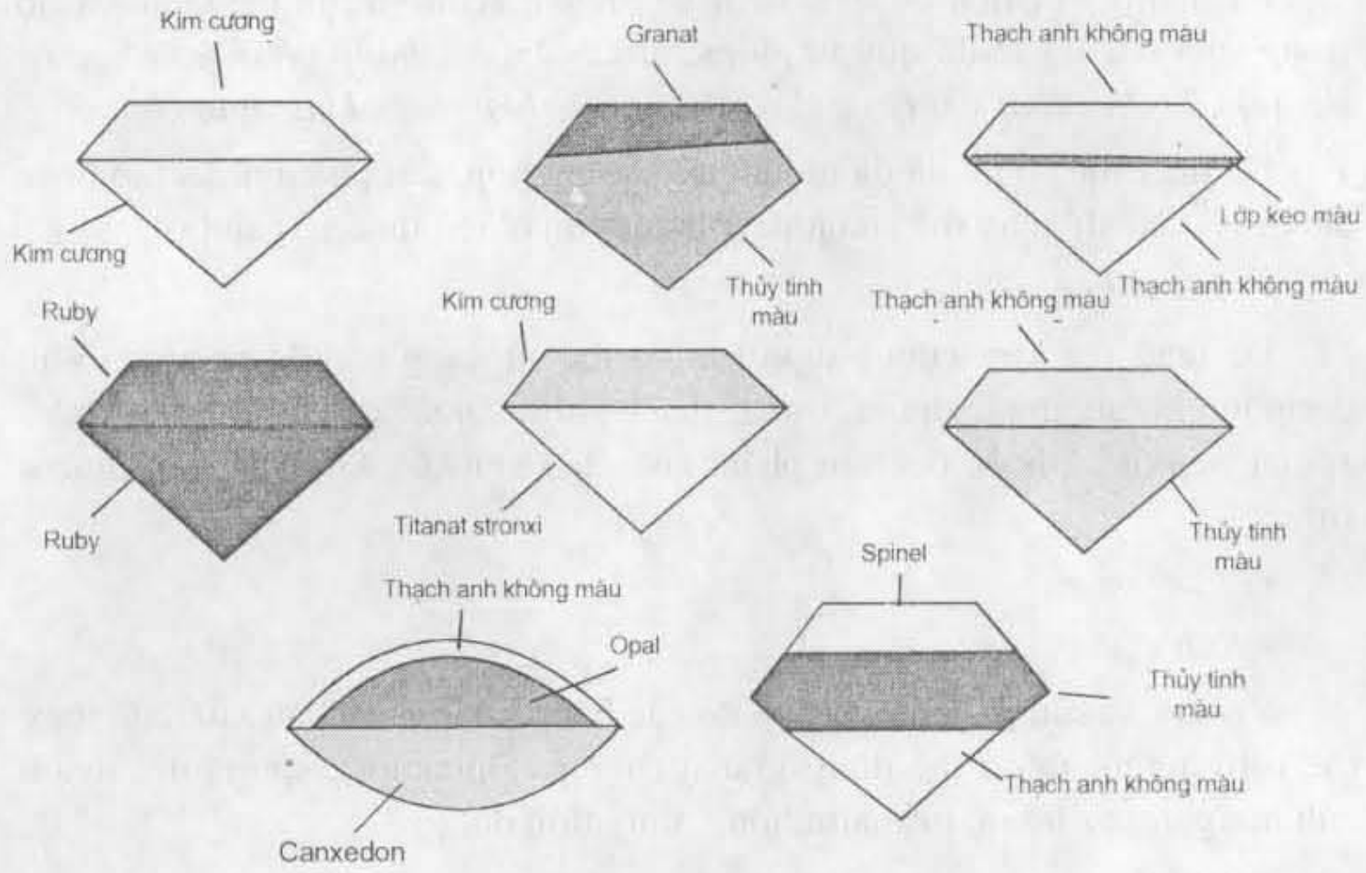
– Aquamarin

Những vật liệu dùng để thay thế aquamarin thường gặp là spinel tổng hợp, topaz chiếu xạ, thuỷ tinh nhân tạo.

➢ ***Đá ghép (ghép đôi, ghép ba)***

Là sản phẩm được ghép một cách nhân tạo (gắn keo hoặc bằng phương pháp khác) từ hai, ba thành phần khác nhau. Các thành phần này có thể là

đá quý tự nhiên, là các khoáng vật tự nhiên khác, các đá tổng hợp hoặc đá thay thế. Thông thường đá ghép đôi (doublet) gồm 2 phần, một phần có màu, còn ghép ba (triplet) gồm 3 phần và có màu tạo nên do lớp keo gắn (Hình 1.1).



Hình 1.1 **. Các kiểu đá ghép thường gặp**

➢ ***Đá thật, đá giả***

Khái niệm đá thật, đá giả hoàn toàn phụ thuộc vào chủ định của con người. Đá giả là khi con người dùng một loại này nhưng lại bán với tên gọi một loại đá khác. Đá giả có thể là đá quý tự nhiên, đá tổng hợp, đá thay thế hoặc sản phẩm nhân tạo, và ngược lại, đá thật cũng có thể là đá tổng hợp, đá thay thế hoặc sản phẩm nhân tạo với điều kiện người ta bán đúng tên của chúng.

Nhiều người cứ cho rằng đá tổng hợp, sản phẩm nhân tạo đều là đá giả và có tên gọi trên thương trường là "hàng copy". Điều này hoàn toàn không phải như vậy.

1.4. PHÂN LOẠI ĐÁ QUÝ

Việc phân loại đá quý thường phải đáp ứng một mục đích nhất định của người sử dụng, nhằm thiết lập một quan hệ có hệ thống nào đó giữa

các loại đá quý. Các tiêu chuẩn được chọn để phân loại đá quý như vậy rõ ràng phụ thuộc vào chủ tâm của người xây dựng phân loại. Không chỉ giữa các nhà khoáng vật học và các nhà kinh doanh đá quý mới có các cách phân loại đá quý khác nhau mà cả các nhà sử học, các nhà mỹ học ...cũng chọn cho mình một kiểu phân loại phù hợp với mục đích của mình.

Theo thống kê của nhà khoáng vật học người Bungari, Kostov (1988), cho đến nay đã có 7 kiểu phân loại đá quý khác nhau.

➢ ***Phân loại theo chữ cái***

Đó là các phân loại trong các công trình của Webster (1976), Anderson (1983) và Liddicoat (1989).

➢ ***Phân loại theo hình thái tinh thể học***

Đây là các phân loại giống như phân loại tinh thể trong các giáo trình Tinh thể học.

➢ ***Phân loại trên cơ sở thực tiễn sử dụng theo các các tính chất vật lý của đá quý***

Đây là một trong những cách phân loại đá quý lâu đời nhất và được sử dụng nhiều nhất. Tiêu chuẩn phân loại ở đây là các tính chất vật lý như độ cứng, tỷ trọng, độ trong suốt..., và ảnh hưởng của các tính chất này đến việc sử dụng đá quý (chế tác, công nghệ...). Các phân loại điển hình của kiểu này là của Kluge (Bảng 1.2) và Kievlenko (Bảng 1.3).

Bảng 1.2. **Phân loại đá quý của Kluge (1860)**

Nhóm	*Cấp*	*Những khoáng vật đá quý cơ bản*
Đá quý thực sự	A	Kim cương, corindon (ruby, saphir), chrysoberyl, spinel
	B	Zircon, beryl (emerald, aquamarin), topaz, turmalin, granat, opal quý
	C	Cordierit, idocras, peridot, axinit, staurolit, andalusit, chiastolit, epidot, biruza
Đá bán quý	D	Thạch anh pha lê, amethyst, chrysopras, aventurin, thạch anh mắt mèo, thạch anh hồng, canxedon, agat, onyx, cornelian, heliotrop, ngọc bích, opal lửa, hydrophan, opal thường, adula, amazonit, labrador, obsidian, lazurit, hypersten, diopsit, fluorit, hổ phách
	C	Đá huyền, nephrit, serpentin, agalmatolit, steatit, dialogit, bronzit, bastit, thạch cao dạng sợi, đá hoa, thạch cao, malachit, pyrit, rodocrosit, hematit, natrolit, sepiolit

Bảng 1.3. **Phân loại đá quý theo Kievlenko (1980)**

Nhóm	*Cấp*	*Khoáng vật đá quý*
Đá trang sức	I	Ruby, emerald, kim cương, saphir
	II	Alexandrit, saphir da cam, saphir lục, saphir tím, opal đen, iadeit quý
	III	Demantoit, spinel, opal quý trắng, opal lửa, aquamarin, topaz, rodolit, turmalin
	IV	Chrysolit, zircon, kunzit, đá Mặt Trăng (adula), đá Mặt Trời (oligoclas), beryl vàng, beryl hồng, pyrop, almandin, biruza, amethyst, chrysopras, citrin
Đá trang sức và trang trí	I	Lazurit, jadeit, nephrit, malachit, hổ phách, thạch anh tinh thể và ám khói
	II	Agat, azurit, hematit, rodonit, felspat ngũ sắc, obsidian ngũ sắc, đá granat–epidot
Đá trang trí		Ngọc bích, onyx cẩm thạch, obsidian, đá huyền, gỗ hoá đá, listvenit, pegmatit vân chữ, quarzit chứa aventurin, fluorit, sepiolit, agalmatolit (pagodit), đá hoa nhiều màu

➢ ***Phân loại theo nguồn gốc***

Kiểu phân loại này dựa trên nguồn gốc địa chất của đá quý, ví dụ như phân loại của Samsonov và Turinge (1984). Các phân loại này được trình bày trong các giáo trình Khoáng sản học.

➢ ***Phân loại hoá tinh thể***

Đây là kiểu phân loại thuần tuý khoa học, thường được các nhà khoáng vật học sử dụng. Có thể tìm thấy các phân loại này trong các giáo trình Khoáng vật học (Dana, Betechin, Kostov...). Bảng phân loại được nhiều người sử dụng nhất là của Bank (Bảng 1.4).

➢ ***Phân loại theo lĩnh vực sử dụng***

Theo kiểu phân loại này đá quý được chia ra theo lĩnh vực sử dụng như trang sức, y học, nghệ thuật, quang học...

Bảng 1.4. **Phân loại đá quý của Bank (1973)**

TT	*Lớp*	*Khoáng vật đá quý*	*Công thức hoá học (ví dụ)*
I	Nguyên tố tự sinh	Kim cương	C
II	Sulfur	Pyrit	FeS_2
		Marcasit, sphalerit	
III	Halogenur	Fluorit	CaF_2
		Selait, viliaumit	
IV	Oxyt và hydroxyt	Spinel	$MgAl_2O_4$
		Chrysoberyl	$BeAl_2O_4$
		Corindon	Al_2O_3
		Hematit	Fe_2O_3
		Thạch anh	SiO_2
		Rutil	TiO_2
		Casiterit, cuprit, magnetit	
		Opal	$SiO_2.nH_2O$
		Taafeit, zincit	
V	Carbonat	Rodocrosit	$MnCO_3$
		Malachit	$Cu_2(CO_3)(OH)_2$
		Aragonit, azurit, calcit, cerusit, magnesit, siderit, smitsonit	
		Sinhalit	
	Borat	Boracit, hambergit, rodozit, ulexit	$MgAlBO_4$
VI	Sulfat	Barit	$BaSO_4$
		Anglesit, celestin	
	Cromat	Crocoit	$PbCrO_4$
	Volframat	Sielit	$CaWO_4$
	Molybdat	Vulfenit	$PbMoO_4$
VII	Phosphat	Apatit	$Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$
		Brazilianit	
		Biruza	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8.4H_2O$
		Amblygonit, berylonit, lazulit, varicit, vivianit	
	Arsenat	Schlosmacherit, adamit, scorodit	

TT	Lớp	Khoáng vật đá quý	Công thức hoá học (ví dụ)
VIII	Silicat	Zircon	$ZrSiO_4$
		Topaz	$Al_2SiO_4(F,OH)_2$
		Zoisit	$Ca_2Al_3(SiO_4)_3(OH)$
		Beryl	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$
		Spodumen	$LiAlSi_2O_6$
		Rodonit	$MnSiO_3$
		Actinolit, andalusit, axinit, benitoit, charoit, crysocola, cordierit, danburit, diopsit, dioptas, dumortierit, ekanit, epidot, euclas, felspat, granat, hauyn, jadeit, kornerupin, lazurit (lapis lazuli), nephrit, olivin, petalit, phenakit, prenit, saphirin, serpentin, silimanit, scapolit, sodalit, sphen, turmalin, vesuvian	
Hợp chất hữu cơ			Hổ phách
Khoáng vật phi tinh thể			Thuỷ tinh tự nhiên (obsidian, moldavit)
Đá quý nguồn gốc sinh vật			Ngọc trai, san hô
Các đá			Unakit, verdit

➢ ***Phân loại hỗn hợp***

Có những cách phân loại đá quý dựa theo vài tiêu chuẩn khác nhau, ví dụ như phân loại theo Tiêu chuẩn Việt Nam (xem TCVN 1994: Đá quý – Thuật ngữ và Phân loại). Gần đây (năm 1999), Schumann W. đã chia tất cả đá quý thành các nhóm như sau:

– *Các đá quý được sử dụng nhiều nhất*. Bao gồm tất cả các loại đá quý đã được sử dụng truyền thống từ trước đến nay. Các đá này thường được chế tác để gắn lên hàng trang sức hoặc thành các sản phẩm mỹ nghệ.

– *Các đá quý mới được sử dụng gần đây*. Là những loại đá quý trước đây tương đối hiếm trên thương trường nhưng đang dần trở nên thông dụng. Trong quá khứ các loại đá quý này chủ yếu chỉ được sử dụng làm đá sưu tập, chỉ gần đây chúng mới được chế tác để gắn lên hàng trang sức.

Các viên kim cương thô đạt chất lượng ngọc

Kim cương đã chế tác

Kim cương các màu

Kim cương thô trên nền đá kimberlit

Màu sắc đặc trưng của ruby

Tinh thể corindon trên nền đá hoa

a)

a)

b)

b)

c)
Các mẫu saphir trong đá gốc

c)
Các mẫu khác nhau của saphir

– *Các đá sưu tập.* Có một số khoáng vật chỉ được chế tác làm đồ sưu tập vì chúng hoặc quá mềm, hoặc quá giòn hoặc quá hiếm.

– *Các đá được sử dụng làm đá quý.* Do có các kiến trúc hấp dẫn hoặc có màu sắc lôi cuốn, một số loại đá (rocks) cũng đã được chế tác làm hàng trang sức hoặc thành các sản phẩm mỹ nghệ, như đá hoa onyx, đá hoa phong cảnh, tuf, diorit dạng cầu, kakortokit, obsidian, moldavit, alabaster (thạch cao tuyết hoa), agalmatolit, đất sét trắng, các hoá thạch, đá gneis, charoit.

– *Các đá quý nguồn gốc hữu cơ.* Đây không phải là các khoáng vật hay các loại đá mà là các sản phẩm có nguồn gốc hữu cơ (liên quan đến hoạt động sống của các sinh vật), và vì vậy không có các tính chất đặc trưng của khoáng vật hay đá. Nhóm đá quý nguồn gốc hữu cơ có ý nghĩa khá quan trọng trong thế giới đá quý, nhất là ngọc trai và hổ phách. Thuộc nhóm này có san hô, gagat (than hoá thạch), ngà voi, xương động vật, odontolit, hổ phách, ngọc trai, ammolit.

1.5. CÁC QUÁ TRÌNH THÀNH TẠO ĐÁ QUÝ TRONG TỰ NHIÊN

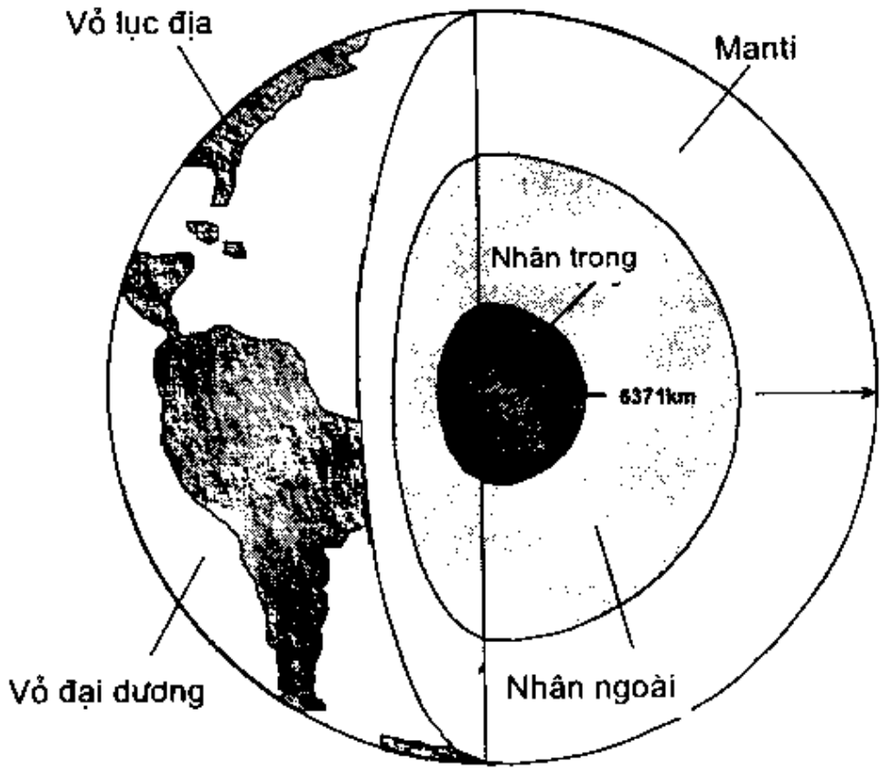
1.5.1. Thành phần và cấu trúc của vỏ Trái Đất

Hầu hết các loại đá quý tự nhiên đều hình thành trong phần ngoài cùng của Trái Đất, còn gọi là vỏ Trái Đất.

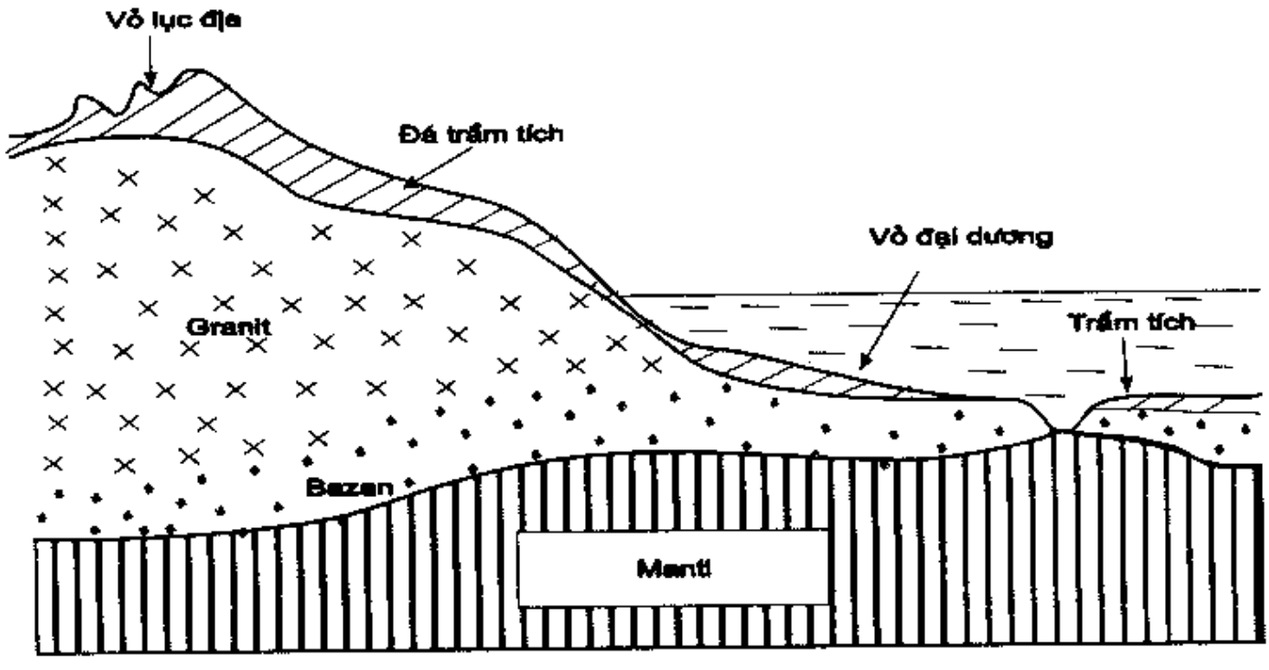
Trái Đất là một trong chín hành tinh quay quanh Mặt Trời – hệ Mặt Trời. Bằng các phương pháp nghiên cứu khác nhau (sóng địa chấn...), người ta đã xác định được cấu trúc bên trong của Trái Đất gồm 3 phần cơ bản: *nhân, manti và vỏ Trái Đất* (Hình 1.2). Nhân Trái Đất bắt đầu từ tâm Trái Đất tới độ sâu 2900 km. Nhân Trái Đất lại được chia thành nhân trong và nhân ngoài.

Người ta cho rằng nhân trong Trái Đất có thành phần chủ yếu (80%) là sắt (Fe) và một lượng nhất định niken (Ni), coban (Co) và silic (Si) tồn tại ở dạng plasma, trong khi nhân ngoài là magma lỏng (dung thể nóng chảy).

Lớp manti tồn tại ở dạng nửa nóng chảy và có độ dày khoảng 2900 km. Trên lớp manti là vỏ Trái Đất, tạo nên chủ yếu từ 3 lớp: bazan, granit và trầm tích. Các đới này có độ dày không như nhau ở khu vực núi cao, vùng đồng bằng và đáy đại dương (Hình 1.3). Độ dày vỏ Trái Đất dao động từ 0 km (đáy đại dương) tới 70 – 80 km (vùng núi cao), trung bình là 33 km.



Hình 1.2. **Cấu trúc bên trong của Trái Đất**



Hình 1.3 **. Cấu trúc của vỏ Trái Đất**

Những nguyên tố hoá học cơ bản của vỏ Trái Đất được dẫn ra trong Bảng 1.5.

Các nguyên tố hoá học trên tạo nên 8 khoáng vật phổ biến nhất, chiếm tới 95% trọng lượng của vỏ Trái Đất (Bảng 1.6).

Gần 3000 khoáng vật còn lại (trong đó có hầu hết các loại đá quý) chỉ chiếm 5% còn lại của vỏ Trái Đất.

Bảng 1.4. **Số phần trăm của những nguyên tố phổ biến nhất trong vỏ Trái Đất (vỏ lục địa)***

Tên nguyên tố	*Ký hiệu*	*% trọng lượng*
Oxy	O	46,60
Silic	Si	27,70
Nhôm	Al	8,13
Sắt	Fe	5,00
Canxi	Ca	3,63
Natri	Na	2,83
Kali	K	2,59
Magie	Mg	2,09
Titan	Ti	0,44
Hydro	H	0,14
Phosphor	P	0,11
Mangan	Mn	0,10
Tất cả các nguyên tố còn lại		0,64
Tổng cộng		100,00

**Theo số liệu của Brian Mason, 1966*

Bảng 1.6. **Số phần trăm các khoáng vật phổ biến nhất trong vỏ Trái Đất**

Khoáng vật	*% trọng lượng*	*Khoáng vật*	*% trọng lượng*
Felspat	58,00	Mica	3,50
Thạch anh	12,50	Các khoáng vật sắt (quặng sắt)	3,50
Pyroxen Amphibol Olivin	16,00	Calcit ($CaCO_3$)	1,50

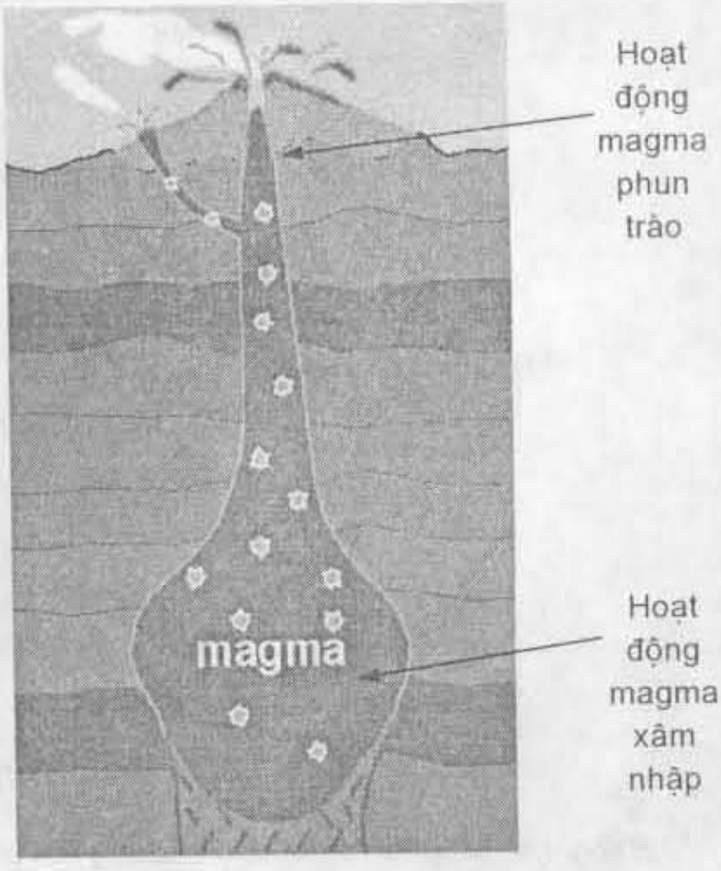
1.5.2. Các quá trình thành tạo đá quý

Tất cả các loại đá, các loại khoáng vật, trong đó có hầu hết các đá quý của chúng ta đều hình thành trong các quá trình địa chất tự nhiên nhất định. Các quá trình này đã, đang và sẽ diễn ra trong lòng Trái Đất, mang tính chu kỳ và liên quan chặt chẽ với nhau và được gọi chung là chu trình tạo khoáng.

Chu trình tạo khoáng bao gồm 3 quá trình tạo khoáng cơ bản là: *quá trình magma, quá trình trầm tích và quá trình biến chất.*

a) Quá trình magma

Quá trình magma liên quan với sự hình thành và kết tinh về sau của các khối nóng chảy, có tên gọi là *magma*, trong lòng Trái Đất (Hình 1.4), dưới tác dụng của các nguồn năng lượng khác nhau (phóng xạ, chuyển động kiến tạo...). Ta có thể hình dung magma qua hoạt động núi lửa phun lên mặt đất dòng dung nham nóng và lỏng.



Hình 1.4. **Quá trình magma**

Sau khi dâng lên các độ sâu khác nhau, khối magma này sẽ nguội dần, các khoáng vật bắt đầu kết tinh. Quá trình này có thể diễn ra ở dưới sâu *(hoạt động xâm nhập)* hoặc phun lên mặt đất *(hoạt động phun trào* hay hoạt động núi lửa).

Do có nhiệt độ nóng chảy và độ linh động khác nhau, các thành phần trong khối magma sẽ kết tinh không đồng thời mà theo trình tự nhất định, theo các pha khác nhau. Quá trình magma được chia thành các pha (các giai đoạn) sau:

- *Pha magma sớm*

Pha này diễn ra ở nhiệt độ rất cao (> 1500°C) và chỉ kết tinh một số lượng hạn chế các khoáng vật như cromit, magnetit. Không có loại đá quý nào xuất hiện ở giai đoạn này.

- *Pha magma muộn*

Đây là giai đoạn kết tinh chủ yếu của khối magma, diễn ra ở khoảng nhiệt độ 1500 – 600°C.

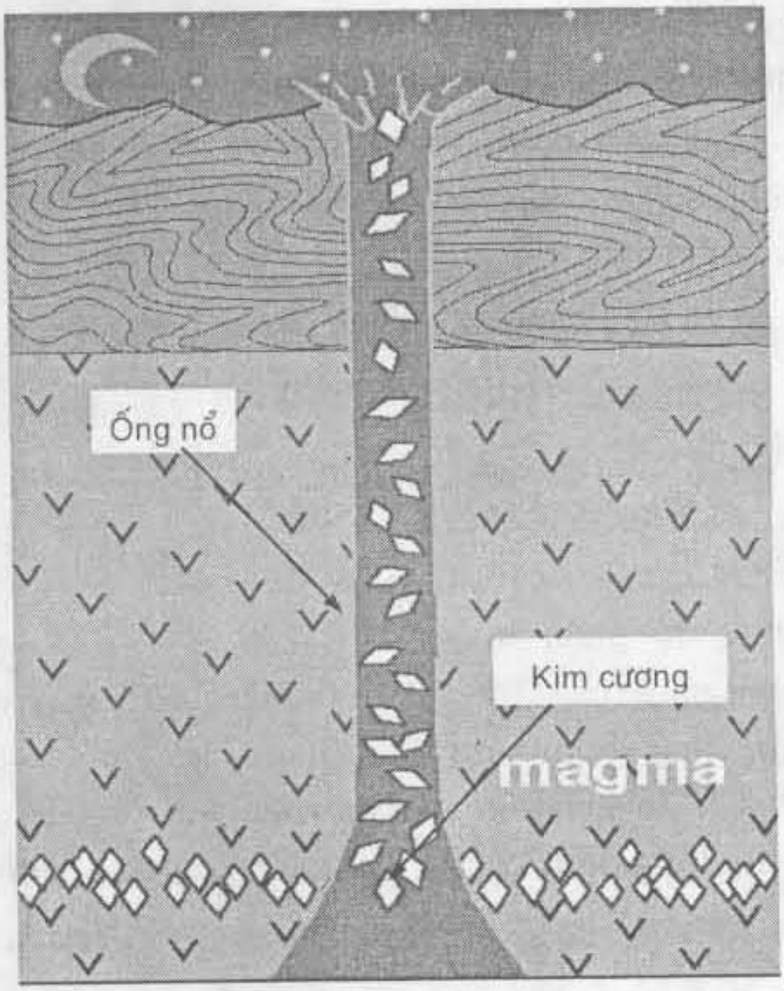
Các đá magma khác nhau được thành trong giai đoạn này như:

– Đá mafic và siêu mafic, có thành phần chủ yếu là các khoáng vật sẫm màu (hornblend, augit, olivin,...). Ví dụ như các đá peridotit, gabro, basalt.

– Đá axit, có thành phần là các khoáng vật sáng màu như thạch anh, felspat, mica (đá granit, ryolit,...).

Trong giai đoạn này tạo thành một số loại đá quý như spinel, zircon, apatit, peridot, kim cương, corindon.

Có một số đá quý lại hình thành ở dưới sâu (hàng chục → hàng trăm km) như kim cương, corindon (?). Sau đó chúng được một số magma đặc biệt cuốn theo trong các hoạt động núi lửa (phun nổ). Kim cương thường được magma kimberlit hoặc lamproit mang theo (Hình 1.5), trong khi corindon (ruby, saphir) lại liên quan với magma basalt. Theo nhiều nhà nghiên cứu, các mỏ saphir ở miền Nam Việt Nam, các mỏ ruby, saphir ở Thái Lan, Campuchia...là ví dụ điển hình về kiểu nguồn gốc này.



Hình 1.5. **Sơ đồ ống nổ mang kim cương**

• *Pha pegmatit*

Pha pegmatit diễn ra ở khoảng 700 – 400°C. Pha này liên quan tới sự kết tinh của magma tàn dư (còn sót lại sau khi lượng magma chủ yếu đã kết tinh). Trong magma này các chất linh động (khí, hơi, axit, oxit silic và các nguyên tố quý hiếm) tích luỹ khá giầu. Khi nhiệt độ giảm xuống và áp suất tăng lên (áp suất hơi), các khoáng vật có kích thước khá lớn sẽ kết tinh. Loại đá tạo nên từ khoáng vật này có tên gọi là *pegmatit* (Hình 1.6).

Loại pegmatit phổ biến nhất có liên quan với đá granit, có thành phần là 3 khoáng vật cơ bản: felspat, thạch anh và mica.

Hình 1.6. **Pha pegmatit thành tạo các mỏ đá quý**

Pha pegmatit là giai đoạn quan trọng nhất đối với sự hình thành đá quý với những khoáng vật như turmalin, beryl, thạch anh, felspat, zircon, brazilianit, spodumen...

• *Pha khí hoá – nhiệt dịch*

Pha này có thể chia thành 2 phụ pha là:

– *Phụ pha khí hoá* (500° – 300°C), xảy ra trong điều kiện nhiệt độ giảm hơn nữa và áp suất tăng cao (do hàm lượng các chất bốc tăng hơn hẳn). Quá trình kết tinh thường diễn ra từ dung dịch khí, vì vậy mà có tên gọi là *quá trình khí hoá*.

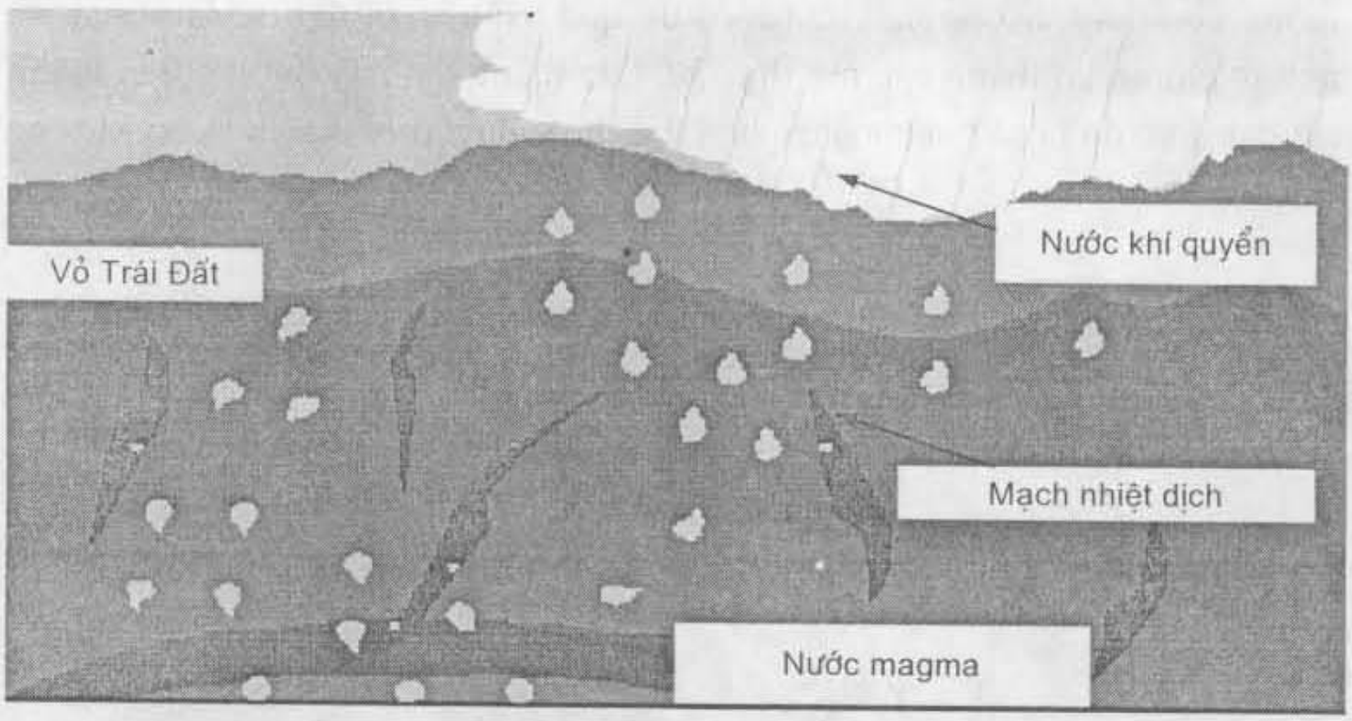
Những đá quý tiêu biểu của phụ pha này là topaz, euclas, casiterit, sielit.

– *Phụ pha nhiệt dịch* (400° – 50°C), là giai đoạn cuối cùng của quá trình magma, trong đó các khoáng vật kết tinh từ các dung dịch lỏng là chủ yếu (còn gọi là dung dịch nhiệt dịch). Nguồn dung dịch nhiệt dịch có thể từ lò magma đi lên, hoặc từ nước khí quyển đi xuống, hoặc đồng thời cả

hai (Hình 1.7). Quá trình tạo khoáng thường diễn ra trong các khe nứt, các lỗ hổng, các khoảng trống trong lòng đất.

Ví dụ về các loại đá quý hình thành trong giai đoạn này là emerald, beryl, thạch anh, fluorit, barit, calcit.

Tất cả các đá thành tạo trong quá trình magma được gọi là các đá magma (granit, basalt, gabro, diorit, peridotit,...), các mỏ khoáng sản hình thành trong giai đoạn này được gọi theo tên từng pha: mỏ magma sớm, mỏ magma muộn, mỏ pegmatit, mỏ nhiệt dịch.



Hình 1.7. **Sự hình thành các mỏ nhiệt dịch**

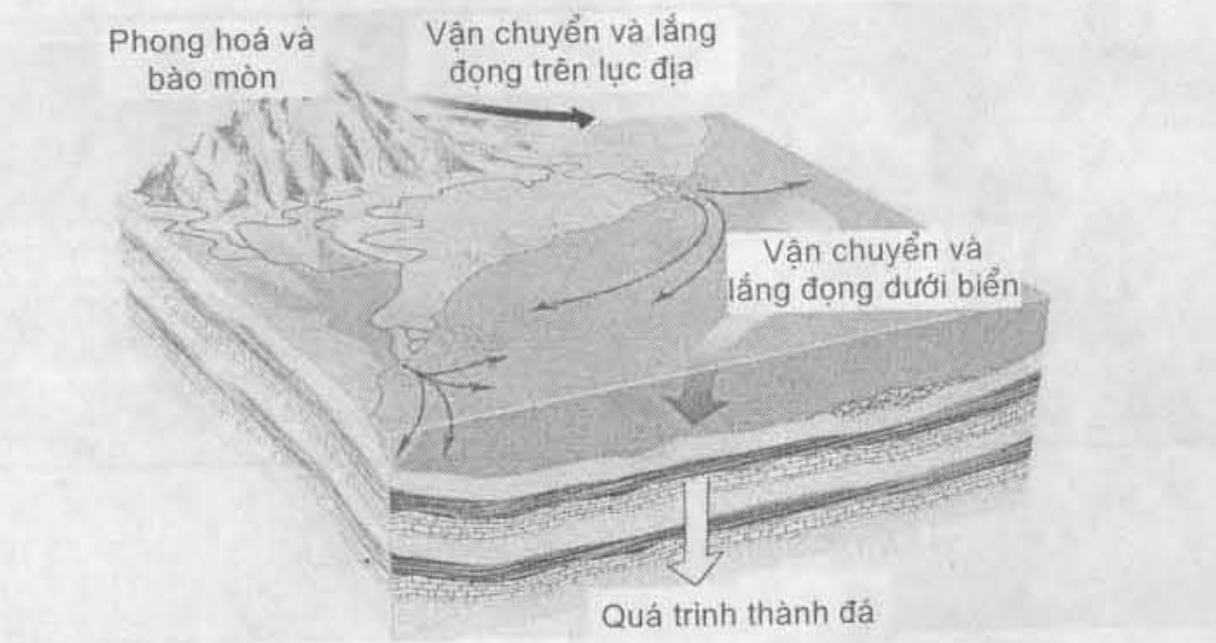
b) Quá trình trầm tích

Trái Đất của chúng ta vốn dĩ không đứng yên, ngược lại nó luôn luôn vận động với cường độ và vận tốc khác nhau. Trong lịch sử hơn 4,5 tỷ năm tồn tại của mình có những vùng trước kia là núi cao sau lại chìm xuống biển, ngược lại có những vùng trước đó là đại dương sau lại thành đất liền.

Cùng với sự vận động đó (còn gọi là chuyển động kiến tạo), những đá, những khoáng vật tạo thành ở dưới sâu dần dần lộ ra trên mặt đất. Trong điều kiện mới này, những thành phần nào không bền sẽ bị phá huỷ (phong hoá), được nước mưa, băng hà, gió... vận chuyển theo các dòng chảy (sông, suối), dần dần bị phân dị, chọn lọc và lắng đọng ở các bồn trũng như sông,

hồ, đại dương. Toàn bộ quá trình này có tên gọi là *quá trình trầm tích* và có thể diễn ra dưới tác động của các tác nhân cơ học, tác nhân hoá học, tác nhân sinh học hoặc đồng thời (Hình 1.8). Vì vậy, các thành tạo trầm tích (đá, mỏ trầm tích) thường được chia thành trầm tích cơ học, trầm tích hoá học, trầm tích sinh hoá hoặc hỗn hợp.

Trong quá trình này có những mỏ, những khoáng vật đá quý mới được hình thành như lazurit, malachit, azurit, chrysopras, chrysocola, opal. Cũng có những khoáng vật đã được hình thành từ trước trong các quá trình magma hoặc biến chất (nhưng chưa đủ điều kiện hình thành mỏ do hàm lượng còn thấp, trữ lượng chưa cao) thì quá trình trầm tích sẽ làm giàu và tích tụ chúng lại thành các mỏ thực sự. Các thành tạo này được gọi là thành tạo thứ sinh: đó là các sa khoáng eluvi (tại chỗ), aluvi (bồi tích) hoặc sa khoáng ven biển.

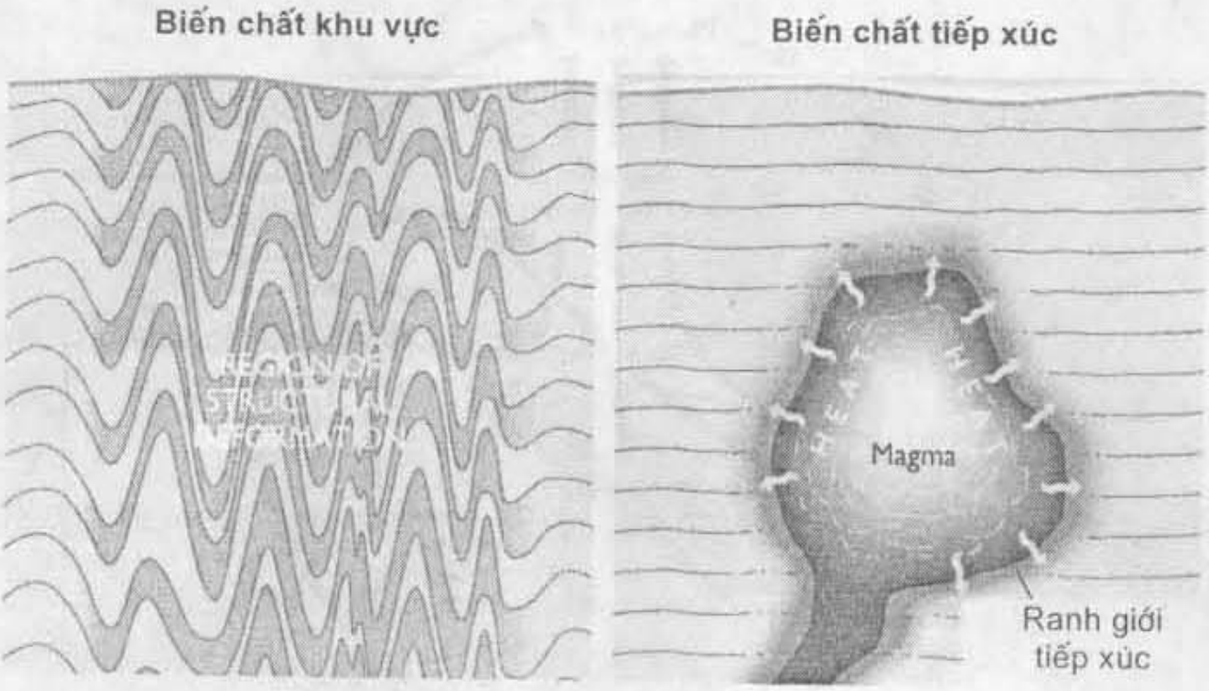


Hình 1.8. **Sơ đồ quá trình trầm tích thành tạo đá quý**

Khá nhiều đá quý được tập trung trong các mỏ sa khoáng như kim cương, corindon, granat...

c) Quá trình biến chất

Tất cả các đá (magma, trầm tích) hình thành trước đó, khi chìm xuống sâu do các chuyển động kiến tạo sẽ bị các đá tạo sau phủ lên. Trong điều kiện nhiệt độ và áp suất tăng, các khoáng vật sẽ trở nên không bền vững và trải qua các biến đổi khác nhau. Quá trình này được gọi là hoạt động biến chất.



Hình 1.9. **Sơ đồ các quá trình biến chất**

– *Biến chất khu vực*, liên quan với sự vận động mạnh và chìm xuống sâu của các khu vực rộng lớn của vỏ Trái Đất.

– *Biến chất tiếp xúc*, xảy ra khi các đá nguội hơn tiếp xúc với các lò magma.

Trong quá trình biến chất cũng tạo thành khá nhiều loại đá quý như emerald, ruby, alexandrit, spinel, andalusit, ngọc bích, granat...

Toàn bộ chu trình tạo khoáng tự nhiên có thể biểu diễn bằng sơ đồ như trên Hình 1.10.

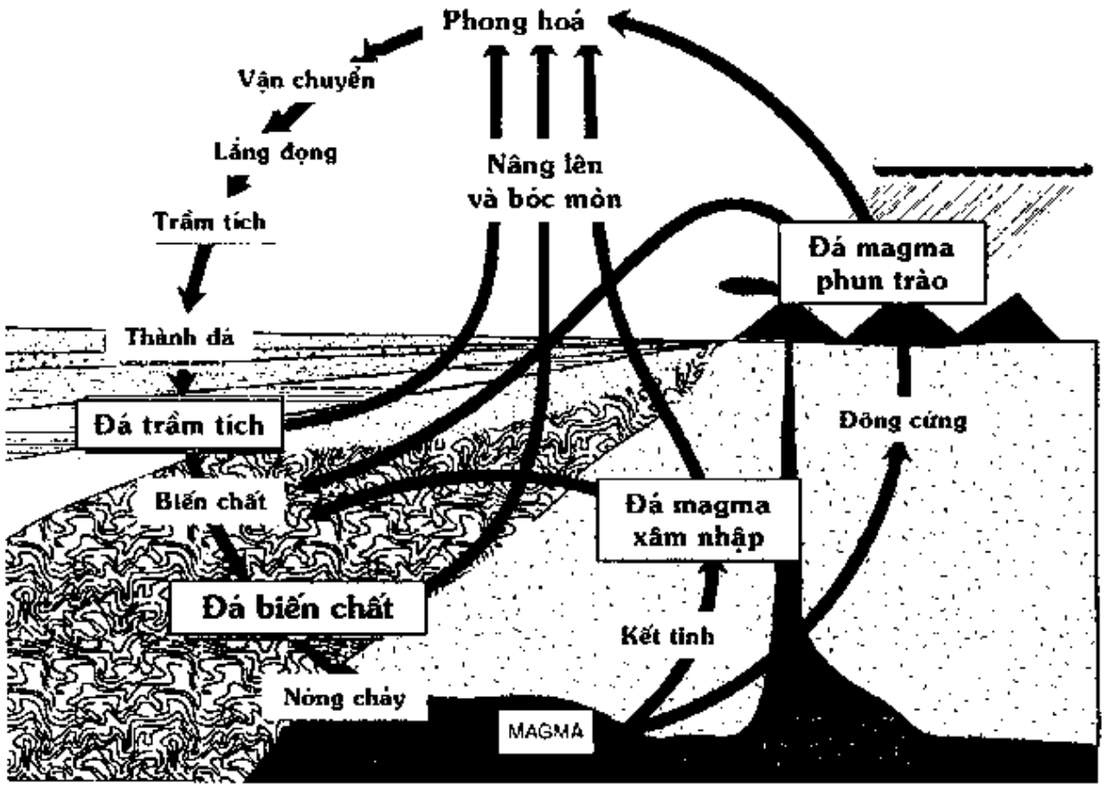
1.6. TIỀM NĂNG ĐÁ QUÝ TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM

Các mỏ đá quý phân bố rất không đều trên bản đồ thế giới và không phụ thuộc vào các biên giới quốc gia. Để hình thành một mỏ đá quý cần phải hội tụ đầy đủ các điều kiện địa chất đặc thù mà không phải quốc gia nào cũng có được.

Những nước giàu đá quý nhất trên thế giới là:

– Sri Lanka: có ruby, saphir, granat, chrysoberyl, thạch anh, đá Mặt Trăng, spinel, topaz, zircon, turmalin, andalusit, sinhalit...

– Myanma: có ruby, saphir, spinel, spodumen, topaz, turmalin, zircon, hổ phách, chrysoberyl, jadeit, đá Mặt Trăng, peridot, thạch anh...



Hình 1:10. **Chu trình tạo khoáng**

– Ấn Độ: có aquamarin, canxedon, chrysoberyl, kim cương, diopsit, emerald, granat, ngọc bích, đá Mặt Trăng, ngọc trai, thạch anh, rodonit, ruby, saphir, sodalit...

Ngoài ra còn phải kể đến Pakistan, Afganistan, Madagasca, Australia, Brasil, Columbia, Nga, Trung Quốc, Mỹ, Tanzania và Kenya.

Trong khoảng hơn một thập kỷ lại đây, Việt Nam được thế giới biết đến như một trong các quốc gia giàu tiềm năng đá quý. Chúng ta có nhiều loại đá quý, phân bố ở nhiều vùng khác nhau, trong đó đáng kể nhất phải kể đến:

Ruby, saphir: Các mỏ Lục Yên, Tân Hương, Trúc Lâu (tỉnh Yên Bái), Quỳ Châu, Quỳ Hợp (Nghệ An), Trường Xuân (Đak Nông), Di Linh (Lâm Đồng), Ma Lâm, Đá Bàn (Bình Thuận), Gia Kiệm (Đồng Nai)...

Spinel: Lục Yên (Yên Bái), Quỳ Châu (Nghệ An), Tây Nguyên.

Topaz: Thường Xuân (Thanh Hoá).

Aquamarin, beryl: Thường Xuân (Thanh Hoá), Cam Ranh (Ninh Thuận).

Thạch anh các loại: Tây Nghệ An, Bảo Lộc (Lâm Đồng), Núi Dinh (Bà Rịa – Vũng Tầu), Đồng Nai, Quảng Nam, Phú Yên, Tây Nguyên.

Turmalin: Lục Yên (Yên Bái), Bảo Lộc (Lâm Đồng).

Zircon: Tây Nguyên.

Peridot: Tây Nguyên.

Granat: Nghệ An, Tây Nguyên.

Gỗ hoá đá: Tây Nguyên.

Opal – canxedon: Thủ Đức (Tp. Hồ Chí Minh), Tây Nguyên.

Ngọc trai: Hiện nay ngọc trai đã được nuôi ở nhiều vùng biển khác nhau của nước ta như Quảng Ninh, Hải Phòng, Phú Yên, Nha Trang.

Ngoài ra chúng ta còn có granat, ngọc bích, tectit... Kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Nhà nước KT–01–09 "Nguồn gốc, quy luật phân bố và đánh giá tiềm năng đá quý, đá kỹ thuật Việt Nam" (1996) đã thống kê được trên lãnh thổ nước ta có 73 mỏ, 160 điểm quặng và 211 điểm khoáng hoá đá quý, đá mỹ nghệ và đá kỹ thuật; trong đó quan trọng nhất là ruby, saphir với 50 mỏ, 31 điểm quặng và 106 điểm khoáng hoá.

2 THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ CẤU TRÚC TINH THỂ CỦA ĐÁ QUÝ

2.1. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC CỦA ĐÁ QUÝ

2.1.1. Nguyên tử, phân tử, nguyên tố và hợp chất

Như đã trình bày ở Chương 1, đa số đá quý đều là các khoáng vật. Đó là các hợp chất hoá học tự nhiên, tạo thành trong vỏ Trái Đất, có thành phần hoá học, cấu trúc tinh thể và các tính chất vật lý xác định, khác với các khoáng vật khác.

Các khoáng vật là các hợp chất từ một hoặc một số nguyên tố hoá học.

Chúng ta biết rằng các nguyên tố hoá học là các chất đồng nhất, tạo nên hoàn toàn từ một loại nguyên tử và mỗi nguyên tử là một đơn vị nhỏ nhất của nguyên tố đó mà vẫn giữ đầy đủ các tính chất của nguyên tố. Cho đến nay trên Trái Đất người ta đã phát hiện được 92 nguyên tố hoá học (không kể các nguyên tố do các nhà vật lý tạo ra) có tính chất thay đổi có quy luật như trong Bảng hệ thống tuần hoàn các nguyên tố hoá học.

Nguyên tử có cấu trúc giống như hệ Mặt Trời gồm hạt nhân nguyên tử ở bên trong và các điện tử quay xung quanh (đám mây điện tử). Hạt nhân nguyên tử chiếm hầu hết khối lượng của nguyên tử được tạo nên bởi các hạt proton (có điện tích dương) và các hạt nơtron (không mang điện tích). Điện tích dương của proton đã làm cho hạt nhân nguyên tử hút quanh nó các hạt mang điện tích âm – electron. Các electron này chuyển động xung quanh hạt nhân theo các quỹ đạo ứng với các mức năng lượng xác định, được ký hiệu là K, L, M, N (Hình 2.1).

Bình thường, các nguyên tử phải trung hoà về điện tích, vì vậy số proton và electron phải bằng nhau. Nếu nguyên tử cho đi hoặc nhận thêm điện tử (electron) chúng trở thành các *ion*, trong đó *cation* (mang điện tích dương) tạo thành khi nguyên tử cho đi điện tử và *anion* (điện tích âm), khi nguyên tử nhận thêm điện tử.

2 THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ CẤU TRÚC TINH THỂ CỦA ĐÁ QUÝ

2.1. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC CỦA ĐÁ QUÝ

2.1.1. Nguyên tử, phân tử, nguyên tố và hợp chất

Như đã trình bày ở Chương 1, đa số đá quý đều là các khoáng vật. Đó là các hợp chất hoá học tự nhiên, tạo thành trong vỏ Trái Đất, có thành phần hoá học, cấu trúc tinh thể và các tính chất vật lý xác định, khác với các khoáng vật khác.

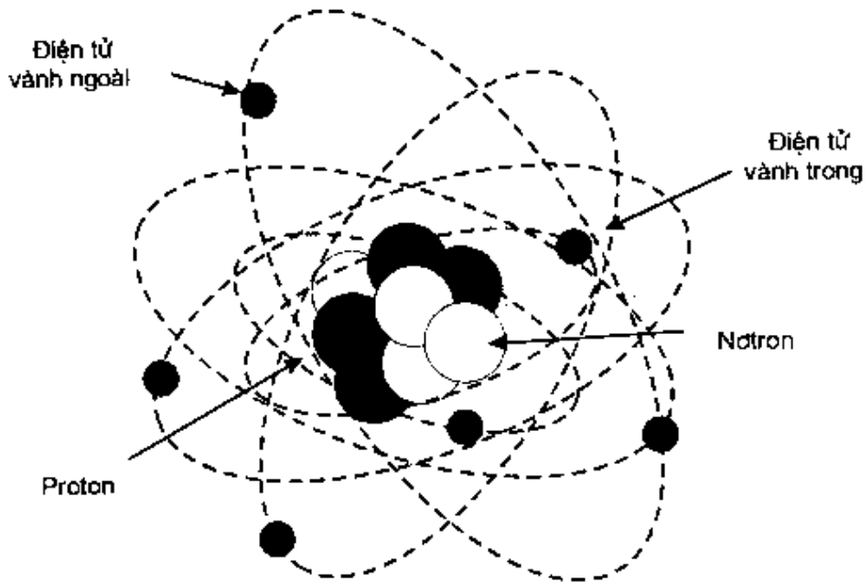
Các khoáng vật là các hợp chất từ một hoặc một số nguyên tố hoá học.

Chúng ta biết rằng các nguyên tố hoá học là các chất đồng nhất, tạo nên hoàn toàn từ một loại nguyên tử và mỗi nguyên tử là một đơn vị nhỏ nhất của nguyên tố đó mà vẫn giữ đầy đủ các tính chất của nguyên tố. Cho đến nay trên Trái Đất người ta đã phát hiện được 92 nguyên tố hoá học (không kể các nguyên tố do các nhà vật lý tạo ra) có tính chất thay đổi có quy luật như trong Bảng hệ thống tuần hoàn các nguyên tố hoá học.

Nguyên tử có cấu trúc giống như hệ Mặt Trời gồm hạt nhân nguyên tử ở bên trong và các điện tử quay xung quanh (đám mây điện tử). Hạt nhân nguyên tử chiếm hầu hết khối lượng của nguyên tử được tạo nên bởi các hạt proton (có điện tích dương) và các hạt nơtron (không mang điện tích). Điện tích dương của proton đã làm cho hạt nhân nguyên tử hút quanh nó các hạt mang điện tích âm – electron. Các electron này chuyển động xung quanh hạt nhân theo các quỹ đạo ứng với các mức năng lượng xác định, được ký hiệu là K, L, M, N (Hình 2.1).

Bình thường, các nguyên tử phải trung hoà về điện tích, vì vậy số proton và electron phải bằng nhau. Nếu nguyên tử cho đi hoặc nhận thêm điện tử (electron) chúng trở thành các *ion*, trong đó *cation* (mang điện tích dương) tạo thành khi nguyên tử cho đi điện tử và *anion* (điện tích âm), khi nguyên tử nhận thêm điện tử.

Khi các nguyên tử kết hợp với nhau, chúng tạo nên các phân tử. Phân tử là phần nhỏ nhất của một chất có thể tồn tại bền vững độc lập. Khi các phân tử tạo nên do sự kết hợp nguyên tử của các nguyên tố hoá học khác nhau thì gọi là hợp chất. Ngay các nguyên tử của cùng một nguyên tố cũng chỉ bền vững khi chúng liên kết với nhau thành phân tử. Ví dụ như ôxi hoặc hyđro thường liên kết thành cặp (O_2, H_2) và chúng được gọi là các nguyên tố hai nguyên tử. Trong khi đó lại có nhiều nguyên tố khác như He chẳng hạn, hoàn toàn bền vững ở trạng thái một nguyên tử, nghĩa là chúng vừa là nguyên tử vừa là phân tử. Những nguyên tố này được gọi là nguyên tố đơn nguyên tử.



Hình 2.1. **Cấu trúc của nguyên tử**

Các chất trong tự nhiên có thể được tạo thành theo 2 phương thức:

(1) Trộn lẫn một cách cơ học hai hay nhiều nguyên tố với nhau. Lúc này chúng được gọi là một hỗn hợp chất (khác với hợp chất). Các chất tạo thành theo cách này thường có tỷ lệ các nguyên tố rất khác nhau, có thành phần không ổn định và không có cấu trúc rõ ràng. Chúng thường là các chất vô định hình.

(2) Kết hợp theo các liên kết hoá học khác nhau, tạo nên các hợp chất hoá học. Các chất này (khoáng vật) có cấu trúc không gian ba chiều (cấu trúc tinh thể) rõ ràng, có thành phần hoá học xác định. Chúng là các chất kết tinh (xem mục 2.2).

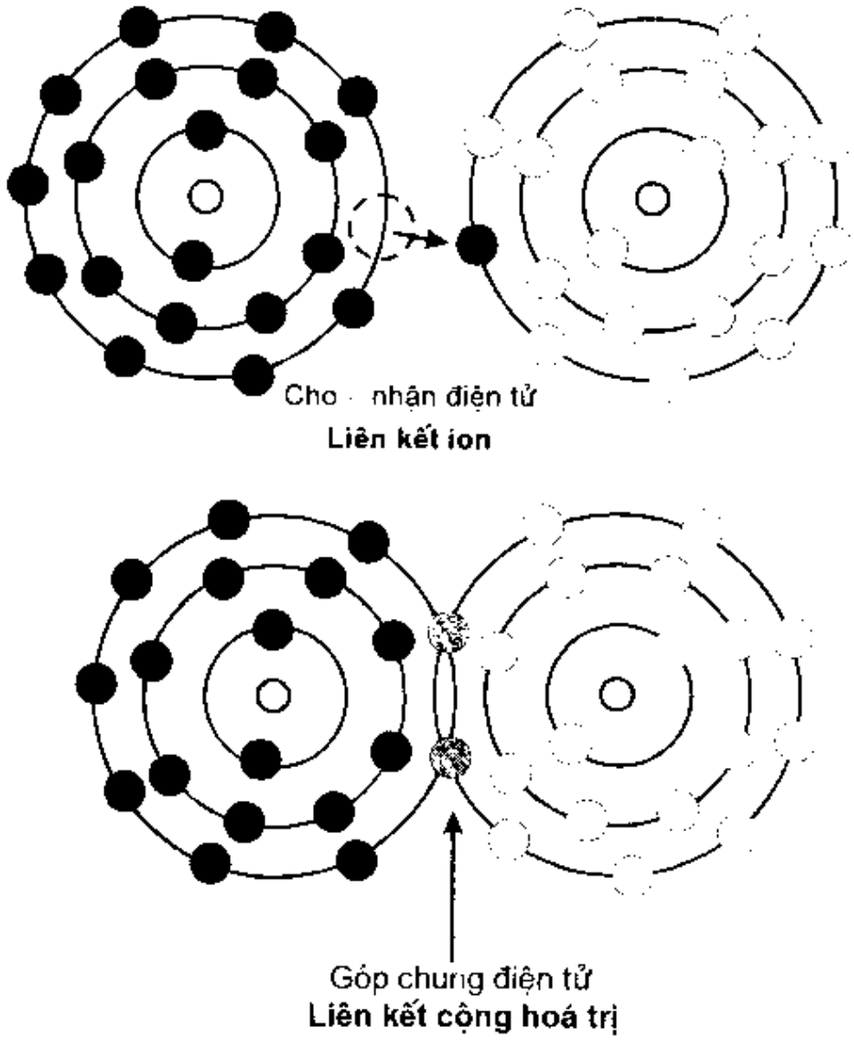
2.1.2. Các liên kết hoá học, hoá trị

Các nguyên tử được "gắn kết" với nhau để tạo thành hợp chất bằng các liên kết hoá học. Liên kết hoá học là kết quả của sự tương tác giữa các điện tử nằm cạnh nhau và gồm các dạng sau:

– *Liên kết ion* xảy ra khi có sự cho nhận điện tử trong các nguyên tử để tạo thành các ion. Các ion trái dấu nhau (cation và anion) sẽ hút nhau và tạo nên các hợp chất (Hình 2.2). Các hợp chất tạo thành theo liên kết hoá học này đặc biệt phổ biến trong tự nhiên. Ví dụ điển hình là hợp chất clorua natri – muối ăn.

– *Liên kết cộng hoá trị (liên kết đồng hoá trị)*, khi không có sự cho – nhận điện tử mà là sự góp chung các điện tử (Hình 2.2).

– *Liên kết kim loại*: trong các kim loại, các nguyên tử gắn kết với nhau nhờ sự góp chung các điện tử ở vành ngoài cùng, nhưng các điện tử này lại chuyển động tự do từ nguyên tử này sang nguyên tử khác.



Hình 2.2. **Liên kết ion (trên) và liên kết đồng hoá trị (dưới)**

– *Liên kết hydro*: là một liên kết yếu, xuất hiện khi có sự phân cực của các nguyên tử hoặc phân tử (nguyên tử hoặc phân tử có điện tích dương về một phía và điện tích âm về phía khác).

– *Liên kết van der Waals*: cũng là một liên kết hoá học yếu, xuất hiện khi các điện tử tập trung tạm thời về một phía của mỗi nguyên tử, làm cho nó có tính cực và hút các phân tử có tính cực ngược lại.

Trong các dạng liên kết trên, liên kết ion và đồng hoá trị có vai trò quan trọng nhất đối với sự hình thành các khoáng vật đá quý.

Ví dụ về các đá quý tạo thành theo liên kết ion là corindon Al_2O_3, spinel $MgO.Al_2O_3$, hematit Fe_2O_3,...Những đá quý điển hình trong đó các

nguyên tử liên kết với nhau bằng liên kết đồng hoá trị là kim cương (C) và thạch anh (SiO_2).

Các điện tử có thể tham gia vào liên kết hoá học là các điện tử vành ngoài của nguyên tử. Chúng được gọi là *điện tử hoá trị*. Chúng đóng vai trò chủ đạo trong việc quyết định các tính chất hoá lý của nguyên tử. Số điện tử có thể cho, nhận hoặc cùng tham gia để tạo nên các hợp chất được gọi là *hoá trị*.

Thành phần của một hợp chất (khoáng vật đá quý) được thể hiện bằng công thức hoá học. Ví dụ: 2 cation nhôm Al^{3+} liên kết hoá học với 3 anion ôxi O^{2-} tạo nên hợp chất có công thức hoá học là Al_2O_3. Ở trạng thái tinh khiết Al_2O_3 không màu và có tên gọi là corindon, nếu lẫn một phần rất nhỏ (0,0n – 0,n %) các nguyên tố tạo màu (Cr, Fe, Ti...) nó sẽ có các màu khác nhau. Nếu có màu đỏ thì gọi là ruby, có màu khác thì gọi là saphir.

Chỉ có các nguyên tố hoá học chính (còn gọi là nguyên tố cấu trúc) mới ghi trong công thức hoá học. Các nguyên tố tạp chất không ghi trong công thức. Ví dụ, công thức hoá học của cả ruby và saphir đều là Al_2O_3, mặc dù trong chúng có thể chứa nhiều nguyên tố tạp chất khác nhau như Cr, Ti, Fe, V,...

Đa số đá quý đều là các hợp chất *silicat* (do sự liên kết của các axit silic với các kim loại) và các *ôxit* (hợp chất của các kim loại với ôxi). Chỉ một số lượng nhỏ các đá quý thuộc các dạng hợp chất khác:

– *Carbonat*: là các muối tạo thành do phản ứng giữa axit carbonic với các kim loại.

– *Phosphat*: các muối tạo thành do phản ứng giữa axit phosphoric với các kim loại.

– Các *đơn chất*: kim cương, lưu huỳnh.

Thành phần hoá học của đá quý có thể được xác định bằng nhiều phương pháp khác nhau như phân tích hoá, phân tích quang phổ, phân tích microsond...

Thành phần hoá học có ảnh hưởng nhất định đến các tính chất vật lý của đá quý, trong đó thể hiện rõ nhất là độ bền của chúng. Dưới góc độ này, Peter G. Read (1998) đã chia đá quý thành 4 nhóm chính:

1. Các oxit – thường là các chất bền vững và có khả năng chống lại các tác động hoá học. Ví dụ như spinel $MgO.Al_2O_3$, corindon Al_2O_3, chrysoberyl $BeO.Al_2O_3$, thạch anh SiO_2,...

2. Các carbonat – thường mềm và dễ bị các axit tác dụng. Ví dụ: rodocrosit $MnCO_3$, malachit $Cu_2(OH)_2CO_3$,...

3. Các phosphat – mềm và ít chống lại tác dụng của axit. Ví dụ: apatit $Ca_5(F, Cl)(PO_4)_3$, biruza,...

4. Các silicat – rất cứng và bền vững. Những ví dụ điển hình về các đá quý trong nhóm silicat là: jadeit $NaAl(SiO_3)_2$, topaz $Al_2(F, OH)_2SiO_4$, zircon $ZrSiO_4$, peridot $(Mg, Fe)SiO_4$,...

Tuy nhiên, tính chất của các khoáng vật đá quý phụ thuộc nhiều vào sự sắp xếp của các nguyên tử trong cấu trúc tinh thể hơn là vào bản chất hoá học của hợp chất. Về phần mình, sự sắp xếp này lại phụ thuộc nhiều vào kích thước tương đối (bán kính hiệu dụng) của các nguyên tử.

Thành phần hoá học giúp ta hiểu biết về đá quý nhưng lại rất ít khi được sử dụng để giám định đá quý, vì hầu hết các phương pháp xác định thành phần hoá đều gây phá huỷ mẫu và khá đắt tiền.

2.2. CẤU TRÚC BÊN TRONG CỦA ĐÁ QUÝ

2.2.1. Khái niệm chất kết tinh và chất không kết tinh

Dưới góc độ cấu trúc bên trong, tất cả đá quý được chia thành 3 nhóm:

– Các chất không kết tinh (vô định hình)

– Các chất kết tinh

– Các chất trung gian giữa không kết tinh và kết tinh

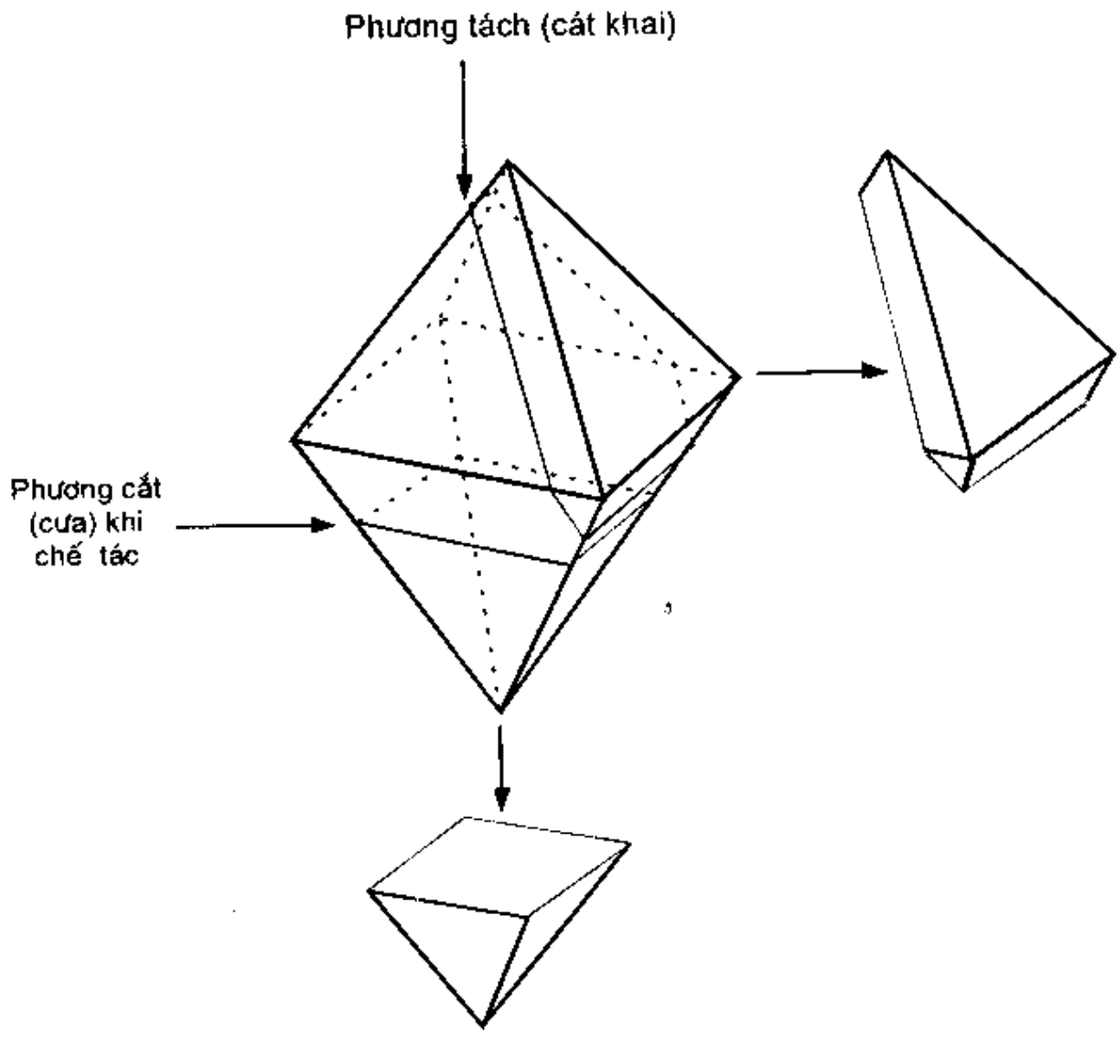
Trong các chất không kết tinh, các nguyên tử và phân tử phân bố tuỳ tiện, không theo trật tự hoặc quy luật nào, vì vậy mà chúng không có hình dạng bên ngoài rõ ràng. Ví dụ như thuỷ tinh tự nhiên (obsidian, tectit, moldavit) là một loại đá quý không kết tinh, vừa không có cấu trúc phân tử có trật tự, vừa không có hình dạng đặc trưng. Hổ phách, đá huyền (jet) cũng là các chất vô định hình.

Đa số các khoáng vật đá quý đều là các chất kết tinh, trong đó các nguyên tử và phân tử sắp xếp theo một cấu trúc không gian 3 chiều đối xứng và có trật tự (mạng). Chính cấu trúc tinh thể đối xứng này đã làm cho

các khoáng vật thường có hình dạng bên ngoài rõ ràng dưới dạng các tinh thể. Các chất kết tinh (tinh thể) đều có các thuộc tính đặc trưng là *tính đồng nhất và tính dị hướng*.

Tính đồng nhất của các chất kết tinh thể hiện ở chỗ ở mọi vị trí trong cấu trúc của mình chúng đều có các tính chất giống nhau. Còn tính dị hướng là tính chất của tinh thể có các tính chất không như nhau theo các phương không song song nhau. Tính dị hướng liên quan chặt chẽ với trật tự sắp xếp và mật độ của các đơn vị cấu trúc (nguyên tử, phân tử).

Ví dụ kim cương là một loại đá quý kết tinh điển hình. Nó có nhiều tính chất không như nhau theo các phương khác nhau, trong đó đặc biệt là độ cứng và cát khai mà các nhà chế tác biết lợi dụng trong quá trình gia công chế tác. Kim cương chỉ có thể tách ra theo các phương song song với các mặt của hình tám mặt (Hình 2.3), tức là theo phương cát khai của nó.



Hình 2.3. **Tính chất thay đổi theo phương của kim cương**

Độ cứng của kim cương nhỏ nhất là theo phương song song với các mặt của hình mười hai mặt và tinh thể kim cương dễ cưa (cắt) nhất là theo phương này.

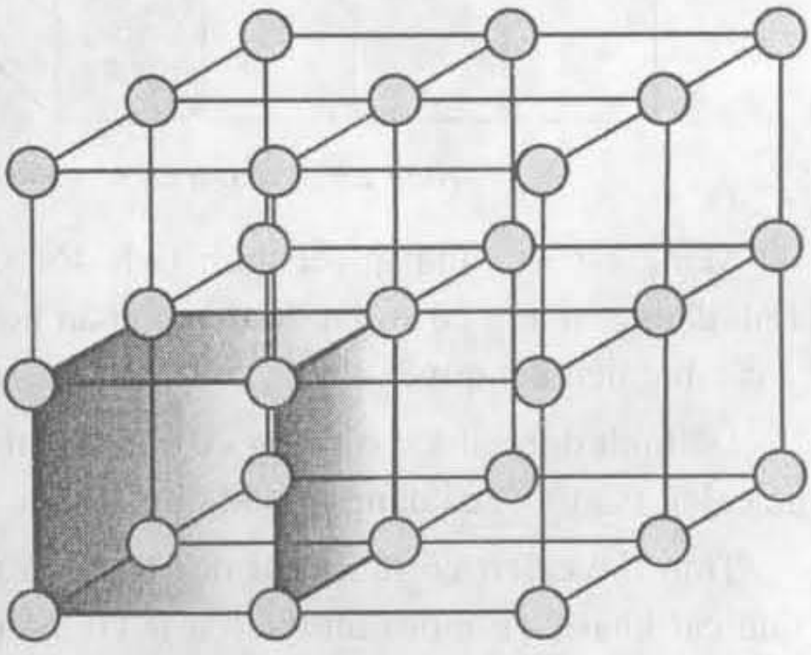
Ngoài độ cứng và cát khai, rất nhiều tinh thể đá quý còn có các tính chất quang học (màu sắc,...) thay đổi theo các phương khác nhau. Ví dụ như các tinh thể ruby thường có màu đỏ phớt tím theo phương kéo dài của chúng, và có màu đỏ phớt da cam theo phương vuông góc với phương kéo dài (xem Hình 4.21).

Liên quan với hai tính chất trên, các chất kết tinh còn có một tính chất thứ ba là *tính tự tạo mặt*. Tính tự tạo mặt là khả năng của tinh thể tự tạo ra một hình đa diện khi sinh trưởng tự do trong một môi trường thích hợp. Tính chất này các chất vô định hình không có.

Ngoài các chất kết tinh và các chất không kết tinh, còn có một loại chất nằm ở trạng thái trung gian (nửa kết tinh). Opal là một loại đá quý thuộc loại này, trong đó các đơn vị cấu trúc đã sắp xếp có quy luật nhất định nhưng không theo trật tự chặt chẽ như tinh thể, và vì vậy không tạo thành các tinh thể.

2.2.2. Cấu trúc nguyên tử của tinh thể

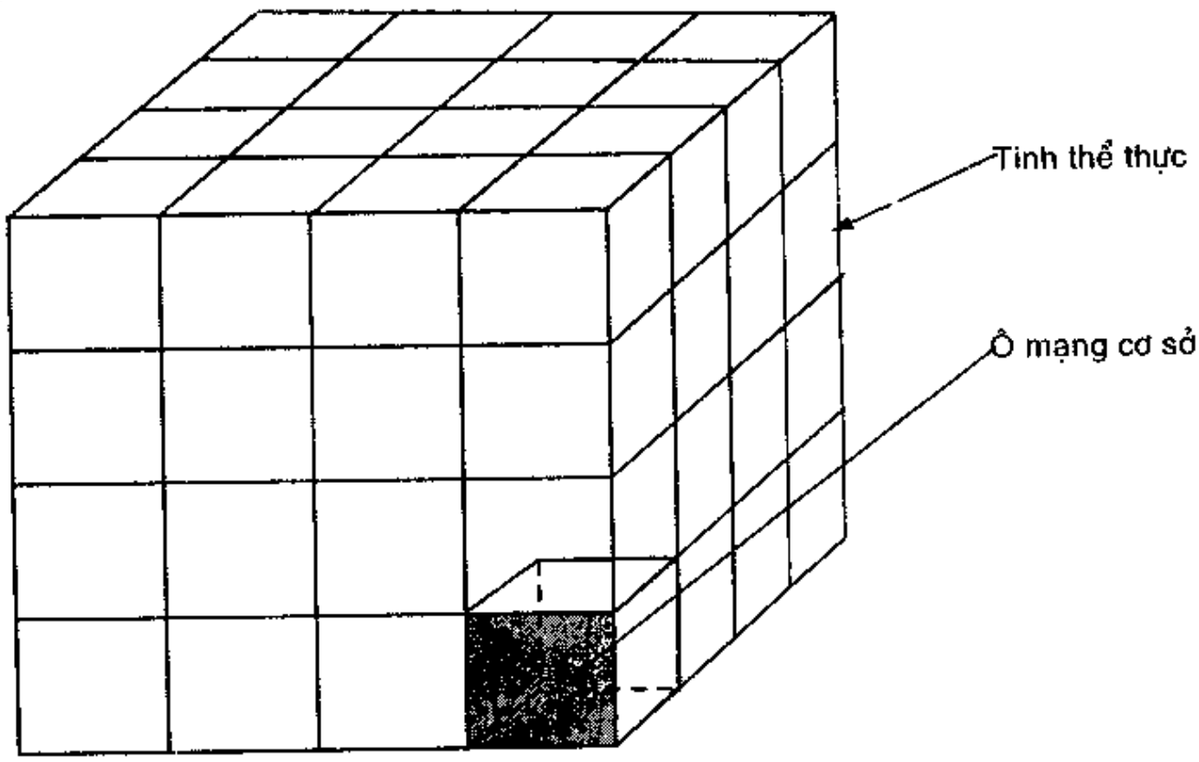
Ta có thể định nghĩa tinh thể như sau: Tinh thể là một chất rắn, trong đó các đơn vị cấu trúc (nguyên tử, ion, phân tử) sắp xếp có quy luật theo một trật tự xác định và đều đặn tại vị trí của các nút của một *mạng không gian* ba chiều và được giới hạn bằng các mặt phẳng (mặt tinh thể). Trong cấu trúc này, theo bất kỳ một phương xác định nào, các đơn vị cấu trúc tương tự cũng lặp lại ở những khoảng cách bằng nhau tạo nên *mạng tinh thể* (Hình 2.4). Trong hầu hết trường hợp, tính chất đối xứng của cấu trúc bên trong được thể hiện qua hình dạng tinh thể bên ngoài của các mẫu đá quý thô (các chất rắn này được giới hạn bên ngoài bằng các mặt phẳng, còn gọi là mặt tinh thể).



Hình 2.4. Mạng tinh thể và ô mạng cơ sở

Việc nghiên cứu quá trình sinh trưởng của các tinh thể cho thấy rằng các tinh thể thực mà chúng ta quan sát thấy được hình thành bằng cách "sắp xếp" liên tục các khối kiến trúc cơ sở hay còn gọi là *ô mạng cơ sở*. Ô mạng cơ sở của cấu trúc tinh thể là phần nhỏ nhất của mạng vẫn giữ được các tính chất đặc trưng của tinh thể đó (Hình 2.4).

Khi các ô mạng cơ sở (đơn vị kiến trúc cơ sở) xếp khít lại theo các quy luật sinh trưởng nhất định, ta sẽ có các tinh thể thực (Hình 2.5). Ví dụ từ ô mạng cơ sở trên ta có thể có một tinh thể hình khối lập phương (kim cương, pyrit,...).



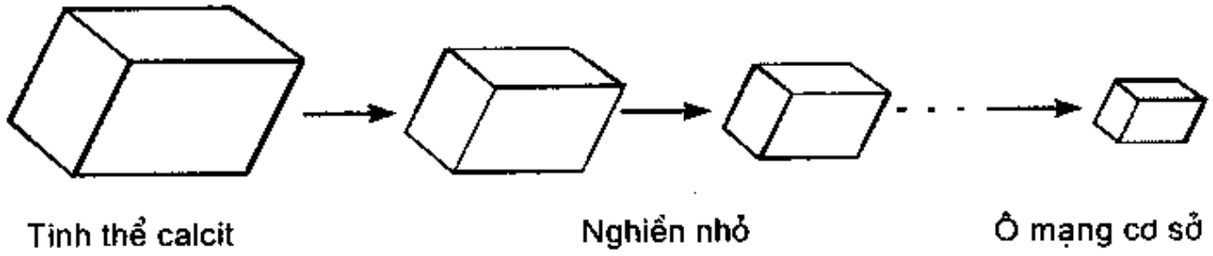
***Hình 2.5.* Ô mạng cơ sở và tinh thể thực**

Mạng cơ sở cũng quyết định tính đối xứng bên ngoài của tinh thể. Hình dạng ô mạng cơ sở lại do thành phần hoá học của khoáng vật, hóa trị và các lực liên kết quyết định.

Để hình dung được ô mạng cơ sở xác thực hơn, ta có thể lấy một tinh thể calcit ($CaCO_3$) có dạng một khối mặt thoi.

Tinh thể calcit có tính chất đặc trưng là rất dễ tách theo các mặt thoi (tính cát khai). Từ một tinh thể lớn ta có thể dễ dàng tách ra các khối mặt thoi ngày một nhỏ hơn, các khối dù có nhỏ hơn rất nhiều, nhưng vẫn giữ được hình dạng như ban đầu và vẫn có đầy đủ các tính chất của tinh thể calcit. Thậm chí có thể nghiền thành bột rồi quan sát dưới kính hiển vi ta vẫn thấy như vậy. Nếu ta có thể tiếp tục quá trình nghiền nhỏ tinh thể calcit

này tới mức phân tử thì cuối cùng cũng sẽ đạt tới ô mạng cơ sở của calcit (Hình 2.6).

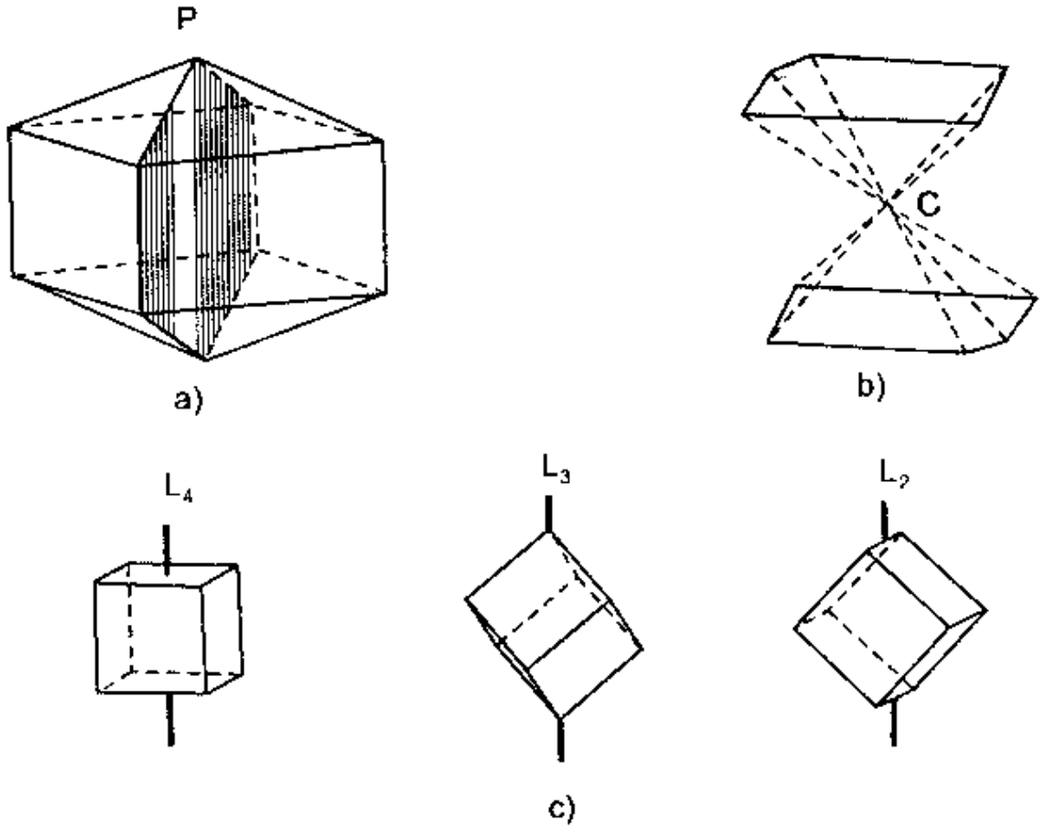


***Hình 2.6.* Ô mạng cơ sở của calcit**

Các tính chất vật lý của tinh thể được quyết định bởi thành phần hoá học và cấu trúc bên trong của chúng. Các tính chất này cũng thay đổi nếu theo các phương khác nhau các đơn vị cấu trúc sắp xếp không như nhau.

2.2.3. Tính đối xứng của tinh thể

Một đặc điểm quan trọng nhất của tinh thể là tính đối xứng, tức là tính chất lặp lại của những phần nhất định trong không gian. Để mô tả tính chất đối xứng của tinh thể người ta sử dụng các *yếu tố đối xứng* (Hình 2.7).



***Hình 2.7.* Các yếu tố đối xứng trong tinh thể**
a. Mặt đối xứng; b. Tâm đối xứng; c. Trục đối xứng

Có 3 yếu tố đối xứng chính là mặt đối xứng, tâm đối xứng và trục đối xứng.

Mặt đối xứng (mặt gương), ký hiệu là P, là mặt phẳng tưởng tượng chia tinh thể thành 2 phần giống nhau như vật và ảnh trong gương (Hình 2.7, a).

Tâm đối xứng, ký hiệu là C. Tinh thể có tâm đối xứng khi các mặt, các cạnh và các đỉnh tương ứng nằm đúng ở hai phía đối diện của một điểm trung tâm tưởng tượng trong tinh thể (xem Hình 2.7,b).

Trục đối xứng (còn gọi là trục xoay), ký hiệu là L. Trục đối xứng là một đường thẳng tưởng tượng mà khi quay quanh nó 360°, tinh thể sẽ lặp lại chính nó một số lần nhất định, gọi là bậc của trục. Trong tinh thể chỉ có các trục đối xứng bậc 2, bậc 3, bậc 4 và bậc 6 (xem Hình 2.7, c).

L_2: Trục bậc 2: lặp lại 2 lần (góc quay 180°)

L_3: Trục bậc 3: lặp lại 3 lần (góc quay 120°)

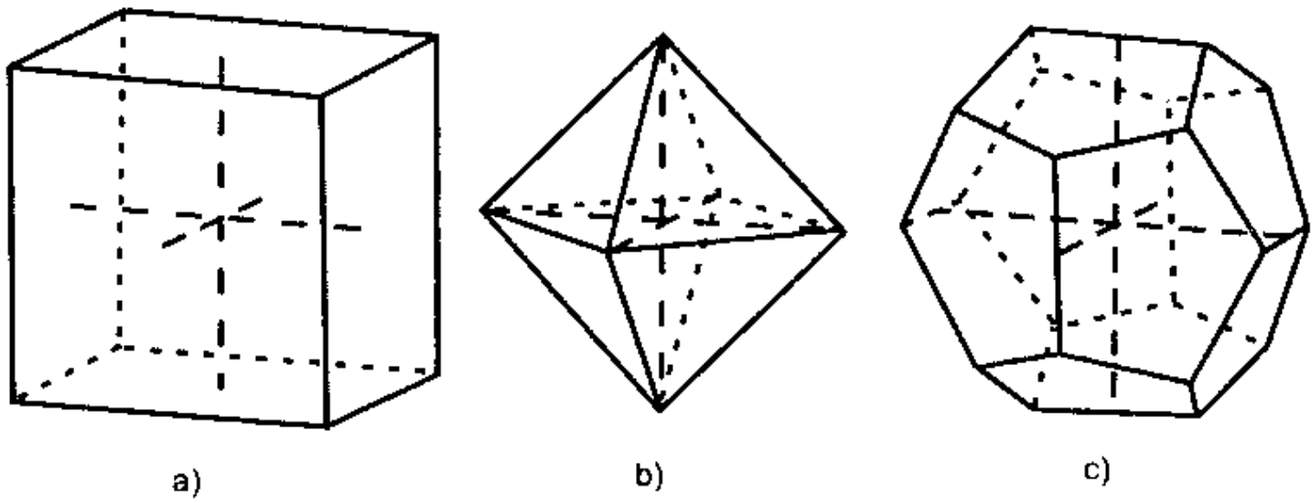
L_4: Trục bậc 4: lặp lại 4 lần (góc quay 90°)

L_6: Trục bậc 6: lặp lại 6 lần (góc quay 60°)

2.2.4. Hình đơn

Là các hình hình học (nhóm các mặt tinh thể) được phân biệt bằng trật tự đối xứng. Người ta chia hình đơn thành *hình đóng* và *hình mở*.

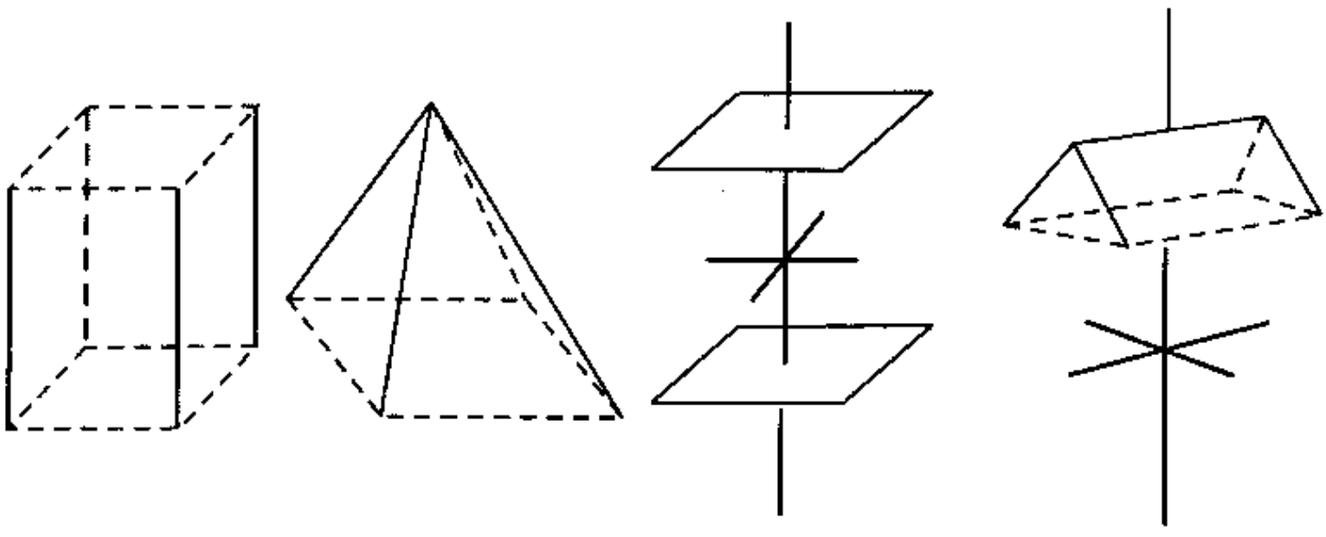
Hình đóng là các hình khép kín hoàn toàn tạo nên bởi các mặt tinh thể có thể thay thế nhau. Ví dụ như các hình lập phương, hình tám mặt, hình mười hai mặt (Hình 2.8). Hình mở là các hình phải kết hợp với các hình khác mới tạo thành không gian khép kín. Vì lẽ đó chỉ các hình đóng mới có thể tồn tại độc lập.



Hình 2.8. **Một số hình đơn đóng**

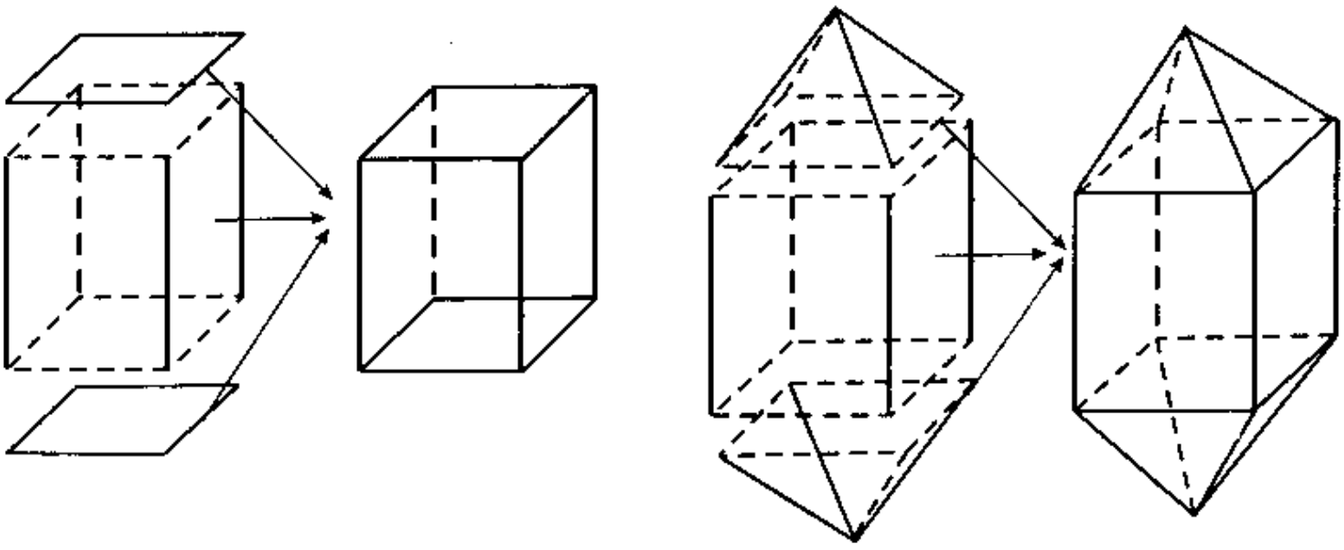
a. Hình lập phương; b. Hình tám mặt; c. Hình mười hai mặt

Các hình mở chủ yếu của tinh thể là hình lăng trụ, tháp, hình đôi mặt và hình vòm (Hình 2.9).



Hình 2.9. **Một số hình mở cơ bản**

Khi các hình đóng, hình mở kết hợp với nhau ta sẽ có các hình tinh thể thực (Hình 2.10). Tuỳ theo tính đối xứng mà tất cả các hình tinh thể được chia thành 7 hệ tinh thể, tiếp đó là 32 lớp đối xứng và cuối cùng là 230 mạng không gian. Tuy nhiên nội dung của Ngọc học chủ yếu chỉ liên quan đến 7 hệ tinh thể và các hình dạng tinh thể đặc trưng của chúng.



Hình 2.10. **Sự kết hợp của các hình đơn**

2.2.5. Hệ tinh thể

Để mô tả các tinh thể, hình dạng bên ngoài cũng như tính đối xứng bên trong của chúng thường được liên hệ với các trục tưởng tượng gọi là trục tinh thể học. Dựa trên độ dài của các trục tinh thể học (ký hiệu là a, b, c, trong đó trục c luôn là trục thẳng đứng từ trên xuống dưới, trục a nằm

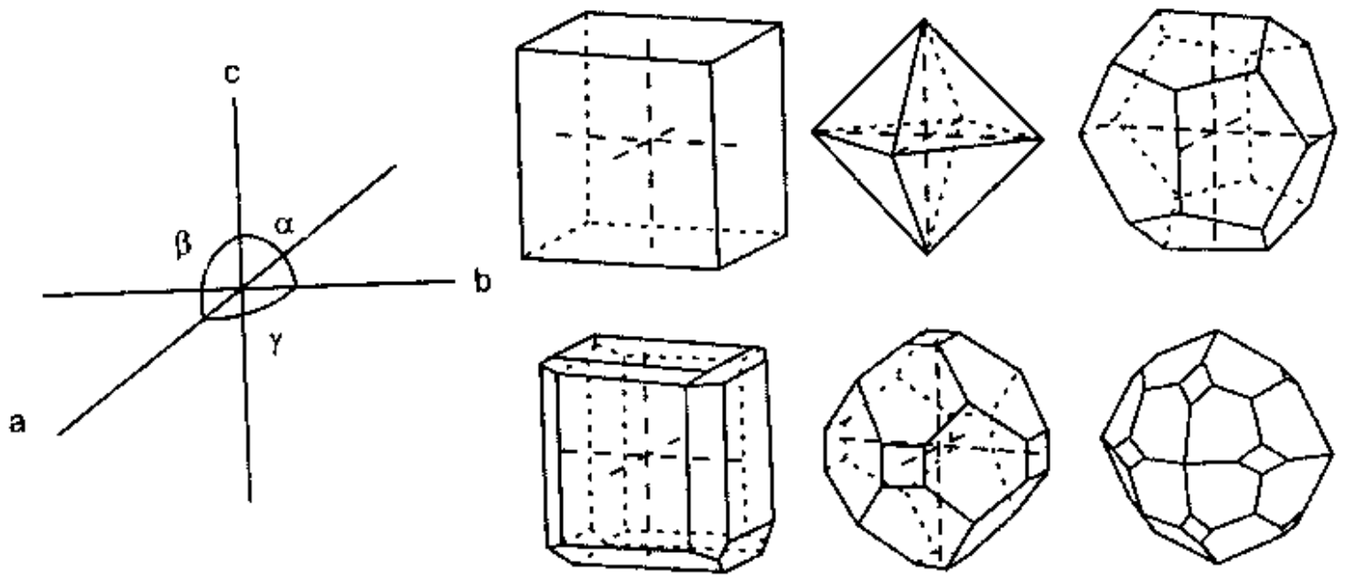
ngang từ sau đến trước và b – trục nằm ngang từ trái sang phải) và góc giữa các trục (ký hiệu là α, β và γ), các tinh thể được chia thành 7 hệ tinh thể (tinh hệ) với các hình dạng đặc trưng như sau.

a) Hệ lập phương

Ba trục vuông góc với nhau và có độ dài bằng nhau:

$$a = b = c; \quad \alpha = \beta = \gamma = 90^0$$

Những hình thường gặp nhất là hình khối lập phương, hình tám mặt, hình mười hai mặt thoi, và một số hình ghép của chúng (Hình 2.11).



Hình 2.11. **Các hình tinh thể thường gặp của hệ lập phương**

b) Hệ bốn phương

Ba trục vuông góc với nhau, 2 trục nằm ngang có độ dài bằng nhau, trục thẳng đứng có độ dài lớn hơn hoặc nhỏ hơn 2 trục kia:

$$a = b \neq c; \quad \alpha = \beta = \gamma = 90^0$$

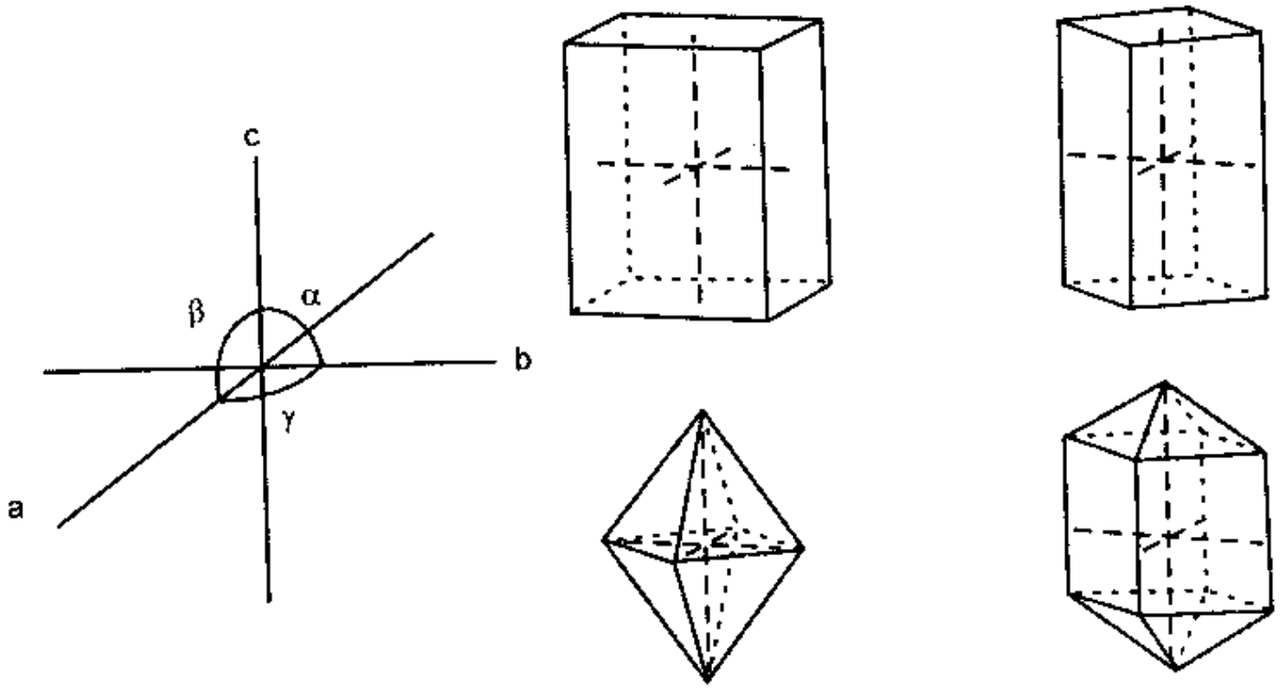
Những hình phổ biến là hình lăng trụ 4 phương kết hợp với hình hai mặt, tháp đôi bốn phương, khối hai tư mặt hình thang bốn phương, và hỗn hợp (Hình 2.12).

c) Hệ sáu phương

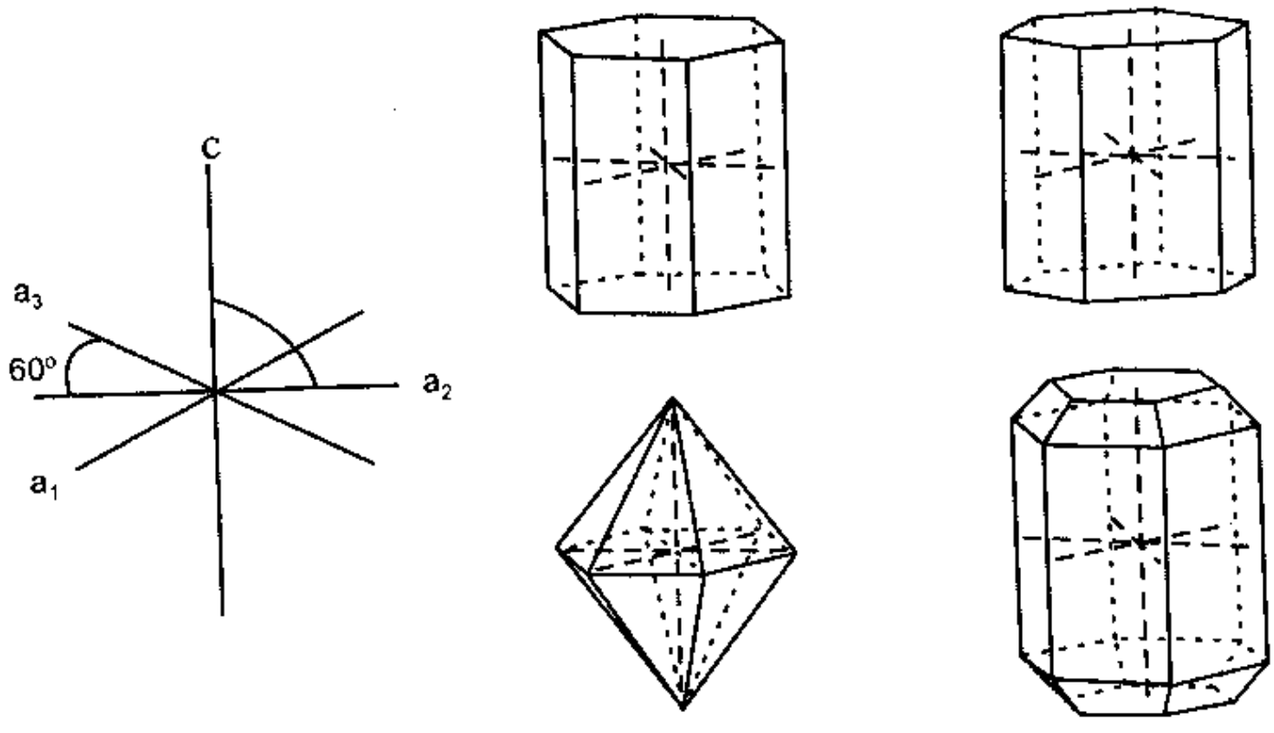
Có 4 trục, 3 trục nằm ngang có độ dài bằng nhau và cắt nhau thành góc 60^0 trong cùng một mặt phẳng, trục thứ 4 (thẳng đứng) vuông góc với mặt phẳng đó và có độ dài khác 3 trục kia:

$$a_1 = a_2 = a_3 \neq c; \quad \alpha = \beta = 90^0, \quad \gamma = 120^0$$

Những hình thường gặp là lăng trụ sáu phương, tháp đôi sáu phương, khối hai tư mặt hình thang sáu phương, và hỗn hợp (Hình 2.13).



Hình 2.12. **Các hình tinh thể thường gặp của hệ bốn phương**



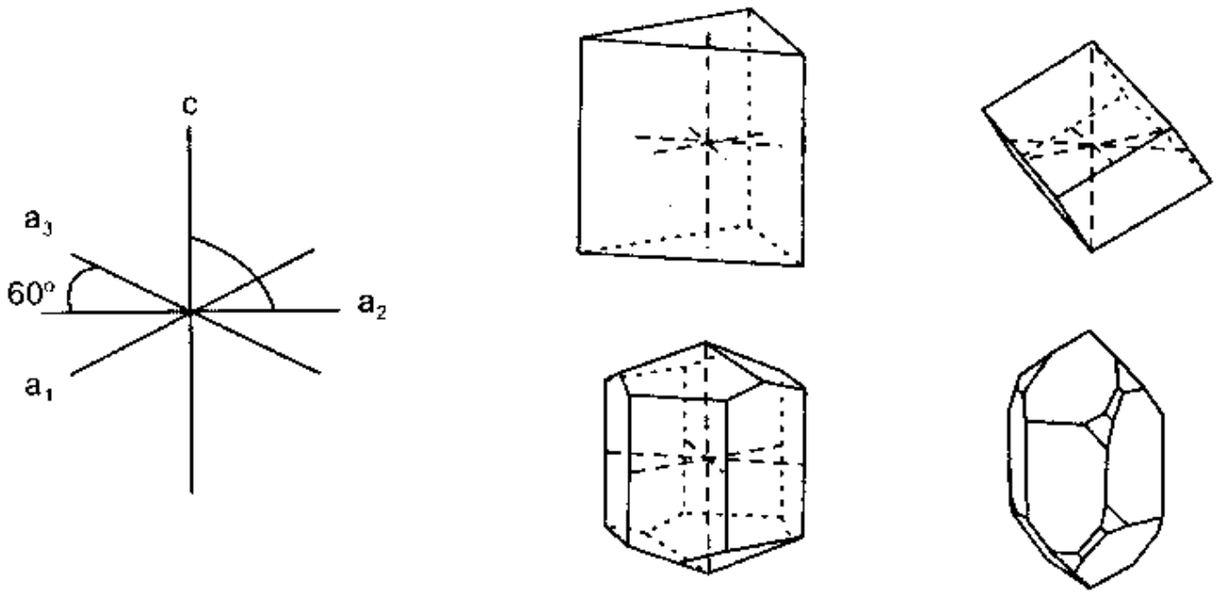
Hình 2.13. **Các hình tinh thể thường gặp của hệ sáu phương**

d) Hệ ba phương

Giống như hệ sáu phương với trục đối xứng bậc ba trùng với trục thẳng đứng:

$$a_1 = a_2 = a_3 \neq c; \quad \alpha = \beta = 90^0, \quad \gamma = 120^0$$

Những hình hay gặp là tháp đôi ba phương, hình trực thoi, và hỗn hợp (Hình 2.14).



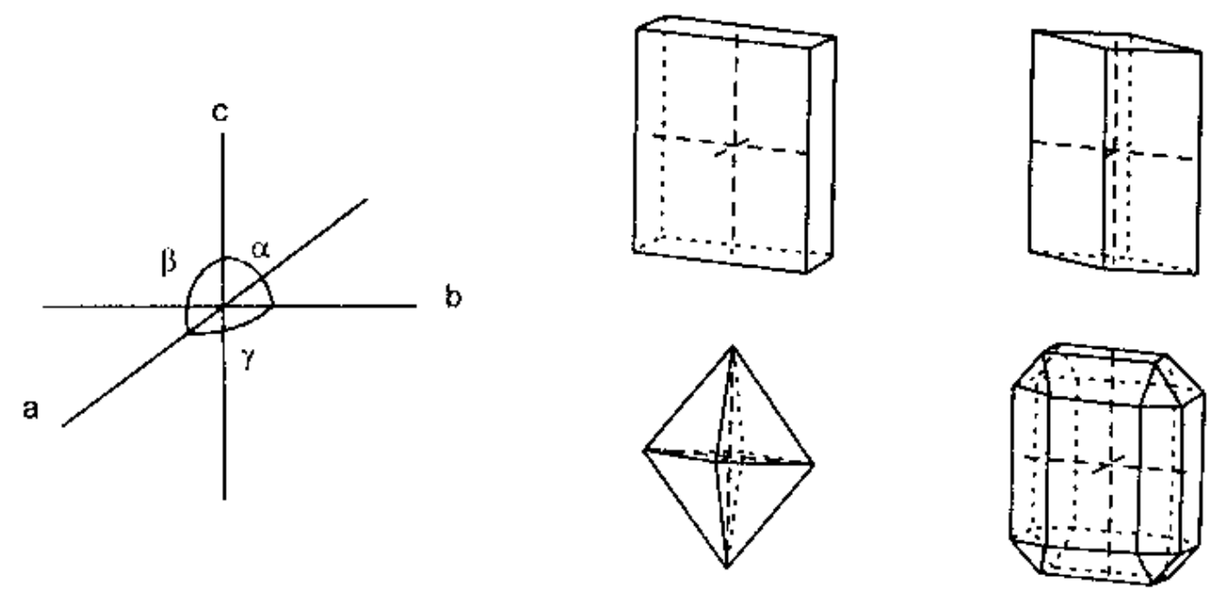
Hình 2.14. **Các hình tinh thể thường gặp của hệ ba phương**

e) Hệ trực thoi

Ba trục vuông góc với nhau nhưng có độ dài khác nhau:

$$a \neq b \neq c; \quad \alpha = \beta = \gamma = 90^0$$

Những hình thường gặp là lăng trụ trực thoi, tháp đôi trực thoi, và hỗn hợp (Hình 2.15).



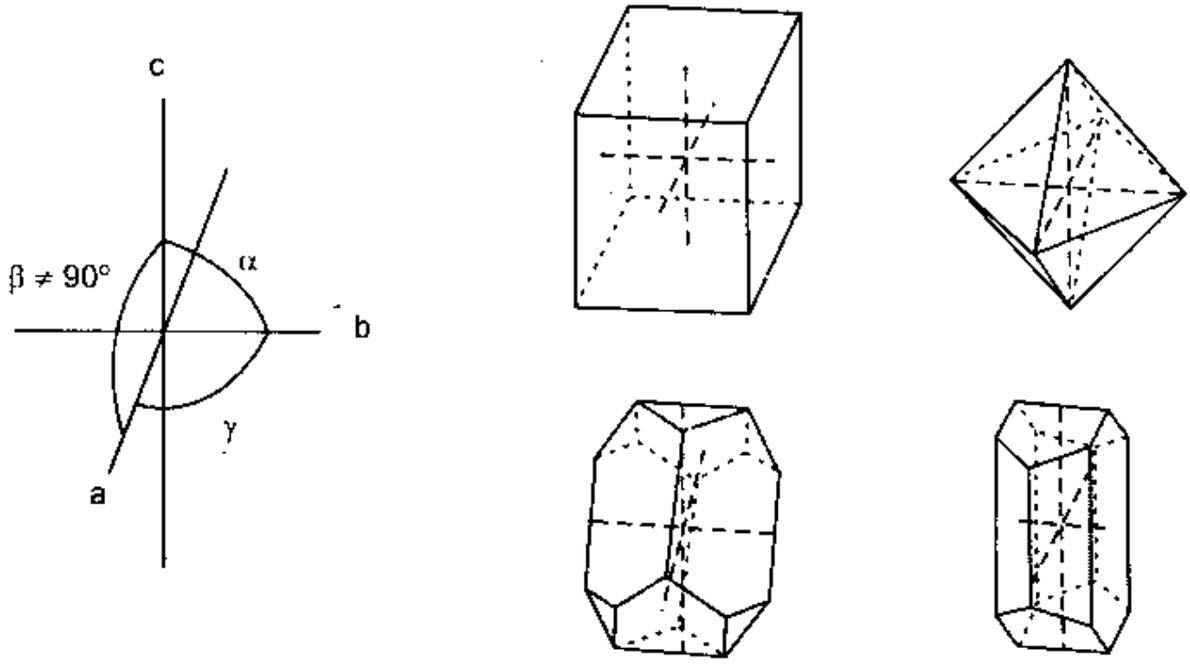
Hình 2.15. **Các hình tinh thể thường gặp của hệ trực thoi**

f) Hệ một nghiêng

Ba trục không bằng nhau, hai trong số đó tạo với nhau một góc nghiêng ($\neq 90^0$), trục thứ 3 (trục b) vuông góc với mặt phẳng tạo nên từ hai trục kia; trục c là trục dài nhất:

$$a \neq b \neq c;\ \alpha = \gamma = 90^0,\ \beta \neq 90^0$$

Những hình thường gặp là lăng trụ, hình hai mặt, và hỗn hợp (Hình 2.16).



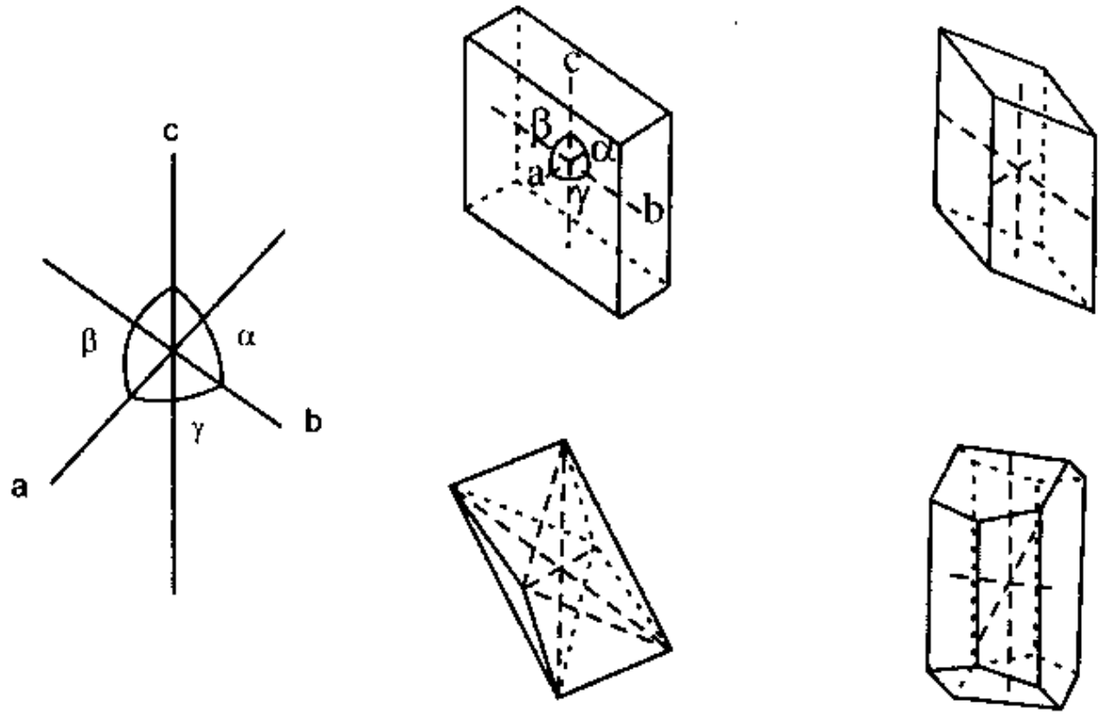
Hình 2.16. **Các hình tinh thể thường gặp của hệ một nghiêng**

g) Hệ ba nghiêng

Ba trục không bằng nhau và cắt nhau các góc khác 90^0:

$$a \neq b \neq c;\quad \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^0$$

Hình thường gặp là hình lăng trụ kết hợp với các hình hai mặt (Hình 2.17).



Hình 2.17. **Các hình tinh thể thường gặp của hệ ba nghiêng**

Hệ tinh thể của các loại đá quý thường gặp được dẫn ra ở Bảng 2.1.

Bảng 2.1. **Sự phân bố của đá quý theo các hệ tinh thể**

Hệ lập phương	Apophylit	Dolomit	Sét trắng	Orthoclas
Almandin	Casiterit	Hematit	Natrolit	Petalit
Analcim	Chalcopyrit	Magnesit	Peridot	Phosphopylit
Andradit	Leucit	Mắt hổ	Prenit	Saphirin
Bạc	Melinophan	Ngọc bích	Purpurit	Serpentin
Cuprit	Phosgenit	Phenakit	Lưu huỳnh	Sphen (titanit)
CZ	Rutil	Prasiolit	Sinhalit	Spodumen
Demantoit	Scapolit	Prustit	Strontianit	Staurolit
Djevalit (CZ)	Sielit	Rodocrosit	Tantalit	Titanit
Fabulit	Tugtupit	Ruby	Tanzanit	Tremolit
Fluorit	Vulfenit	Saphir	Thulit	Vivianit
Galinat	Vezuvian	Siderit	Topaz	Vlasovit
Ganit	Wardit	Smitsonit	Varicit	
GGG	Zircon	Stichit	Viterit	**Hệ ba nghiêng**
Granat		Thạch anh	Zoisit	Amazonit
Grosular	**Hệ sáu phương**	Turmalin		Ambligonit
Hauyn	Apatit	Wilemit	**Hệ một nghiêng**	Biruza
Hesonit	Aquamarin		Azurit	Felspat aventurin
Kim cương	Benitoit	**Hệ trực thoi**	Berylonit	Axinit
Lapis lazuli	Beryl	Adamin	Charoit	Davidit
Magnetit	Cancrinit	Alexandrit	Clinozoisit	Kyanit
Melanit	Emerald	Andalusit	Colemanit	Labrador
Periclas	Nephelin	Anglesit	Crocoit	Microclin
Polucit	Painit?	Anhydrit	Đá Mặt Trăng	Montebrasit
Pyrit	Sugilit	Aragonit	Diopsit	Oligoclas
Pyrop	Taafeit	Barit	Epidot	Pectolit
Senarmontit	Zincit	Boracit	Euclas	Rodonit
Sodalit		Celestin	Thạch cao	Sanidin
Spesartin	**Hệ ba phương**	Cerusit	Hidenit	Ulexit
Sphalerit	Agat	Cordierit	Horblend	
Spinel	Amethyst	Chrysoberyl	Howlit	**Vô định hình**
Topazolit	Aventurin	Danburit	Jadeit	Chrysocola
Tsavolit	Canxedon	Diaspor	Kunzit	Ekanit
Uvarovit	Calcit	Dumortierit	Lazulit	Hổ phách
Vàng	Chrysopras	Enstatit	Legrandit	Moldavit
YAG	Citrin	Hambergit	Malachit	Obsidian
	Corindon	Hemimorphit	Mesolit	Opal
Hệ bốn phương	Cornelian	Hypersten	Nephrit	
Anatas	Dioptas	Kornerupin	Neptunit	

➢ ***Ký hiệu mặt tinh thể***

Để ký hiệu các mặt tinh thể khác nhau trong một tinh thể người ta sử dụng chỉ số Miller. Chỉ số Miller là các số nguyên (h, k, l) và phản ánh vị trí của mặt tinh thể so với các trục tinh thể. Ví dụ, nếu mặt tinh thể song song với một trục tinh thể và cắt hai trục kia thì ký hiệu tương ứng của nó sẽ là (0kl), (h0l) và (hk0) tuỳ theo nó song song với trục nào.

Như ta có thể thấy, từ hệ lập phương đến hệ ba nghiêng, tính đối xứng của tinh thể giảm xuống, hệ lập phương có tính đối xứng cao nhất, hệ ba nghiêng thấp nhất. Người ta chia 7 hệ tinh thể thành 3 nhóm:

– Nhóm đối xứng bậc cao: hệ lập phương.

– Nhóm đối xứng bậc trung: các hệ bốn phương, sáu phương và ba phương.

– Nhóm đối xứng bậc thấp: các hệ trực thoi, một nghiêng và ba nghiêng.

2.2.6. Đặc điểm sinh trưởng của tinh thể trong tự nhiên

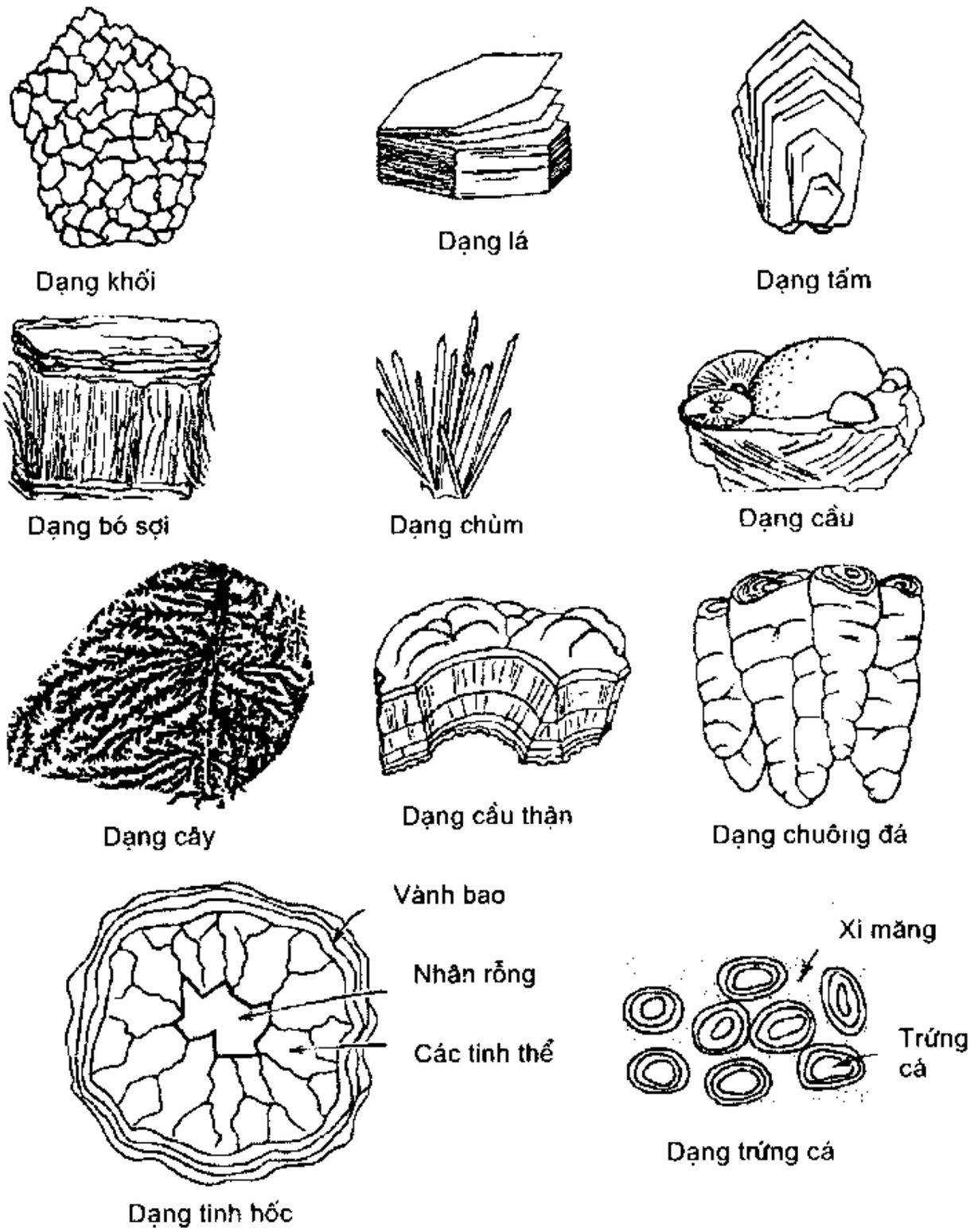
Quá trình sinh trưởng của các tinh thể đá quý trong tự nhiên có thể hình dung một cách đơn giản như sau.

Phần lớn đá quý được hình thành từ các dung dịch hoặc dung thể. Ở nhiệt độ và áp suất cao (ở dưới sâu lòng đất), các chất có thể hoà tan nhiều trong dung thể hoặc dung dịch. Khi nhiệt độ giảm xuống đến một mức nào đó, sẽ tới thời điểm khi mà một chất nào đó không thể tiếp tục hoà tan được nữa. Lúc đó ta có dung dịch (dung thể) bão hoà. Nếu nhiệt độ tiếp tục giảm, chất đó sẽ bị đẩy ra khỏi dung dịch dưới dạng các tinh thể lớn dần. Quá trình sinh trưởng thường diễn ra từ tâm ra ngoài, thành các lớp, các đới (xem Hình 5.1), nhiều khi còn để lại vết tích trên mặt ngoài dưới dạng các vết khía (xem Chương 5).

Sự sinh trưởng của tinh thể phụ thuộc vào tốc độ giảm nhiệt độ và môi trường xung quanh. Nếu nhiệt độ giảm nhanh, chỉ có những tinh thể rất nhỏ được hình thành, tạo nên các tập hợp vi tinh. Trong điều kiện nhiệt độ giảm từ từ trong một không gian rộng rãi, quá trình kết tinh diễn ra chậm và lâu dài, tạo nên các tinh thể lớn hoặc tập hợp của chúng (trong Địa chất học người ta gọi là tinh đám và tinh hốc).

Tuỳ thuộc vào kích thước của các tinh thể khoáng vật hình thành, người ta chia ra:

– *Đơn tinh thể*, là những tinh thể đá quý có kích thước lớn như topaz, thạch anh, turmalin...



Hình 2.18. **Một số dạng tập hợp thường gặp của khoáng vật**

Saphir sao

Saphir tự nhiên

a)

b)

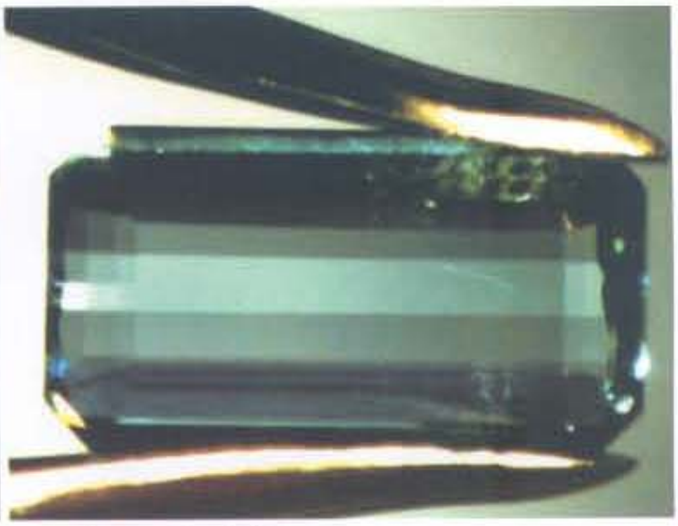
Đồ trang sức từ ruby, saphir

a)

b)

Các tinh thể beryl các màu

Các viên aquamarin thô



Viên aquamarin chế tác

a)

b)

Emerald chế tác (a) và trên hàng trang sức (b)

a)

b)

Alexandrit với hiệu ứng đổi màu đặc trưng

– *Tập hợp đa tinh thể*, kích thước vừa đủ để phân biệt bằng kích lúp hoặc kính hiển vi. Ví dụ về các đá quý thuộc loại này là jadeit và nephrit (ngọc jat)...

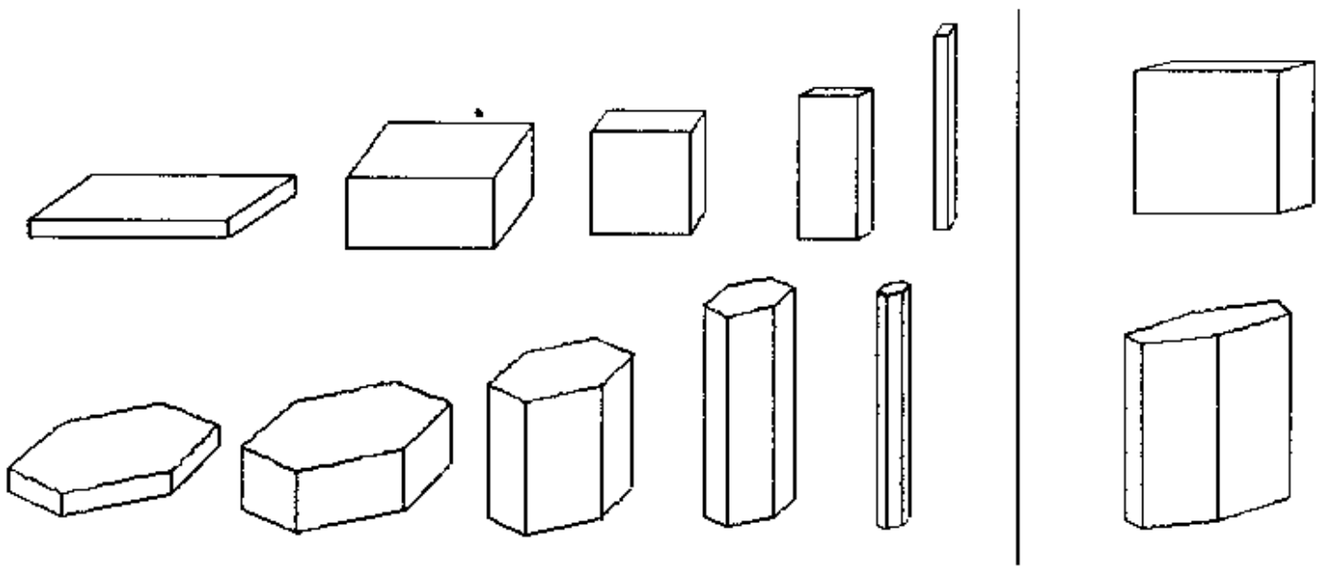
– *Tập hợp ẩn tinh*, kích thước các tinh thể còn nhỏ hơn nữa và khó phân biệt bằng kính hiển vi thông thường. Canxedon và biruza là các đá quý thuộc loại này.

Hình dạng của các tập hợp tinh thể khác nhau được trình bày trên hình 2.18.

a) Dạng quen của tinh thể

Quá trình sinh trưởng của tinh thể phụ thuộc vào thành phần hoá học, lực liên kết hoá học trong tinh thể và điều kiện kết tinh (nhiệt độ và áp suất). Chính vì vậy, mà các tinh thể khoáng vật có thành phần hoá học khác nhau mặc dù cùng thuộc một hệ tinh thể, thường có hình dạng bên ngoài khác nhau. Mỗi loại đá quý lại có những hình dạng tinh thể đặc trưng thường gặp, khác với các loại đá quý khác. Khái niệm đó được gọi là *dạng quen* của tinh thể khoáng vật. Ví dụ kim cương và granat cùng thuộc hệ lập phương, nhưng dạng quen thường gặp của kim cương là hình tám mặt và mười hai mặt, trong khi của granat chủ yếu là hình mười hai mặt và hình tám mặt ba tứ giác (icositetrahedron).

Trong khái niệm dạng quen của khoáng vật còn bao gồm cả *loại tinh thể* và được chia thành *dạng tấm, hay que kéo dài, dạng phân phiến, dạng cột hoặc dạng khối* (Hình 2.19).



***Hình 2.19.* Một số dạng của tinh thể**

Thành phần hoá học cũng như cấu trúc tinh thể của đá quý ít có ý nghĩa giám định, nhưng lại là những nội dung quan trọng để có thể hiểu được bản chất các tính chất giám định (tính chất vật lý) của chúng. Đối với mục đích giám định đá quý, hình dạng đặc trưng bên ngoài (dạng quen) và các dấu hiệu sinh trưởng có ý nghĩa nhất định trong việc phân biệt các loại đá quý với nhau, cũng như phân biệt đá quý tự nhiên và đá tổng hợp, đá xử lý và sản phẩm nhân tạo.

Dạng quen và các dấu hiệu sinh trưởng thường gặp của những loại đá quý phổ biến được trình bày ở Bảng 2.2.

***Bảng 2.2.* Dạng quen và các dấu hiệu sinh trưởng đặc trưng của đá quý**

Tên khoáng vật đá quý	*Hệ tinh thể*	*Dạng quen và dấu hiệu sinh trưởng đặc trưng*
Apatit	Sáu phương	Lăng trụ sáu phương, thường kèm theo tháp (ngoài ra là hình lăng trụ dạng tấm và dạng khối)
Azurit	Một nghiêng	Dạng cột ngắn, tập hợp dạng khối chặt xít
Beryl (emerald, aquamarin)	Sáu phương	Lăng trụ sáu phương, thường có sọc thẳng đứng
Canxedon (mã não)	Ba phương (vi tinh)	Dạng khối, tinh hốc
Chrysoberyl	Trực thoi	Tinh thể dạng lăng trụ; song tinh dạng chu kỳ
Corindon (ruby, saphir)	Ba phương	Lăng trụ sáu phương, tháp đôi, hình tônô (ghép của nhiều tháp đôi)
Felspat (orthoclas) Felspat (microclin, plagioclas)	Một nghiêng Ba nghiêng	Các tinh thể dạng lăng trụ, thường có hình nêm
Fluorit	Lập phương	Hình khối lập phương, hình tám mặt
Granat	Lập phương	Hình mười hai mặt thoi, hình tám mặt ba tứ giác, và hình hỗn hợp từ hai hình trên
Jadeit	Một nghiêng	Dạng tập hợp đa tinh thể, dạng khối
Kim cương	Lập phương	Hình tám mặt, hình mười hai mặt thoi, hình tám mặt ba tứ giác
Lapis lazuli	Lập phương	Tập hợp dạng khối đặc sít

Tên khoáng vật đá quý	*Hệ tinh thể*	*Dạng quen và dấu hiệu sinh trưởng đặc trưng*
Malachit	Một nghiêng	Dạng lăng trụ, dài; tập hợp dạng khối đặc sít
Nephrit	Một nghiêng	Dạng tập hợp đa tinh, khối đặc sít
Opal	Vô định hình (nửa kết tinh)	Tập hợp dạng quả thận hoặc quả nho
Peridot	Trực thoi	Dạng lăng trụ ngắn, có sọc đứng
Rodocrosit	Ba phương	Tinh thể hình mặt thoi, tập hợp dạng khối đặc sít
Rodonit	Ba nghiêng	Tinh thể dạng tấm dẹt, thường dạng khối đặc sít
Scapolit	Bốn phương	Lăng trụ bốn phương, dạng khối
Sodalit	Lập phương	Tinh thể hình mười hai mặt thoi, tập hợp dạng khối
Spinel	Lập phương	Hình mười hai mặt thoi, song tinh, tập hợp dạng khối
Spodumen (kunzit)	Một nghiêng	Lăng trụ, dạng tấm
Thạch anh	Ba phương	Lăng trụ có sọc ngang, kèm theo các hình mặt thoi
Topaz	Trực thoi	Lăng trụ bốn phương kèm hình tháp và hình vòm, có sọc đứng
Turmalin	Ba phương	Lăng trụ ba phương và ba phương kép, tháp ba phương, có sọc đứng
Zircon	Bốn phương	Lăng trụ bốn phương kèm tháp đôi
Zoisit (tanzanit)	Trực thoi	Lăng trụ nhiều mặt, hầu hết có sọc

b) Hiện tượng song tinh

Hiện tượng song tinh là hiện tượng mọc ghép đối xứng của hai hoặc nhiều tinh thể của cùng một chất và tuân theo những quy luật nhất định. Đây là hiện tượng thường gặp đối với một số loại đá quý và tuân theo những quy luật nhất định.

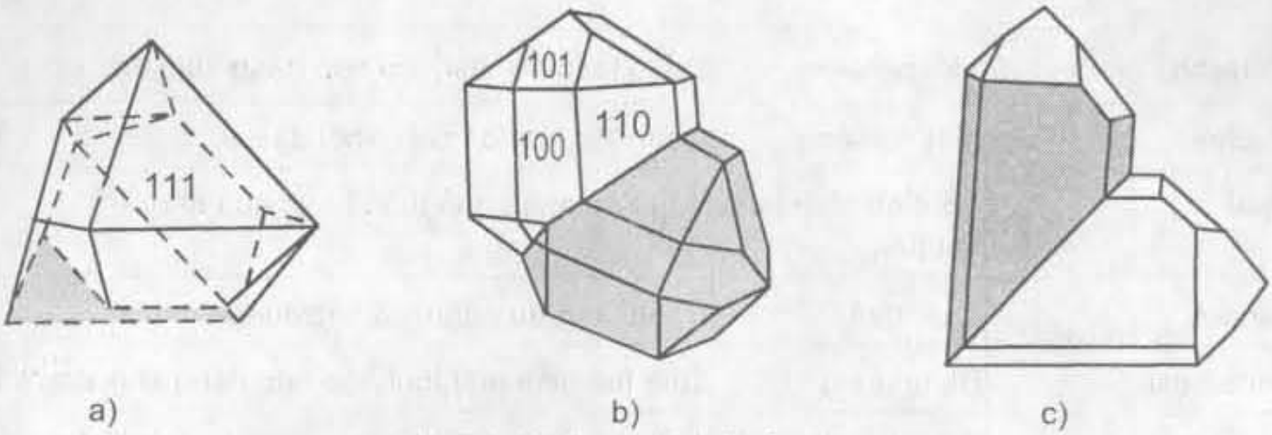
Tuỳ thuộc vào nguồn gốc xuất hiện người ta chia ra:

– *Song tinh sinh trưởng*, liên quan với quá trình sinh trưởng của các tinh thể.

– *Song tinh biến dạng*, xuất hiện do các quá trình biến đổi diễn ra sau khi các tinh thể đã hình thành.

Theo quy luật mọc ghép, song tinh sinh trưởng lại chia thành:

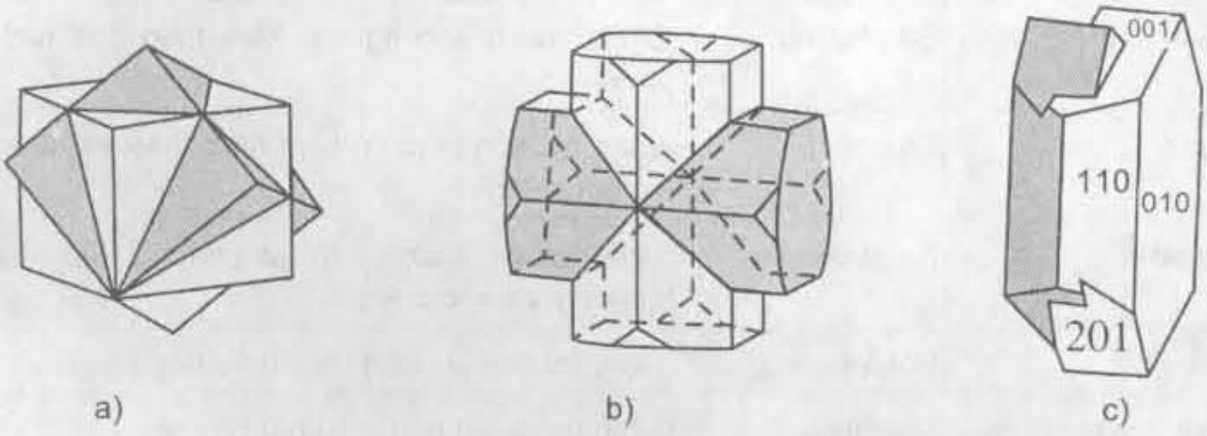
– *Song tinh tiếp xúc*, có một mặt phẳng phân chia hai cá thể, gọi là mặt song tinh (Hình 2.20).



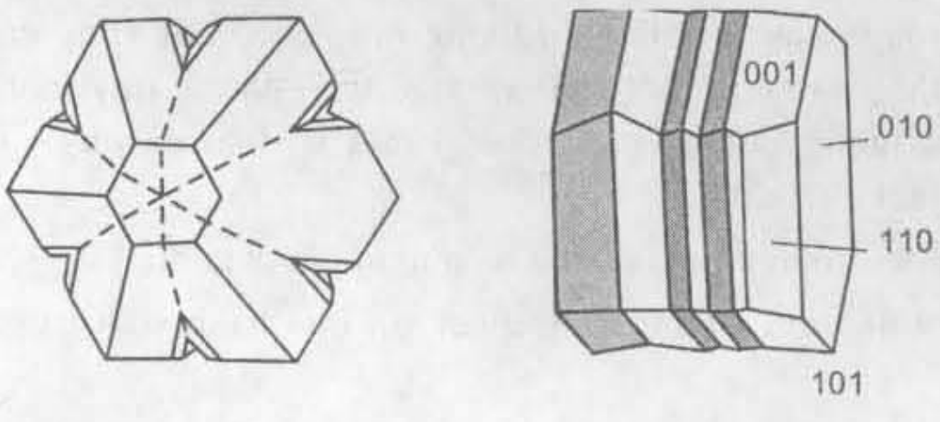
Hình 2.20. **Song tinh tiếp xúc**
a. spinel; b. rutil; c. thạch anh

– *Song tinh thâm nhập*, tạo nên từ các cá thể mọc xuyên vào nhau và quy luật song tinh được xác định bằng phương của trục song tinh (Hình 2.21).

Ngoài ra còn gặp *song tinh đa hợp* (trong albit), *song tinh chu kỳ* hay *song tinh kết vòng* (trong chrysoberyl) (Hình 2.22).



Hình 2.21. **Song tinh thâm nhập**
a. fluorit; b. staurolit; c. orthoclas



Hình 2.22. **Song tinh chu kỳ trong chrysoberyl (a) và song tinh đa hợp trong albit (b)**

c) Hiện tượng đồng hình, đa hình và giả hình

Hiện tượng đồng hình là hiện tượng các chất có thành phần hoá học khác nhau nhưng lại có cùng cấu trúc tinh thể. Ví dụ điển hình là nhóm granat.

Hiện tượng thay thế đồng hình là hiện tượng thay thế một thành phần (nguyên tố) này trong khoáng vật bằng thành phần khác mà vẫn giữ nguyên cấu trúc và hình dạng bên ngoài. Sự thay thế đồng hình phụ thuộc vào kích thước tương đối của các ion thay thế nhau. Chúng thường là những ion có bán kính ion và hoá trị tương tự nhau. Các khoáng vật tạo thành như vậy thường có tính chất vật lý thay đổi từ từ, tạo nên dãy thay thế đồng hình hoặc dãy dung dịch cứng.

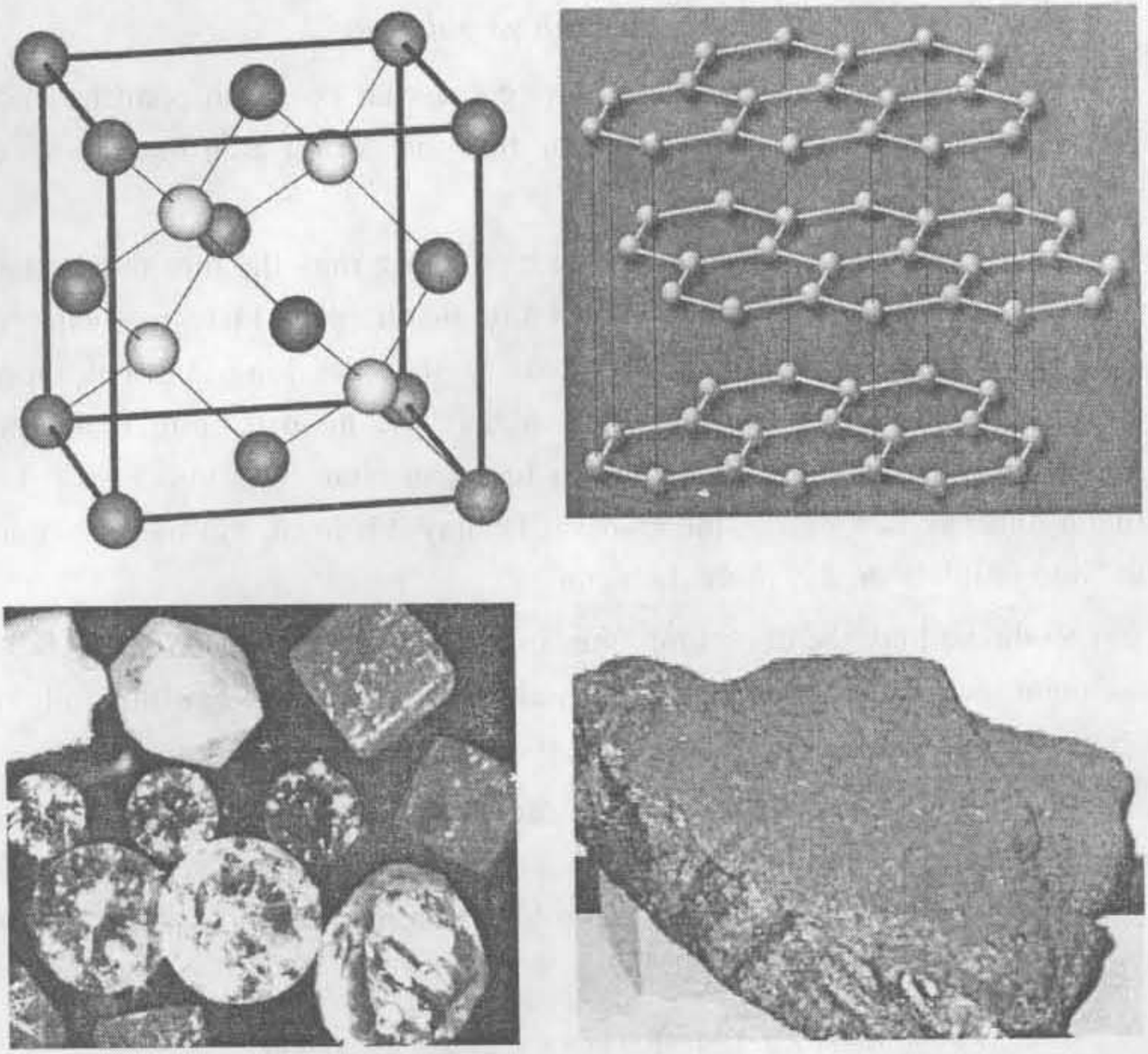
Ví dụ, sự thay thế đồng hình giữa spinel ($MgAl_2O_4$) và ganit ($ZnAl_2O_4$) tạo thành ganospinel; thay thế đồng hình giữa các khoáng vật thuộc nhóm olivin là forsterit (Mg_2SiO_4) và fayalit (Fe_2SiO_4) tạo nên peridot.

Hiện tượng đa hình là hiện tượng các chất có cùng thành phần hoá học nhưng lại có các cấu trúc tinh thể khác nhau. Khi đó chúng sẽ có các tính chất vật lý khác hẳn nhau. Ví dụ điển hình của hiện tượng đa hình là *kim cương và graphit* (Bảng 2.3; Hình 2.23).

***Bảng 2.3.* Tính chất của kim cương và graphit**

Tính chất	*Kim cương*	*Graphit*
Thành phần hoá học	C	C
Hệ tinh thể	Lập phương	Sáu phương
Màu sắc	Không màu, vàng, nâu	Đen
Độ trong suốt	Trong suốt	Đục
Chiết suất	2,41	>2,8
Độ cứng	10	1
Tỷ trọng	3,52	~ 2

Trong quá trình sinh trưởng của tinh thể trong tự nhiên còn gặp hiện tượng một khoáng vật này nhưng lại có dạng quen của khoáng vật hoặc vật thể khác. Đó là hiện tượng giả hình. Thạch anh hoặc canxedon dưới dạng gỗ hoá đá là ví dụ điển hình của hiện tượng này.



Kim cương

Graphit

***Hình 2.23.* Các biến thể đa hình của carbon**

3 CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA ĐÁ QUÝ VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH

3.1. ĐỘ CỨNG

Độ cứng là khả năng chống lại tác động cơ học bên ngoài của viên đá. Các loại đá quý khác nhau có giá trị độ cứng khác nhau, phụ thuộc vào thành phần, cấu trúc tinh thể và tính chất các liến kết hoá học...của chúng. Các tinh thể với liên kết ion thường có độ cứng thấp và trung bình, trong khi với liên kết đồng hóa trị thường có độ cứng cao (kim cương: 10).

Để giám định đá quý người ta chủ yếu sử dụng phương pháp *độ cứng tương đối*. Phương pháp này dựa trên khả năng của viên đá cứng để lại vết vạch trên bề mặt của vật liệu mềm hơn. Độ cứng tương đối (còn gọi là độ cứng do vạch) được xác định theo thang Mohs (tên nhà khoáng vật học người Áo đã sáng chế thang độ cứng tương đối), gồm 10 cấp từ 1 đến 10 (Bảng 3.1).

Bảng 3.1. **Thang độ cứng tương đối Mohs**

Cấp	*Khoáng vật*	*Công thức*	*Phép thử đơn giản*
1	Talc	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	Móng tay có thể vạch được
2	Thạch cao	$CaSO_4.2H_2O$	Móng tay có thể vạch được
3	Calcit	$CaCO_3$	Mũi kim đồng có thể vạch được
4	Fluorit	CaF_2	Mũi kim thép có thể vạch dễ dàng
5	Apatit	$Ca_5(PO_4)_3(F,Cl)$	Mũi kim thép có thể vạch được
6	Orthoclas	$K[AlSi_3O_8]$	Vạch được kính (thuỷ tinh)
7	Thạch anh	SiO_2	
8	Topaz	$Al_2[SiO_4](F,OH)_2$	
9	Corindon (ruby và saphir)	Al_2O_3	
10	Kim cương	C	

Để xác định độ cứng tương đối cần phải có các mẫu chuẩn độ cứng dưới dạng:

– Các bút thử độ cứng (1 – 10).

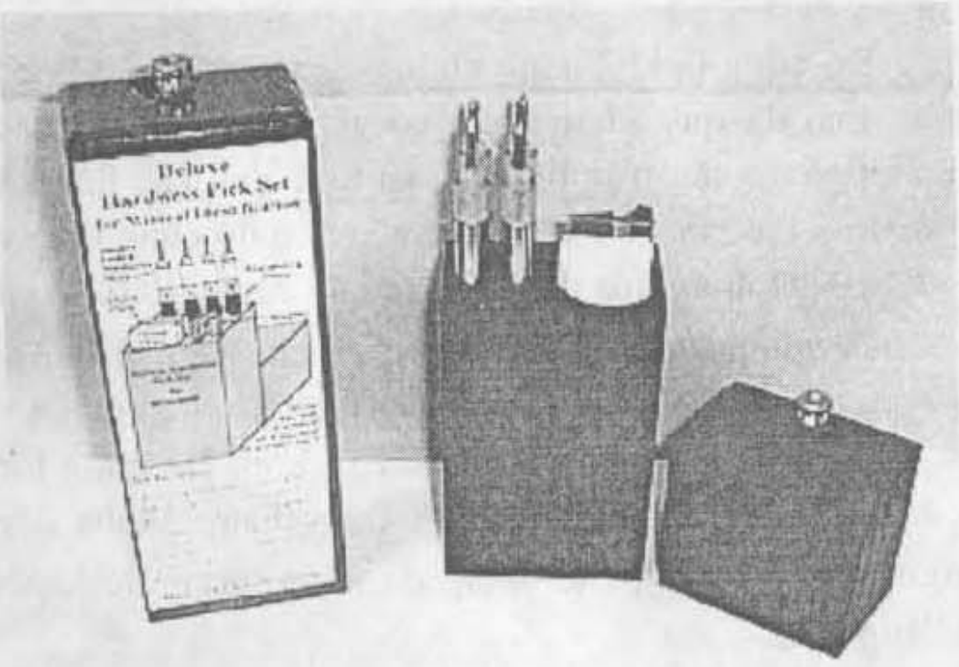
– Các tấm chuẩn độ cứng (1 – 10).

Vật liệu dùng để làm mẫu chuẩn độ cứng có thể là các khoáng vật tự nhiên hoặc các vật liệu tổng hợp có độ cứng xác định. Một số cơ sở ngọc học trên thế giới có sản xuất các bộ mẫu chuẩn độ cứng (Hình 3.1). Ngoài ra nên có một kính lúp hoặc một kính hiển vi soi nổi để quan sát vết vạch để lại được dễ dàng hơn.

Để có kết quả tin cậy khi xác định độ cứng tương đối của viên đá, ta phải thử bằng 2 cách sau:

– Vạch nhẹ đỉnh nhọn hoặc cạnh sắc của viên đá lên bề mặt của tấm độ cứng chuẩn.

– Vạch nhẹ bút độ cứng lên bề mặt viên đá cần thử.



Hình 3.1. **Các bút thử độ cứng tương đối**

Quá trình thử thường bắt đầu từ mẫu chuẩn có độ cứng trung bình trong thang độ cứng và thử xem viên đá có bị vạch bởi mẫu chuẩn hay không. Tuỳ thuộc vào kết quả của lần thử này ta sẽ chọn mẫu chuẩn có độ cứng cao hơn hoặc thấp hơn để thử tiếp cho đến khi xác định được độ cứng của viên đá. Khi mẫu chuẩn để lại vết vạch vừa đủ để quan sát được thì độ cứng viên đá gần bằng hoặc xấp xỉ độ cứng mẫu chuẩn.

Quá trình vạch cần quan sát liên tục dưới kính lúp hoặc kính hiển vi. Để xác định chính xác độ cứng tương đối cần phải thử 2 – 3 lần ở những vị trí khác nhau. Khi dùng bút thử độ cứng cần làm sao cho vết vạch để lại trên viên đá là nhỏ nhất (tránh làm sây sát mẫu). Nói chung chỉ nên thử độ cứng đối với mẫu đá quý thô và khi các phương pháp giám định khác không cho kết quả chắc chắn.

Để xác định độ cứng gần đúng, đặc biệt là ở ngoài thực địa, ta có thể sử dụng một số vật dụng thay thế khác như: miếng thuỷ tinh (độ cứng: 6–7), mũi kim (hoặc mũi dao) bằng thép (5–6), mũi kim đồng (3–4) hoặc móng tay (2–3).

Bảng 3.2 là độ cứng tương đối của những đá quý phổ biến.

***Bảng 3.2.* Bảng độ cứng Mohs của đá quý (theo thứ tự giảm dần)**

Độ cứng tương đối	*Tên đá quý*
10	Kim cương
91/2	Carbua B, moisanit (SiC)
91/4	Carborindon
9	Corindon (ruby, saphir)
81/2	Chrysoberyl
8	Rodizit, spinel, taafeit, topaz
71/2 – 8	Ganit, phenakit
71/2	Almandin (granat), andalusit, beryl (emerald, aquamarin, beryl quý), euclas, fibrolit (silimanit), hambergit, painit, uvarovit (granat)
71/4	Hesonit (granat), pyrop (granat), rodolit (granat), spesartin (granat)
7 – 71/2	Iolit, staurolit, turmalin, zircon cao
7	Axinit, boracit, danburit, dumortierit, jadeit, thạch anh, spodumen
61/2	Benitoit, casiterit, canxedon, chondrodit, demantoit (granat), epidot, hematit, idocras (vezuvian), kornerupin, nephrit, peridot, polucit, sinhalit, zircon thấp
6 – 61/2	Ekanit, marcasit, microclin (felspat), petalit, plagioclas (felspat), pyrit, rutil
6	Amblygonit, cancrinit, columbit, orthoclas (felspat), periclas, prenit, rodonit, scapolit, titanat stronxi, zoisit
51/2 – 61/2	Hauyn, opal
51/2 – 6	Anatas, leucit, melinophan, sodalit, stibiotalctalit, tremolit, biruza
51/2	Brazilianit, cromit, cobaltit, diopsit, enstatit, lazulit, lapis lazuli (lazurit), microlit, moldavit, natrolit, smaltit, sphen, wilemit
5 – 7	Kyanit (thay đổi theo phương)

Độ cứng tương đối	*Tên đá quý*
5 – 6	Clorastrolit, thuỷ tinh thường, hypersten, samarskit
5 – 51/2	Analcit, datolit, nicolit, thomsonit
5	Apatit, augelit, berylonit, dioptas, durangit, herderit, legrandit, mesolit, obsidian, odontolit, pectolit, smitsonit, varicit, wardit
41/2 – 5	Apophylit, breithauptit, sielit, volastonit
41/2	Baytdonit, colemanit, giả malachit
4 – 5	Bowenit, friedelit
4 – 41/2	Zinkit
4	Cuprit, fluorit, malachit, rodocrosit, scorodit
31/2 – 4	Algodolit, azurit, bastit, chalcopyrit, domeyikit, magnesit, đá hoa, penlandit, siderit, sphalerit,
31/2	Celestin, cerusit, san hô, howlit, lepidolit, milerit, mimetit, witerit
3	Anglesit, anhydrit, barit, bornit, phosgenit, verdit
21/2 – 4	Đá huyền, serpentin

3.2. TỶ TRỌNG

3.2.1. Bản chất phương pháp

Tỷ trọng của viên đá là tỷ số giữa trọng lượng trên thể tích của nó:

$$\rho = \frac{m}{v} \qquad (2.1)$$

trong đó: ρ – tỷ trọng viên đá, tính bằng g/cm^3;
m – trọng lượng viên đá, tính bằng g;
v – thể tích viên đá, tính bằng cm^3.

Trong trường hợp ta có các viên đá quý rời (không gắn trên hàng trang sức) và không có vật thể ngoại lai bám vào, việc xác định tỷ trọng sẽ rất có ý nghĩa trong giám định chúng, nhất là khi viên đá đục hoặc có chiết suất cao làm cho việc xác định các tính chất quang học gặp khó khăn.

Xác định tỷ trọng nhằm mục đích giám định đá quý là bản chất của phương pháp này.

Tỷ trọng khoáng vật nói chung dao động trong một khoảng khá rộng, cao nhất 23,0 g/cm^3 (hợp kim Pt–Ir). Trong tự nhiên phổ biến các khoáng vật có tỷ trọng từ 2,5 – 3,5, đa số nhỏ hơn 5 (các silicat, các muối oxi, halogenua). Sunfua và các kim loại tự sinh có tỷ trọng lớn. Theo giá trị tỷ trọng, khoáng vật được chia làm ba nhóm:

– Khoáng vật nhẹ, tỷ trọng dưới 3 g/cm^3. Ví dụ: hổ phách ~ 1, thạch anh 2,65.

– Khoáng vật trung bình: 3 – 4 g/cm^3. Đa số đá quý có tỷ trọng trung bình như kim cương có tỷ trọng 3,5, corindon có tỷ trọng 4,0.

– Khoáng vật nặng, tỷ trọng > 4 g/cm^3. Zircon, CZ là các chất thuộc nhóm này.

Tỷ trọng phụ thuộc vào cấu trúc tinh thể của đá quý. Hai khoáng vật có chung thành phần hóa học nhưng lại có thể khác nhau về tỷ trọng như graphit thuộc hệ sáu phương (tỷ trọng ~ 2) và kim cương thuộc hệ lập phương (có tỷ trọng 3,52). Tỷ trọng cũng phụ thuộc vào thành phần hóa học của khoáng vật đá quý. Đa phần đá quý có giá trị tỷ trọng trung bình.

3.2.2. Các phương pháp xác định tỷ trọng

Tỷ trọng của đá quý hiện nay được xác định chủ yếu bằng 2 phương pháp sau:

a) Phương pháp cân thuỷ tĩnh

Trọng lượng viên đá được xác định bằng cách cân trong không khí (cân khô). Thể tích viên đá được tính bằng cách nhúng nó vào một dung dịch (thường là nước cất tiêu chuẩn). Theo định luật Archimedes, khi nhúng viên đá vào một dung dịch nào đó, trọng lượng của nó sẽ bị mất đi một lượng đúng bằng trọng lượng của khối dung dịch bị viên đá chiếm chỗ. Thể tích của viên đá (cũng là thể tích của khối dung dịch bị chiếm chỗ) bằng trọng lượng của khối dung dịch đó chia cho tỷ trọng của dung dịch bị chiếm chỗ:

$$v = \frac{m - m'}{\rho'} \qquad (2.2)$$

trong đó: m – trọng lượng viên đá trong không khí;

m' – trọng lượng viên đá trong dung dịch;

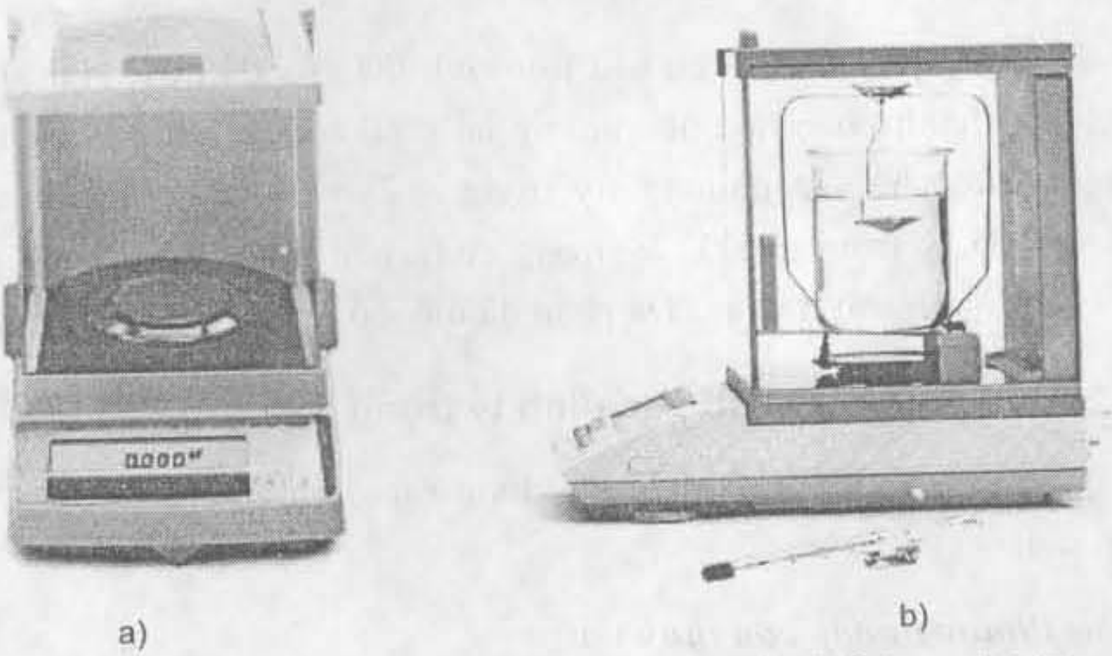
(m – m') – trọng lượng của khối dung dịch bị chiếm chỗ;

ρ' – tỷ trọng của dung dịch.

Nếu dung dịch là nước cất ở điều kiện tiêu chuẩn thì tỷ trọng của nó đúng bằng 1 ($\rho' = 1 g/cm^3$). Từ đó ta có công thức tính tỷ trọng của viên đá bằng phương pháp cân thuỷ tĩnh như sau:

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{m}{m - m'} \qquad (2.3)$$

Để xác định tỷ trọng bằng phương pháp cân thuỷ tĩnh, ta có thể sử dụng các loại cân phân tích khác nhau: cơ học hoặc điện tử (Hình 3.2).



a) b)

Hình 3.2. **Cân phân tích điện tử Mettler Toledo và bộ gá tỷ trọng đi kèm**

Các loại cân này phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

– Độ chính xác (khả năng đọc) từ 10^{-3} đến 10^{-5}g, thường là 10^{-4}g (10^{-2} %);

– Giới hạn cân được tối thiểu phải đạt 40 – 50g.

Các cân này đều phải có bộ gá thích hợp để có thể vừa cân viên đá trong không khí, vừa cân trong dung dịch (xem Hình 3.2, b và 3.3).

Việc xác định tỷ trọng bằng phương pháp cân thuỷ tĩnh gồm các bước sau:

– Cân viên đá trong không khí (cân khô);

– Cân viên đá trong dung dịch (cân ướt). Dung dịch thường được sử dụng là nước cất hai lần;

– Tính tỷ trọng theo công thức (2.3).

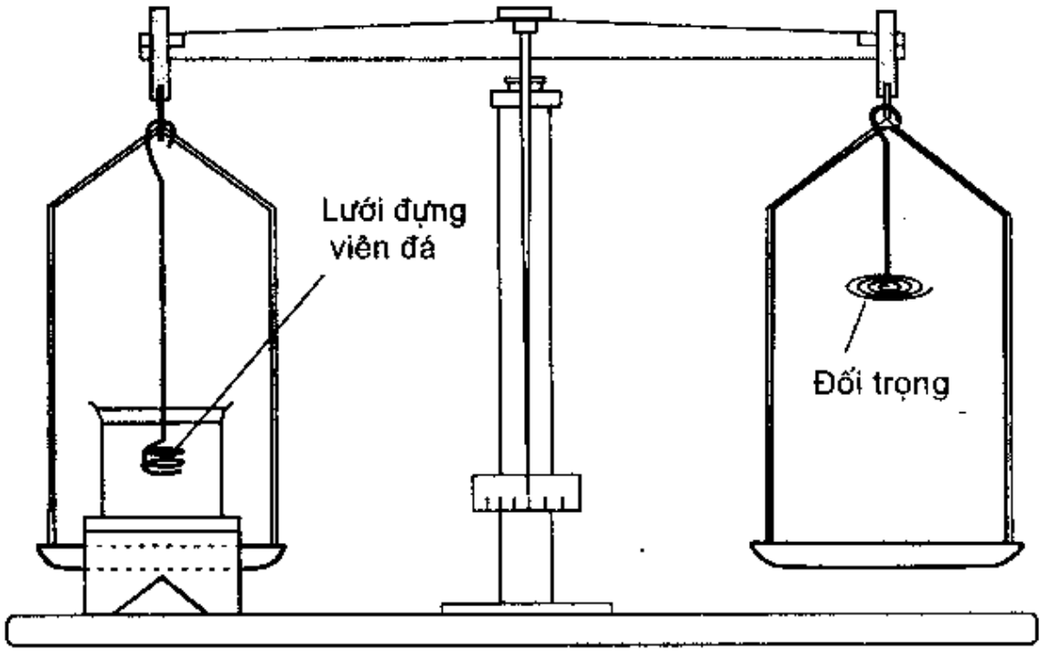
Khi xác định tỷ trọng cần lưu ý:

– Mẫu phải được rửa sạch và sấy khô. Các mẫu có nhiều khuyết tật (lỗ hổng, khe nứt hoặc nhiều tạp chất) thường cho sai số lớn;

– Khi cân trong dung dịch không để các bọt khí bám vào mẫu hoặc lưới;

– Không để mẫu và lưới chạm vào thành cốc;

– Những viên có tỷ trọng nhỏ (hổ phách, nhựa...) cần để cho chìm hẳn trong dung dịch khi cân ướt.



***Hình 3.3.* Sơ đồ xác định tỷ trọng bằng phương pháp cân thuỷ tĩnh**

Mỗi giá trị tỷ trọng cần được xác định tối thiểu 3 lần, sau đó lấy giá trị trung bình. Kết quả cân được lấy với 2 – 3 chữ số sau dấu phảy (đơn vị gam). Hiệu chỉnh giá trị tỷ trọng theo:

– Nhiệt độ dung dịch;

– Theo lực khí tĩnh học khi cân trong không khí;

– Theo độ lệch của các quả cân so với giá trị danh nghĩa.

Sai số tuyệt đối của phương pháp cân thuỷ tĩnh được tính theo công thức Wolf:

$$\Delta\rho = \frac{\rho}{\rho'_{dd}}\Delta\rho'_{dd} + \frac{\rho}{m}\Delta m + \frac{\rho^2}{m\rho'_{dd}}\Delta v$$

trong đó: ρ – tỷ trọng viên đá, g/cm^3;

ρ'_{dd} – tỷ trọng dung dịch, g/cm^3;

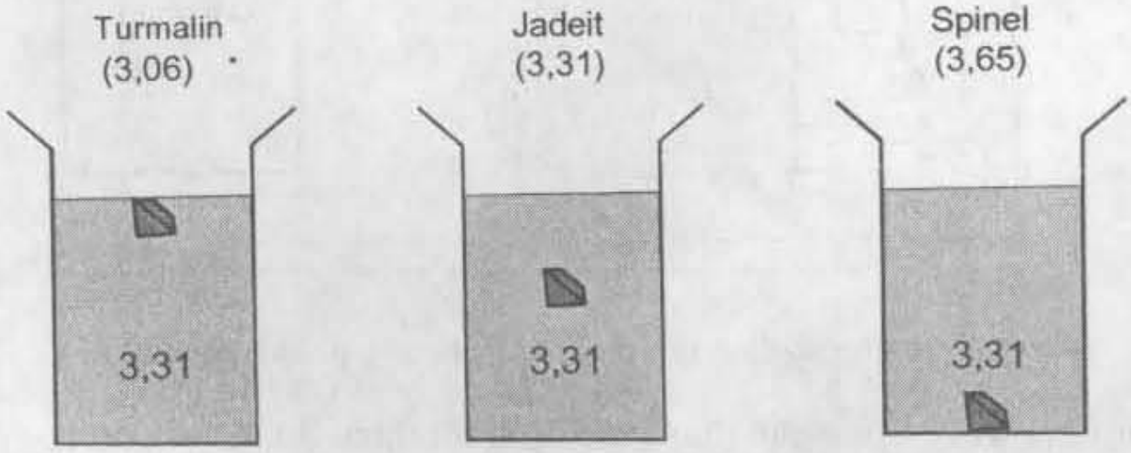
m – trọng lượng viên đá, g;

Δm, Δv, $\Delta \rho'_{dd}$ – các sai số đo tương ứng khi xác định trọng lượng, thể tích và tỷ trọng dung dịch, tính bằng g, cm^3 và g/cm^3.

b) Phương pháp dung dịch nặng

Phương pháp cân thuỷ tĩnh tuy cho kết quả chính xác nhưng đòi hỏi thao tác phức tạp và tính toán khá lâu, phải có cân phân tích với độ chính xác khá cao.

Có một phương pháp khá nhanh và đơn giản để xác định tỷ trọng của đá quý, khoáng vật, dù kết quả chỉ là tương đối. Đó là *phương pháp dung dịch nặng*. Bản chất của phương pháp này như sau. Nếu viên đá được thả vào trong một dung dịch có tỷ trọng thấp hơn tỷ trọng của chính nó, nó sẽ chìm xuống; ngược lại, khi thả một viên đá vào một dung dịch có tỷ trọng cao hơn, viên đá sẽ nổi lên trên mặt. Trường hợp tỷ trọng của viên đá và dung dịch bằng nhau, viên đá sẽ lơ lửng trong dung dịch (Hình 3.4).



Hình 3.4. **Sơ đồ phương pháp dung dịch nặng xác định tỷ trọng**
Bên trái: Viên đá có tỷ trọng nhỏ hơn của dung dịch;
Giữa: Viên đá có tỷ trọng bằng của dung dịch;
Bên phải: Viên đá có tỷ trọng lớn hơn của dung dịch

Cho đến nay các nhà nghiên cứu đã thử nghiệm nhiều dung dịch nặng để xác định tỷ trọng của đá quý và khoáng vật. Yêu cầu đặt ra đối với các dung dịch này là phải có tỷ trọng cao và có khả năng pha trộn với các dung dịch khác để cho các giá trị tỷ trọng khác nhau phù hợp với tỷ trọng của hầu hết các loại đá quý. Thực tế giám định đã cho phép lựa chọn 3 dung dịch nặng đáp ứng tốt nhất các yêu cầu trên, đó là:

1. Bromoform ($CHBr_2$), là một dung dịch không màu, có tỷ trọng 2,86. Tỷ trọng này có thể giảm xuống bằng cách pha với monobromonaphthalene (tỷ trọng = 1,49), với xăng hoặc toluel (tỷ trọng bằng 0,88), trong đó monobromonaphthalene là thích hợp nhất.

2. Iodua methylen (CH_2I_2), tỷ trọng 3,32, có thể pha loãng bằng xăng, toluel hoặc bromoform.

3. Dung dịch Clerici (muối malonat và format Tl trong nước), tỷ trọng 4,15 ở nhiệt độ phòng, có thể pha loãng bằng nước.

Các phòng thí nghiệm, các cơ sở giám định, các doanh nghiệp có thể mua các dung dịch này tại các cửa hàng hoá chất, sau đó chuẩn bị cho mình một số lọ có giá trị tỷ trọng khác nhau. Tỷ trọng của dung dịch được xác định bằng một thiết bị gọi là tỷ trọng kế hoặc một số khoáng vật, đá quý chỉ thị (có tỷ trọng xác định) như:

1. Bromoform pha loãng bằng toluen đến tỷ trọng xấp xỉ 2,5. Chỉ thị: thạch cao 2,3 và đá Mặt Trăng 2,57.

2. Bromoform pha loãng bằng toluen đến tỷ trọng xấp xỉ 2,7. Chỉ thị: thạch anh 2,65 và calcit 2,71.

3. Bromoform tinh khiết có tỷ trọng 2,7. Không cần chỉ thị.

4. Iodua methylen pha loãng bằng bromoform đến tỷ trọng xấp xỉ 3,1. Chỉ thị: turmalin (lơ lửng).

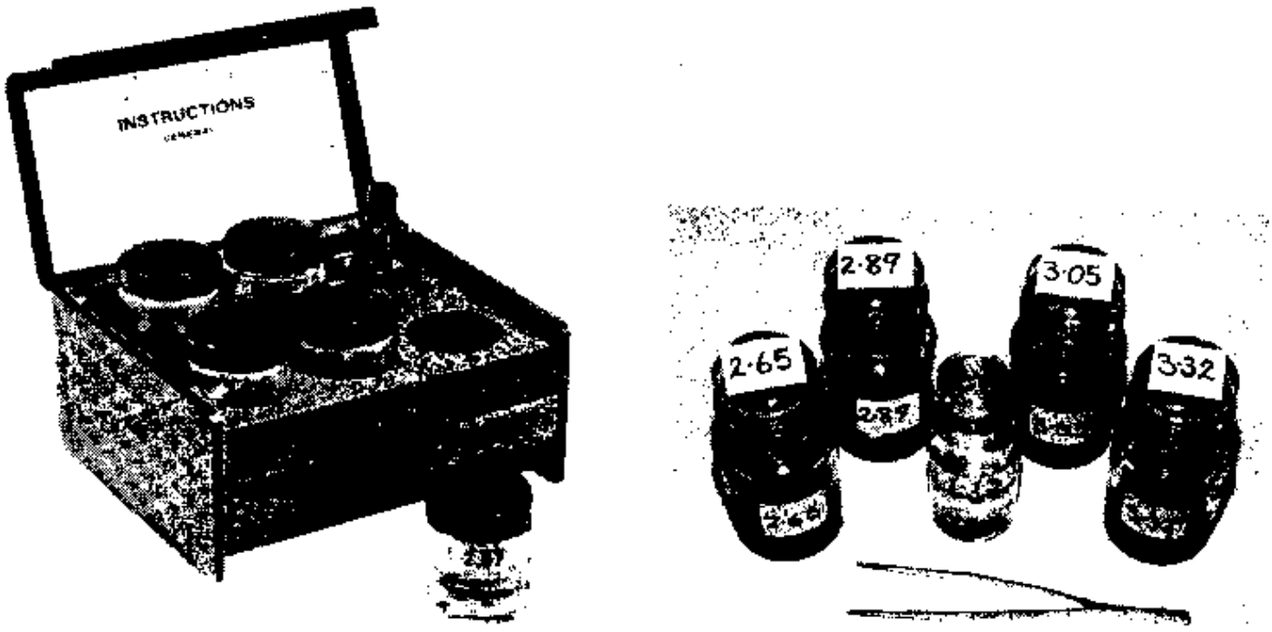
5. Iodua methylen tinh khiết, tỷ trọng 3,32. Không cần chỉ thị.

6. Dung dịch Clerici pha loãng bằng nước đến tỷ trọng xấp xỉ 3,7. Chỉ thị: spinel 3,60 và chrysoberyl 3,73.

7. Dung dịch Clerici pha loãng bằng nước đến tỷ trọng xấp xỉ 4,0. Chỉ thị: ruby tổng hợp (lơ lửng).

Hiện nay một số cơ sở ngọc học trên thế giới (Viện Ngọc học Mỹ – GIA, Hiệp hội Ngọc học Anh) đã sản xuất các bộ dung dịch nặng (Hình 3.5). Một bộ dung dịch như vậy thông thường gồm 4 lọ với các giá trị tỷ trọng 2,65; 2,89; 3,05 và 3,32 được ghi trên từng lọ. Khoảng giá trị tỷ trọng này về cơ bản đáp ứng dải thay đổi tỷ trọng của phần lớn đá quý được con người sử dụng. Ngoài ra, trong bộ dung dịch nặng này còn có 2 lọ dung dịch: một để pha loãng và một để làm tăng tỷ trọng của các lọ trên khi giá trị tỷ trọng của chúng bị thay đổi (do hiện tượng bốc hơi...). Để biết được giá trị tỷ trọng có thay đổi hay không, trong mỗi lọ dung dịch người ta cho

vào một miếng kim loại chỉ thị có tỷ trọng đúng bằng giá trị tỷ trọng ghi trên thành lọ. Nếu miếng kim loại chỉ thị này lơ lửng trong dung dịch thì giá trị tỷ trọng chưa thay đổi, nếu chìm xuống là dung dịch đã bị loãng, và nếu nổi lên – dung dịch đã có tỷ trọng tăng lên.



Hình 3.5. **Bộ dung dịch nặng xác định tỷ trọng đá quý**

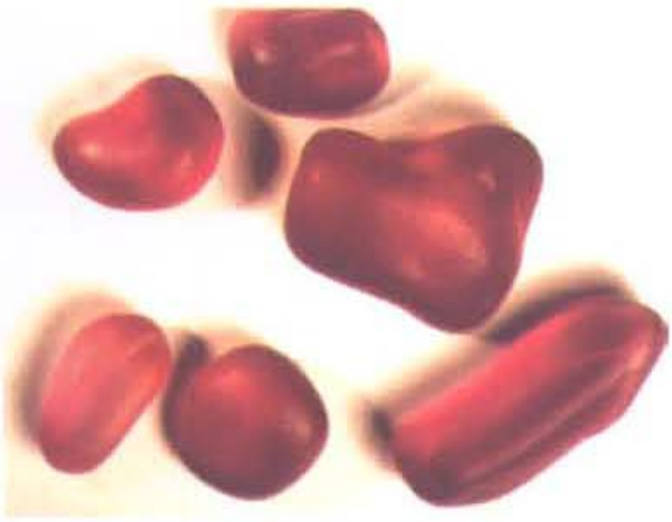
Giá trị tỷ trọng của các đa số các loại đá quý, các khoáng vật và vật liệu liên quan được dẫn ra trong Bảng 3.3.

Bảng 3.3. **Bảng tỷ trọng của đá quý**

Tên khoáng vật đá quý	*Tỷ trọng*	*Tên khoáng vật đá quý*	*Tỷ trọng*
Vàng	15,50 – 19,30	Andalusit	3,05 – 3,20
Bạch kim (platin)	19,00	Actinolit	3,05
Bạc	9,60 – 12,00	Lazulit	3,04 – 3,14
Granat Gadolini Gali (GGG)	7,05	Amblygonit	3,01 – 3,11
Casiterit	6,80 – 7,00	Sausurit	3,00 – 3,40
Serusit	6,45 – 6,57	Fluorit	3,00 – 3,25
Anglesit	6,30 – 6,39	Odontolit	3,00
Sielit	5,90 – 6,10	Brazilianit	2,98 – 2,99
Cuprit	5,85 – 6,15	Montebrasit	2,98
Oxit zirconi lập phương (CZ)	5,60 – 5,90	Danburit	2,97 – 3,03

Chrysoberyl mắt mèo

Các viên spinel thô



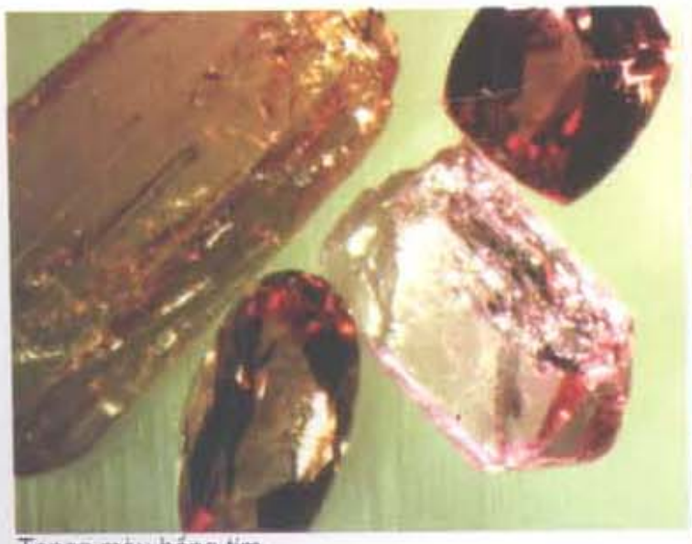
Spinel trong sa khoáng

a)

b)

Tinh thể spinel đặc trưng

Spinel chế tác các mẫu



Topaz màu hồng tím

Các viên topaz thô

Tên khoáng vật đá quý	*Tỷ trọng*	*Tên khoáng vật đá quý*	*Tỷ trọng*
Zinkit	5,66 – 5,68	Grandidierit	2,97 – 3,00
Prustit	5,57 – 5,64	Herderit	2,95 – 3,02
Hematit	5,12 – 5,28	Phenakit	2,95 – 2,97
Titanat stronxi (fabulit)	5,11 – 5,15	Boracit	2,95
Pyrit	5,00 – 5,20	Aragonit	2,93 – 2,95
Bornit	4,90 – 4,54	Nephrit	2,90 – 3,03
Marcasit	4,85 – 4,92	Datolit	2,90 – 3,00
Linobat (niobat liti)	4,64 – 4,66	Polucit	2,85 – 2,94
Granat nhôm ytri (YAG)	4,55	Dolomit	2,85 – 2,93
Barit	4,43 – 4,46	Turmalin	2,82 – 3,32
Witerit	4,27 – 4,79	Prenit	2,82 – 2,94
Rutil	4,20 – 4,30	Berylonit	2,80 – 2,87
Spesartin	4,12 – 4,18	Amolit	2,75 – 2,80
Painit	4,01	Pectolit	2,74 – 2,88
Smitsonit	4,00 – 4,65	Sugilit	2,74
Ganit	4,00 – 4,62	Bitownit (felspat)	2,72 – 2,75
Legrandit	3,98 – 4,04	Calcit	2,69 – 2,71
Ruby	3,97 – 4,05	Aquamarin	2,68 – 2,74
Celestin	3,97 – 4,00	Emerald tự nhiên	2,67 – 2,78
Saphir	3,95 – 4,03	Beryl quý	2,66 – 2,87
Zircon	3,93 – 4,73	Emerald tổng hợp	2,66 – 2,68
Almandin	3,93 – 4,30	Labrador	2,65 – 2,75
Sphalerit	3,90 – 4,10	Thạch anh các màu	2,65
Wilemit	3,89 – 4,18	Vivianit	2,64 – 2,70
Demantoit (granat)	3,82 – 3,85	Aventurin	2,64 – 2,69
Siderit	3,83 – 3,96	Aventurin felspat	2,62 – 2,65
Andradit	3,70 – 4,10	Oligoclas (felspat)	2,62 – 2,65

Tên khoáng vật đá quý	*Tỷ trọng*	*Tên khoáng vật đá quý*	*Tỷ trọng*
Azurit	3,70 – 3,90	Albit (felspat)	2,62
Chrysoberyl	3,70 – 3,78	Ngọc trai	2,60 – 2,85
Staurolit	3,65 – 3,77	San hô	2,60 – 2,70
Benitoit	3,64 – 3,68	Mã não (agat)	2,60 – 2,64
Strontianit	3,63 – 3,79	Gỗ hoá đá	2,58 – 2,91
Pyrop	3,62 – 3,87	Ngọc bích	2,58 – 2,91
Spinel tổng hợp	3,61 – 3,65	Cordierit	2,58 – 2,66
Taafeit	3,60 – 3,62	Canxedon	2,58 – 2,64
Grosular	3,57 – 3,73	Chrysopras	2,58 – 2,64
Periclas	3,56	Mắt hổ (thạch anh)	2,58 – 2,64
Spinel tự nhiên	3,54 – 3,63	Đá Mặt Trăng	2,56 – 2,59
Kyanit	3,53 – 3,70	Amazonit	2,56 – 2,58
Titanit (sphen)	3,52 – 3,54	Charoit	2,54 – 2,78
Kim cương	3,50 – 3,53	Sanidin (felspat)	2,52 – 2,62
Topaz	3,49 – 3,57	Lapis lazuli	2,50 – 3,00
Sinhalit	3,46 – 3,50	Leucit	2,47 – 2,50
Rodocrosit	3,45 – 3,70	Howlit	2,45 – 2,58
Rodizit	3,44	Serpentin (wiliamsit)	2,44 – 2,62
Uvarovit	3,41 – 3,52	Varisit	2,42 – 2,58
Rodonit	3,40 – 3,74	Cancrinit	2,42 – 2,51
Saphirin	3,40 – 3,58	Hauyn	2,40 – 2,50
Hypersten	3,40 – 3,50	Colemanit	2,40 – 2,42
Clinozoisit	3,37	Petalit	2,40
Zoisit (tanzanit)	3,35	Tugtupit	2,36 – 2,57
Vesuvian	3,32 – 3,47	Obsidian	2,35 – 2,60
Epidot	3,30 – 3,50	Hambergit	2,35
Hemimorphit	3,30 – 3,50	Moldavit	2,32 – 2,38

Tên khoáng vật đá quý	*Tỷ trọng*	*Tên khoáng vật đá quý*	*Tỷ trọng*
Peridot (olivin)	3,30 - 3,40	Biruza	2,31 – 2,84
Jadeit	3,30 – 3,38	Apophilit	2,30 – 2,50
Dioptas	3,28 - 3,35	Thomsonit	2,25 – 2,40
Ekanit	3,28 – 3,32	Đá xà phòng	2,20 – 2,83
Kornerupin	3,27 - 3,45	Tectit	2,20 – 2,50
Dumortierit	3,26 – 3,41	Stichit	2,16 – 2,18
Axinit	3,26 – 3,36	Sodalit	2,14 – 2,40
Malachit	3,25 – 4,10	Lưu huỳnh	2,05 – 2,08
Califomit	3,25 – 3,32	Chrysocola	2,00 – 2,45
Silimanit	3,23 – 3,27	Xương động vật	2,00
Moisanit	3,20	Opal	1,98 – 2,50
Diopsit	3,22 – 3,38	Ngà voi	1,70 – 2,00
Enstatit	3,20 - 3,30	Ulexit	1,65 – 1,95
Spodumen	3,17 – 3,19	San hô đen	1,34
Chondroit	3,16 – 3,26	Mai rùa	1,26 – 1,35
Apatit	3,16 – 3,23	Bakelit	1,25 – 1,30
Hidenit	3,15 – 3,21	Đá huyền (gagat)	1,19 – 1,35
Kunzit	3,15 – 3,21	Hổ phách	1,05 – 1,09
Euclas	3,10	Copal (nhựa thông trẻ)	1,03 – 1,10

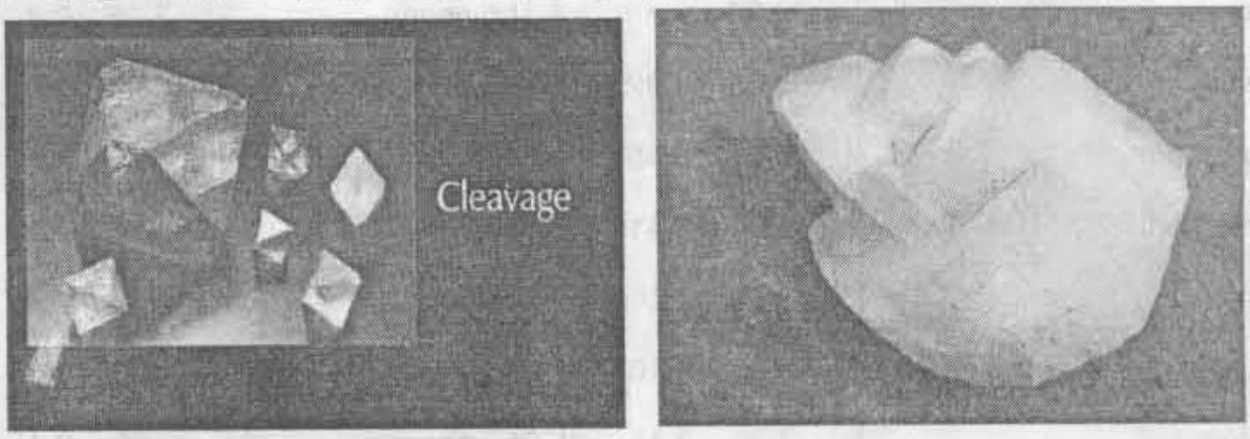
3.3. CÁT KHAI VÀ VẾT VỠ

Cát khai và vết vỡ là hai tính chất cơ lý có thể xác định đồng thời.

3.3.1. Cát khai

Cát khai là tính chất của tinh thể đá quý vỡ dọc theo các mặt phẳng xung yếu tương đối xác định trong tinh thể đá quý. Thông thường các mặt phẳng này nằm giữa các lớp nguyên tử hoặc theo các vị trí có liên kết

nguyên tử yếu nhất và luôn luôn song song với các mặt tinh thể có thể gặp trong tinh thể. Các mặt cát khai không hoàn toàn nhẵn bóng như mặt tinh thể mặc dù chúng rất ổn định và phản chiếu ánh sáng đều. Một số lớn khoáng vật có tính năng tách vỡ theo một hoặc vài phương khác nhau dưới tác dụng của một lực cơ học (Hình 3.6).



a) b)

***Hình 3.6.* Tính cát khai của một số khoáng vật đá quý**

a. Fluorit; b. Calcit

Tuỳ theo chất lượng của mặt cát khai (mức độ tách dễ dàng), người ta phân biệt:

(a) *Cát khai rất hoàn toàn*, khi khoáng vật dễ dàng tách vỡ thành tấm, lớp dọc theo những mặt phẳng nhẵn bóng như gương. Ví dụ: mica, thạch cao.

(b) *Cát khai hoàn toàn*, khi khoáng vật tách vỡ dưới tác dụng một lực cơ học (bị đập nhẹ), mặt cát khai bằng phẳng và có ánh. Ví dụ: calcit, topaz.

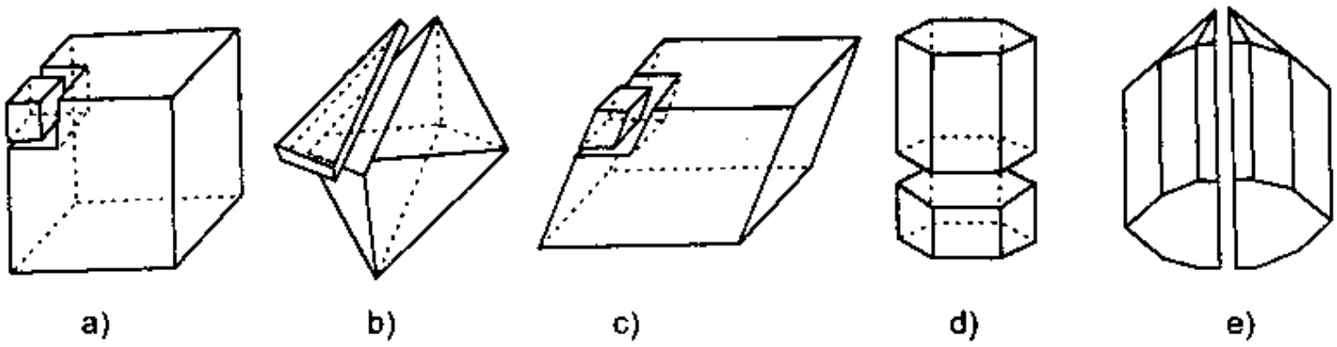
(c) *Cát khai trung bình*, khi mặt tách vỡ có chất lượng thay đổi, chỗ phẳng, chỗ sần sùi. Những chỗ không bằng phẳng là vết vỡ. Ví dụ: felspat, amphibol.

(d) *Cát khai không hoàn toàn*, trường hợp này rất khó phát hiện mặt cát khai phẳng. Ví dụ: apatit, casiterit.

(e) Nhiều khoáng vật đá quý hoàn toàn *không có cát khai*, chỉ có vết vỡ vỏ sò như corindon, beryl...

Ngoài mức độ cát khai còn cần phải phân biệt phương (các phương) cát khai, góc giữa các phương cát khai. Các dấu hiệu này cũng giúp ích nhất định trong giám định đá quý. Ví dụ, topaz là loại đá quý cát khai hoàn toàn theo mặt cơ sở; calcit cát khai hoàn toàn theo các mặt thoi; kim cương

có cát khai hoàn toàn theo 4 phương song song với các mặt của hình bát diện; pyroxen cát khai tốt theo 2 phương cắt nhau một góc gần 90°, trong khi amphibol có các phương cát khai cắt nhau một góc 120° (Hình 3.7).



***Hình 3.7.* Các phương cát khai khác nhau trong đá quý**

a. Theo hình khối lập phương (ví dụ: halit);
b. Theo hình tám mặt (ví dụ: kim cương);
c. Theo hình mặt thoi (ví dụ: calcit);
d. Theo mặt cơ sở (ví dụ: topaz);
e. Theo hình lăng trụ (ví dụ: spodumen)

Ngoài ý nghĩa giám định, tính cát khai cũng cần được lưu tâm khi chế tác đá quý. Thông thường khi chế tác đá quý kiểu mài giác (facet), người ta không bao giờ để cho mặt bàn (table) song song với phương cát khai, vì chúng rất dễ bị vỡ tách theo phương này. Ví dụ như topaz luôn có phương cắt khai hoàn toàn song song với mặt cơ sở vì vậy khi chế tác topaz ta phải tránh không để mặt bàn song song với phương này.

Tính cát khai của các loại đá quý được dẫn ra trong Bảng 3.4.

***Bảng 3.4.* Tính cát khai của một số đá quý**

Phương cát khai	*Tên đá quý*
Theo hình tám mặt	Kim cương, fluorit
Theo hình mười hai mặt	Sodalit, sphalerit
Theo các mặt thoi	Calcit, dioptas, rodocrosit, smitsonit
Theo mặt cơ sở	Topaz, wilemit, zinkit
Theo hình song diện (pinacoid)	Amblygonit, berylonit, brazilianit, cordierit, epidot, euclas, felspat, thạch cao, hambergit, kyanit, peridot, silimanit, zoisit
Theo hình lăng trụ	Diopsit, enstatit, kornerupin, rodonit, scapolit, sphen, spodumen

3.3.2. Vết vỡ

Vết vỡ là tất cả các mặt vỡ của viên đá trừ các mặt cát khai. Tuỳ tính chất của các mặt vỡ mà người ta phân biệt:

– Vết vỡ vỏ sò: gồm một số các riềm gờ tương đối đồng tâm giống như trên vỏ các con sò.

– Vết vỡ không đều.

– Vết vỡ nham nhở (lỗ chỗ): trên bề mặt có các lỗ nham nhở.

– Vết vỡ dạng bậc thang (trong những viên đá có cát khai hoàn toàn).

– Vết vỡ nứt nẻ: trên bề mặt có các đường nứt nẻ không đều.

Thông thường trong những loại đá quý có cát khai hoàn toàn thì khó quan sát được vết vỡ. Hầu hết đá quý đều có vết vỡ vỏ sò.

Tính cát khai và vết vỡ chủ yếu chỉ quan sát được ở đá quý thô.

Một số khoáng vật đá quý lại có khía tách (giả cát khai) thay vì cát khai (xem Chương 5 và Hình 5.7). Sự tách khía này hay xảy ra dọc các mặt xung yếu hơn là theo các phương tinh thể học nào đó. Trong corindon tách khía xảy ra dọc theo các phương của song tinh dạng tấm (đa hợp).

3.4. TÍNH DẪN NHIỆT

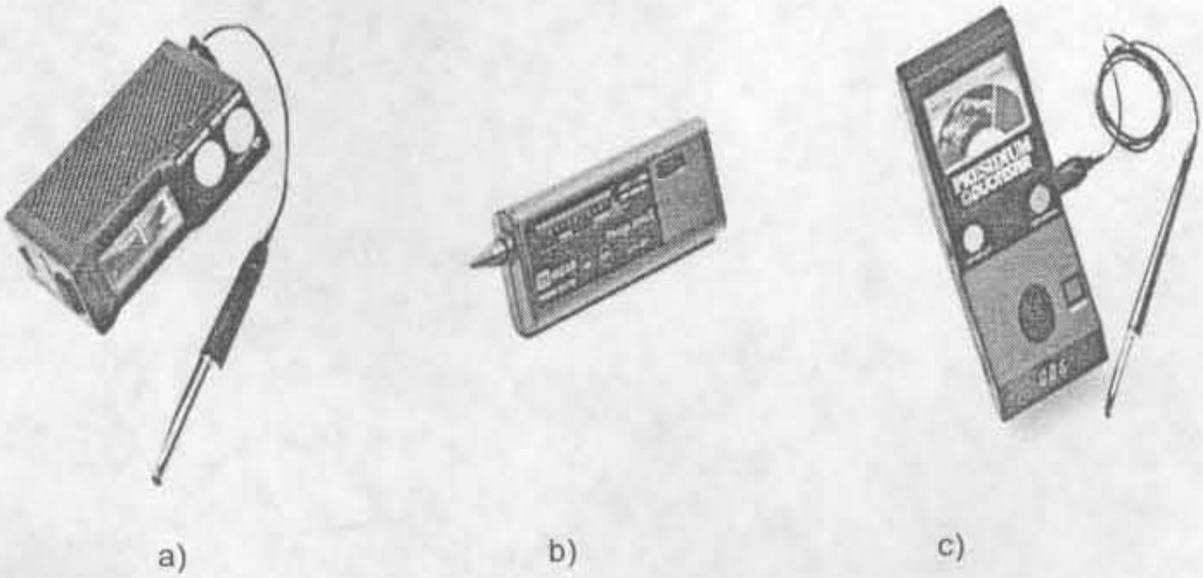
Khác với các kim loại, đa số đá quý đều là các chất dẫn nhiệt kém. Chỉ duy nhất có một loại đá quý là kim cương lại có độ dẫn nhiệt rất tốt, thậm chí còn cao hơn cả một số kim loại như đồng, bạc. Ví dụ, ở nhiệt độ phòng độ dẫn nhiệt của kim cương dao động trong khoảng từ 1000 W $m^{-1}°C^{-1}$ (kim cương kiểu I) đến 2600 W m^{-1} $°C^{-1}$ (kim cương kiểu II a), các đá quý còn lại có độ dẫn nhiệt không vượt quá 40 W $m^{-1}°C^{-1}$, cao nhất sau kim cương là corindon có độ dẫn nhiệt là 40 W $m^{-1}°C^{-1}$. Chính tính chất đặc biệt này đã được sử dụng để phân biệt kim cương với các hầu hết các đá thay thế nó (Bảng 3.5).

Thiết bị được sử dụng trong phương pháp này có tên gọi là bút thử kim cương – Diamond Tester hoặc Diamond Probe (Hình 3.8).

Các bút thử kim cương khác nhau có thể khác nhau về thiết bị dò nhiệt được sử dụng (thermistor hoặc cặp nhiệt), phương pháp báo tín hiệu (bằng kim chỉ, bằng số, bằng đèn và cả âm thanh).

Bảng 3.5 **. Độ dẫn nhiệt của một số đá quý và kim loại**

Chất	*Độ dẫn nhiệt* ($W\,m^{-1}\,°C^{-1}$)
Kim cương	1000 – 2600
Bạc	430
Đồng	390
Vàng	320
Bạch kim (platin)	70
Corindon	40
Zircon cao	30
YAG	15
GGG	8
Rutil	8
Thạch anh	8
CZ	5
Thuỷ tinh	1



a) b) c)

Hình 3.8. **Một số loại bút thử kim cương khác nhau**

Để thử một viên đá ta chỉ cần cho đầu bút thử tiếp xúc vừa đủ với một bề mặt nhẵn, sạch và khô của nó. Các tín hiệu sẽ cho phép phân biệt kim cương với các chất thay thế nó (diamond imitations).

Khi sử dụng bút thử kim cương cần phải lưu ý đến một số điều sau đây:

– Đây là bút thử nhiệt chứ không phải là bút thử độ cứng như một số người lầm tưởng. Vì vậy khi thử không nên ấn mạnh.

– Độ dẫn nhiệt của đá phụ thuộc vào nhiệt độ bên ngoài cũng như kích thước của nó.

– Tiếp xúc nhiệt giữa viên đá và bút thử phụ thuộc vào độ sạch và khô của vị trí thử. Nói chung nên thử vài ba lần trước khi có kết luận cuối cùng.

– Phương pháp này cho phép phân biệt kim cương với hầu hết các đá giống nó (đá tổng hợp, sản phẩm nhân tạo hay đá tự nhiên), chỉ trừ một loại đá tổng hợp mới xuất hiện vài năm gần đây trên thị trường là moisanit. Moisanit có công thức SiC, có độ dẫn nhiệt tương đương kim cương và không thể phân biệt được bằng bút thử kim cương thông thường. Trong trường hợp này ta cần sử dụng kết hợp các kỹ thuật khác như tỷ trọng, đặc tính quang học..., hoặc sử dụng một thiết bị chuyên dụng là *bút thử moisanit*.

Gần đây đã xuất hiện loại bút thử kết hợp đo cả độ dẫn nhiệt và hệ số phản xạ của đá quý (xem Hình 3.8, c). Nó không chỉ cho phép phân biệt giữa kim cương với các đá thay thế nó mà còn xác định được tên gọi của các đá thay thế cụ thể.

4 CÁC TÍNH CHẤT QUANG HỌC CỦA ĐÁ QUÝ VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH

Trong các tính chất vật lý của đá quý, tính chất quang học có ý nghĩa quan trọng nhất đối với việc giám định đá quý vì việc giám định đá quý chỉ cho phép sử dụng các phương pháp không gây phá huỷ mẫu (mà các phương pháp quang học đều thuộc nhóm phương pháp này). Hơn nữa, tính chất quang học còn quyết định vẻ đẹp (màu sắc, các hiệu ứng quang học), tức là quyết định chất lượng và giá trị của đá quý.

Có thể định nghĩa một cách đơn giản như sau: tính chất quang học là hiệu ứng tương tác giữa đá quý và ánh sáng (chủ yếu là ánh sáng nhìn thấy).

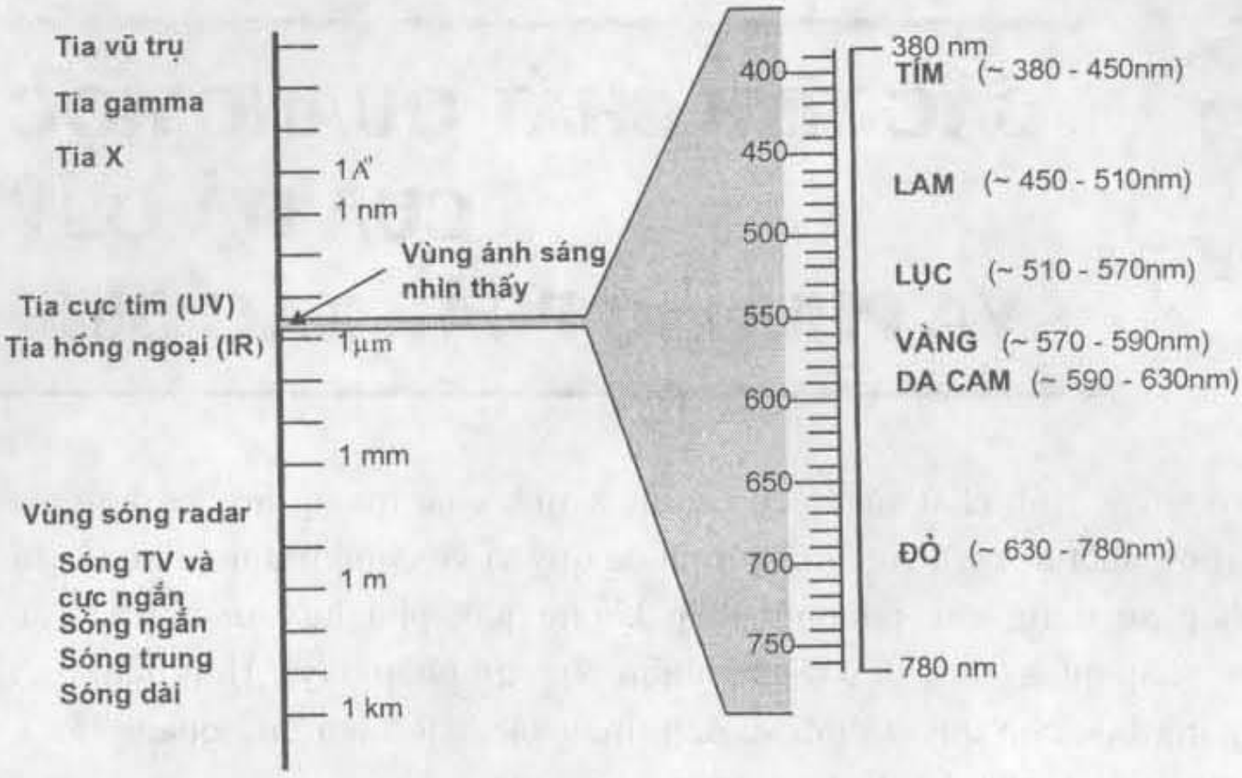
4.1. TÍNH CHẤT QUANG HỌC CHUNG CỦA ĐÁ QUÝ

Sự tương tác giữa ánh sáng và bất kỳ một loại đá quý nào (kết tinh hoặc không kết tinh, đẳng hướng hoặc dị hướng quang học) đều dẫn đến các hiện tượng quang học nhất định, trong đó quan trọng nhất là *sự khúc xạ ánh sáng, sự phản xạ ánh sáng, sự hấp thụ và truyền qua của ánh sáng (tạo màu) và sự phát quang.*

4.1.1. Bản chất ánh sáng

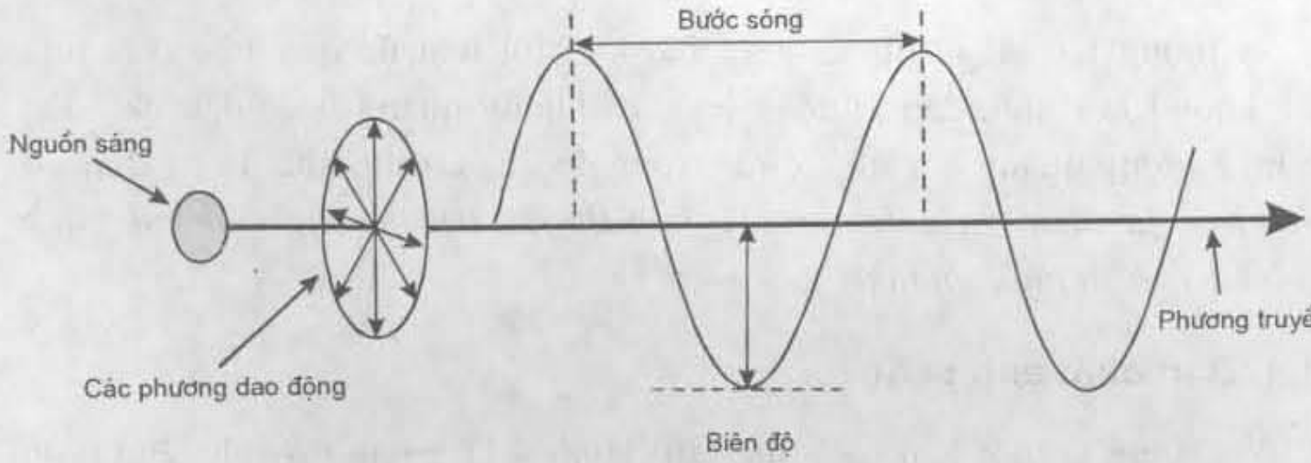
Ánh sáng là một loại sóng điện từ (Hình 4.1), trong đó ánh sáng nhìn thấy chỉ chiếm một phần rất nhỏ của phổ điện từ. Các sóng điện từ tạo nên một dãy liên tục từ sóng vô tuyến, có bước sóng cỡ hàng nghìn mét, đến các tia vũ trụ với bước sóng khoảng 10^{-12}m.

Vùng ánh sáng có bước sóng nằm trong khoảng 380 – 780 nm là vùng ánh sáng nhìn thấy (mắt người có thể thấy được). Ánh sáng ứng với mỗi bước sóng trong dải phổ này gọi là ánh sáng đơn sắc (một màu) như ánh sáng màu tím, lam, lục, vàng, da cam, đỏ... Tập hợp tất cả các ánh sáng đơn sắc trong vùng nhìn thấy tạo nên ánh sáng trắng (ánh sáng khả kiến).



Hình 4.1. **Phổ điện từ và vùng ánh sáng nhìn thấy**

Sóng ánh sáng chuyển động theo các đường thẳng và dao động theo mọi phương trong không gian vuông góc với phương truyền ánh sáng (Hình 4.2).



Hình 4.2. **Sự chuyển động của sóng ánh sáng**

Sóng ánh sáng được xác định bằng *bước sóng* (ký hiệu λ), là khoảng cách giữa hai đỉnh kế cận, và *biên độ* (ký hiệu A), là khoảng cách từ phương truyền đến đỉnh sóng. Bước sóng xác định màu sắc và biên độ của ánh sáng. Ánh sáng có bước sóng càng dài thì biên độ càng nhỏ (Hình 4.3). Ánh sáng của một bước sóng đơn lẻ gọi là ánh sáng *đơn sắc*.

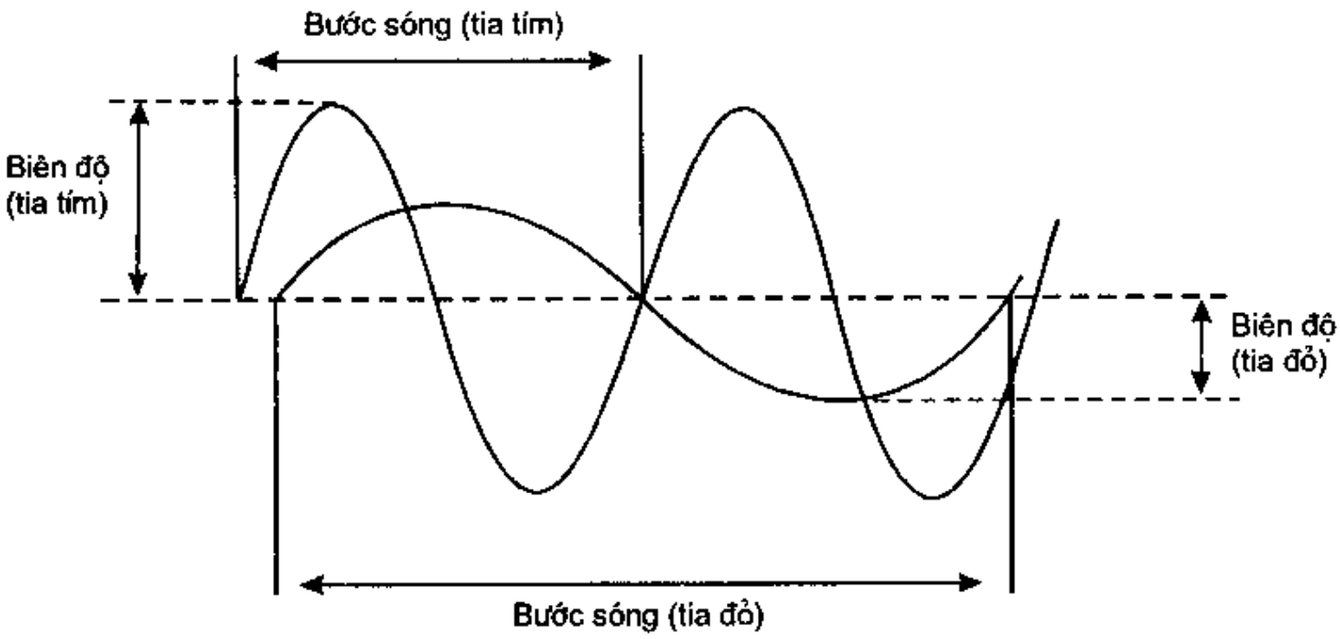
Bước sóng được tính bằng các đơn vị ăngxtrom (Å), nanomet (nm) hoặc micromet (μm):

$1\ Å = 10^{-10}\ m = 10^{-7}\ mm$

$1\ nm = 10^{-9}\ m = 10^{-6}\ mm$

$1\ \mu m = 10^{-6}\ m = 10^{-3}\ mm$

Như vậy: 1 nm = 10 Å.



Hình 4.3. **Tương quan giữa bước sóng và biên độ sóng ánh sáng**

Ánh sáng còn được đặc trưng bởi *cường độ và tần số*. Cường độ ánh sáng tỷ lệ với bình phương biên độ ánh sáng. Tần số ánh sáng, ký hiệu ν, là số lần ánh sáng đi qua một điểm cố định trong một giây.

Tốc độ ánh sáng c được tính theo công thức:

$$c = \nu \cdot \times \lambda$$

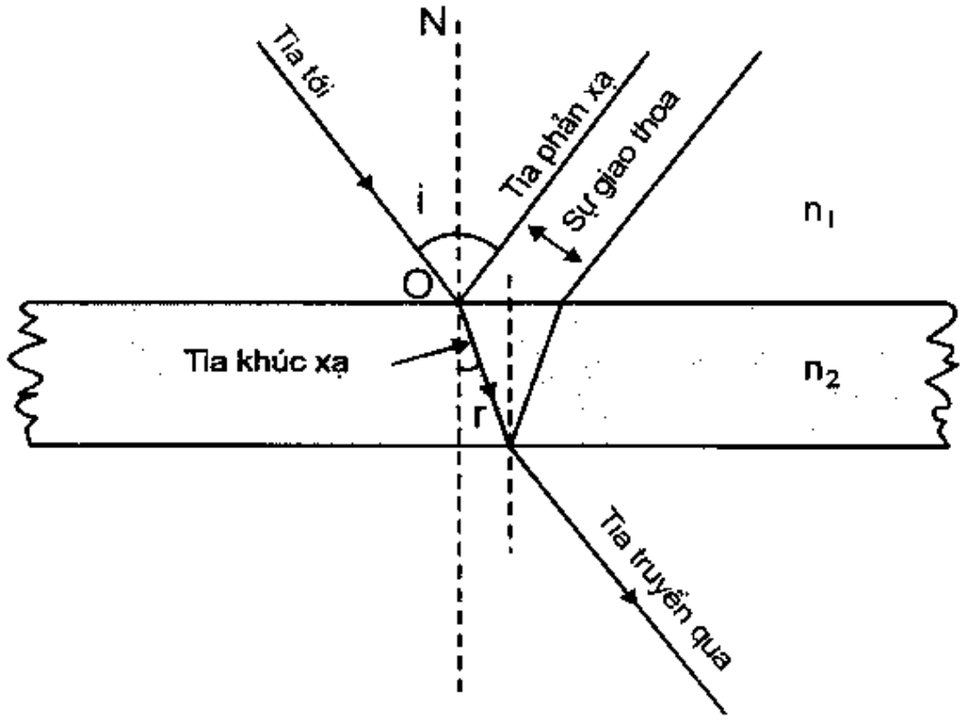
Tốc độ ánh sáng trong chân không xấp xỉ 300.000 km/s.

Ánh sáng vừa có tính chất sóng vừa có tính chất hạt. Mặc dù bình thường chúng ta cảm nhận ánh sáng có vẻ như liên tục, nhưng trên thực tế nó là các bức xạ dạng xung ngắt quãng (với tần số rất cao) và có năng lượng tương ứng nhất định.

4.1.2. Sự khúc xạ, phản xạ và hấp thụ ánh sáng (chiết suất, ánh, sự tán sắc chiết suất và phổ hấp thụ)

Nhìn chung khi ánh sáng tương tác với đá quý (hay vật thể bất kỳ), những hiện tượng quang học đặc trưng nhất thường xảy ra là *sự khúc xạ ánh sáng, sự phản xạ ánh sáng và sự hấp thụ (truyền qua) ánh sáng.*

Trong trường hợp tổng quát, khi ánh sáng chiếu vào một vật thấu quang dưới một góc khác 90^0, một phần ánh sáng bị phản xạ, một phần đi vào vật (bị bẻ gãy và hấp thụ), phần còn lại truyền qua mẫu (Hình 4.4).



Hình 4.4. **Sự tương tác giữa ánh sáng và vật**

Sự khúc xạ và phản xạ ánh sáng tuân theo 2 định luật của Snell (một nhà khoa học người Đức):

– Góc tới bằng góc phản xạ.

– Tia tới, tia phản xạ và pháp tuyến cùng nằm trong một mặt phẳng. Khi ánh sáng truyền từ môi trường có mật độ quang học thấp hơn (môi trường I) vào môi trường quang học đặc hơn (môi trường II), ánh sáng sẽ bị bẻ gãy (khúc xạ) về phía pháp tuyến.

Hiện tượng khúc xạ được đặc trưng bằng một hằng số có tên gọi là chỉ số khúc xạ (hay chiết suất), thường được ký hiệu là n (hoặc RI – refractive index):

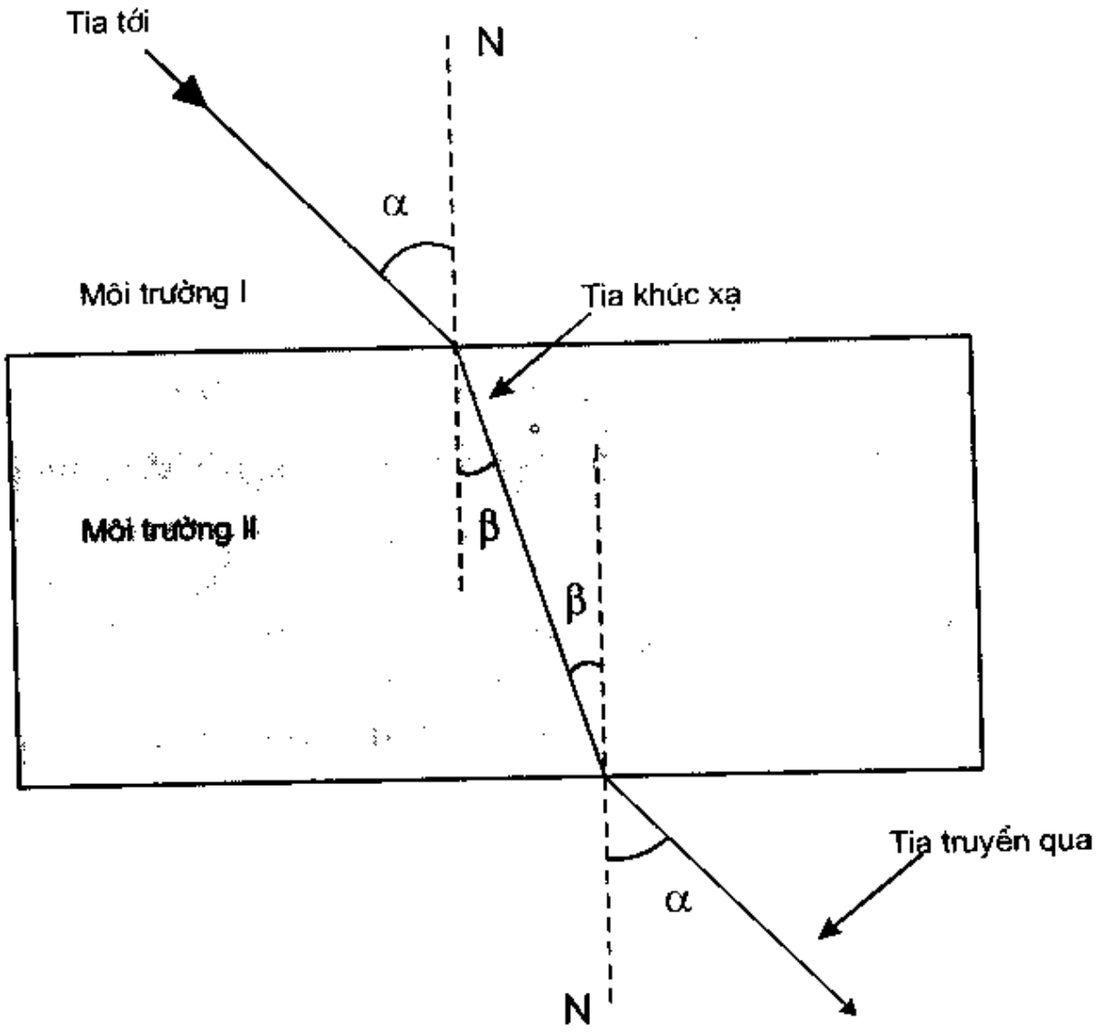
$$n = \frac{\text{Vận tốc ánh sáng trong không khí}}{\text{Vận tốc ánh sáng trong vật}} \qquad (4.1)$$

Ví dụ, chiết suất n của kim cương là 2,41 có nghĩa là khi ánh sáng đi từ không khí vào kim cương, vận tốc của nó giảm đi 2,41 lần.

Các định luật của Snell cũng chỉ ra rằng khi ánh sáng truyền từ môi trường này vào môi trường khác, giữa chỉ số khúc xạ của chúng và các góc tới, góc khúc xạ có sự liên hệ bằng công thức sau (Hình 4.5).

$$\frac{\text{Sin}\,\alpha}{\text{Sin}\,\beta} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (4.2)$$

trong đó: α – góc tới; β – góc khúc xạ; n_1 – chiết suất môi trường I;
n_2 – chiết suất môi trường II.



***Hình 4.5.* Sự khúc xạ ánh sáng**

Nếu môi trường I là không khí (quy định cho n = 1) thì ta sẽ có:

$$n_2 = \frac{\text{Sin}\alpha}{\text{Sin}\beta},$$

tức là, nếu môi trường II là viên đá thì chiết suất của nó sẽ được tính theo công thức sau:

$$n = \frac{v_{kk}}{v_{vd}} = \frac{\text{Sin}\alpha}{\text{Sin}\beta} \qquad (4.3)$$

trong đó: v_{kk} – vận tốc ánh sáng trong không khí;
v_{vd} – vận tốc ánh sáng trong viên đá.

Sự phản xạ và hấp thu ánh sáng được đặc trưng bằng các đại lượng là *hệ số phản xạ (R) và chỉ số hấp thụ (k)*. Cũng như chỉ số khúc xạ, hệ số phản xạ R và chỉ số hấp thụ k là các hằng số đối với mỗi vật.

Trường hợp tia sáng tới vuông góc với mặt phân cách giữa hai môi trường, chỉ số khúc xạ, hệ số phản xạ và chỉ số hấp thụ liên hệ với nhau bằng phương trình Fresnell:

$$R = \frac{(n-1)^2 + k^2}{(n+1)^2 + k^2} = \frac{I_r}{I_o} \qquad (4.4)$$

trong đó: I_r – cường độ tia phản xạ;

I_o – cường độ tia tới

Hệ số phản xạ R được tính bằng %.

Đa số đá quý đều là vật thấu quang và có $k < 0,1$. Khi đó phương trình trên có dạng:

$$R = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2} \qquad (4.5)$$

Như vậy, đối với hầu hết đá quý là các vật thấu quang, hệ số phản xạ R tỷ lệ thuận với chiết suất n. Chiết suất càng lớn thì hệ số phản xạ càng cao, tức là sự phản chiếu áng sáng càng lớn.

a) Ánh

Sự phản chiếu ánh sáng từ bề mặt của viên đá quý còn có tên gọi là *ánh*. Ánh chính là biểu hiện định tính của hệ số phản xạ R và tỷ lệ thuận với chiết suất của viên đá. Vì chiết suất của đá quý thay đổi trong một khoảng rất rộng (từ 1,43 đến 3,32) nên ánh của chúng cũng rất khác nhau. Người ta chia ra các loại ánh sau đây (từ cao xuống thấp):

– *Ánh kim*, giống như ánh của các kim loại, có R > 25 %, n > 3,00. Ví dụ, pyrit, chancopyrit.

– *Ánh bán kim*: R = 19 ÷ 25 %, n = 2,60 ÷ 3,00. Ví dụ: hematit.

– *Ánh kim cương*: R = 10 ÷ 19 %, n = 1,90 ÷ 2,60. Các đá quý như kim cương, zircon và demantoit (granat) được coi là có ánh á kim cương.

– *Ánh thuỷ tinh*: R = 4 ÷ 10 %, n = 1,40 ÷ 1,90, đặc trưng cho đa số đá quý (corindon, topaz, thạch anh...).

Ngoài ra còn có *ánh dầu* (đá bọt, nephrit), *ánh sáp* (biruza, jadeit), *ánh nhựa* (hổ phách), *ánh xà cừ* (ngọc trai) và *ánh lụa*.

Các hằng số quang học của đá quý (chiết suất, hệ số phản xạ và chỉ số hấp thụ) còn phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng chiếu. Nếu ta dựng đồ thị biểu diễn sự thay đổi của các hằng số trên theo bước sóng λ thì ta sẽ có các đường cong gọi là *phổ chiết suất, phổ phản xạ và phổ hấp thụ* (Hình 4.6).

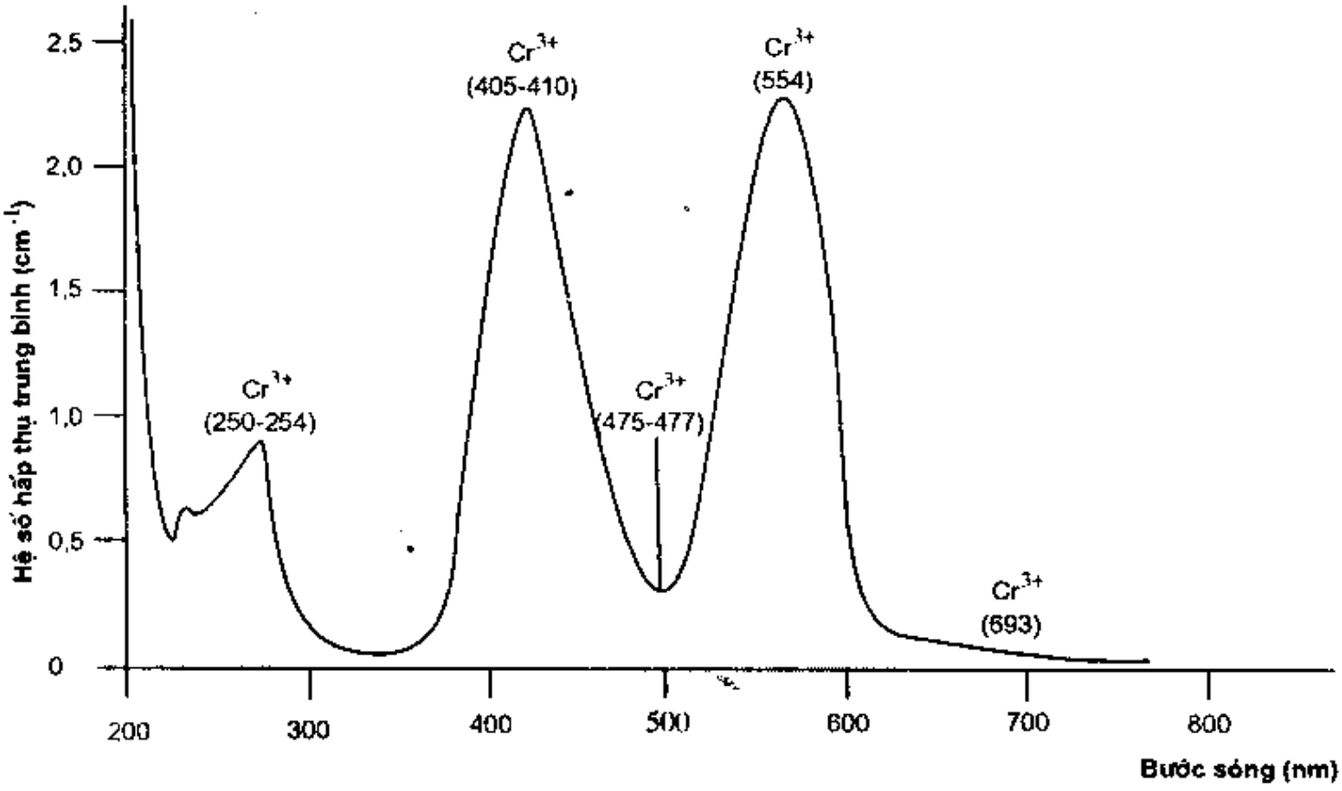
Tuy nhiên trong việc giám định đá quý, ngoài giá trị chiết suất, người ta chỉ sử dụng *phổ hấp thụ* và một đại lượng khác gọi là *độ tán sắc chiết suất*.

Độ tán sắc chiết suất (hay còn gọi là độ biến thiên chỉ số khúc xạ) của đá quý là hiệu số giữa giá trị chiết suất ứng với hai bước sóng khác nhau. Trong giám định đá quý, người ta thường đo n ở hai bước sóng: *màu đỏ (red) và lam (blue)*. Khi đó độ tán sắc chiết suất (ký hiệu là D_n) sẽ được tính như sau:

$$D_n = |n_r - n_b|$$

trong đó: n_r – chiết suất ở bước sóng màu đỏ

n_b – chiết suất ở bước sóng màu lam



***Hình 4.6.* Phổ hấp thụ của ruby**

b) Hiện tượng phản xạ toàn phần

Như định luật thứ 2 của Snell đã chỉ rõ, khi truyền từ môi trường quang học đặc hơn (có chiết suất lớn hơn) vào môi trường quang học loãng hơn (có chiết suất nhỏ hơn), ánh sáng sẽ bị khúc xạ (bẻ gãy) ra xa đường pháp tuyến hơn.

Ở những góc tới nhỏ hơn một giá trị nào đó, ánh sáng vẫn bị khúc xạ vào môi trường loãng hơn (các tia 1, 2, 3 Hình 4.7). Khi góc tới đạt giá trị trên (tia 4), nó chỉ truyền dọc theo ranh giới của hai môi trường. Ở các góc tới lớn hơn giá trị trên, ánh sáng hoàn toàn bị phản xạ trở lại (các tia 5, 6, 7). Hiện tượng trên gọi là hiện tượng phản xạ toàn phần. Góc tới mà ứng với nó ánh sáng chỉ truyền dọc ranh giới hai môi trường gọi là *góc tới hạn*, ký hiệu là α_C.

Góc tới hạn là một đại lượng đặc trưng cho mỗi loại đá quý, giữa nó và giá trị chiết suất có sự liên hệ sau:

Theo công thức (4.1) ta có:

$$\frac{\text{Sin}\beta}{\text{Sin}\alpha} = \frac{n_1}{n_2}$$

trong đó: α – là góc khúc xạ;

β – là góc tới;

n_1 – chiết suất môi trường I;

n_2 – chiết suất môi trường II.

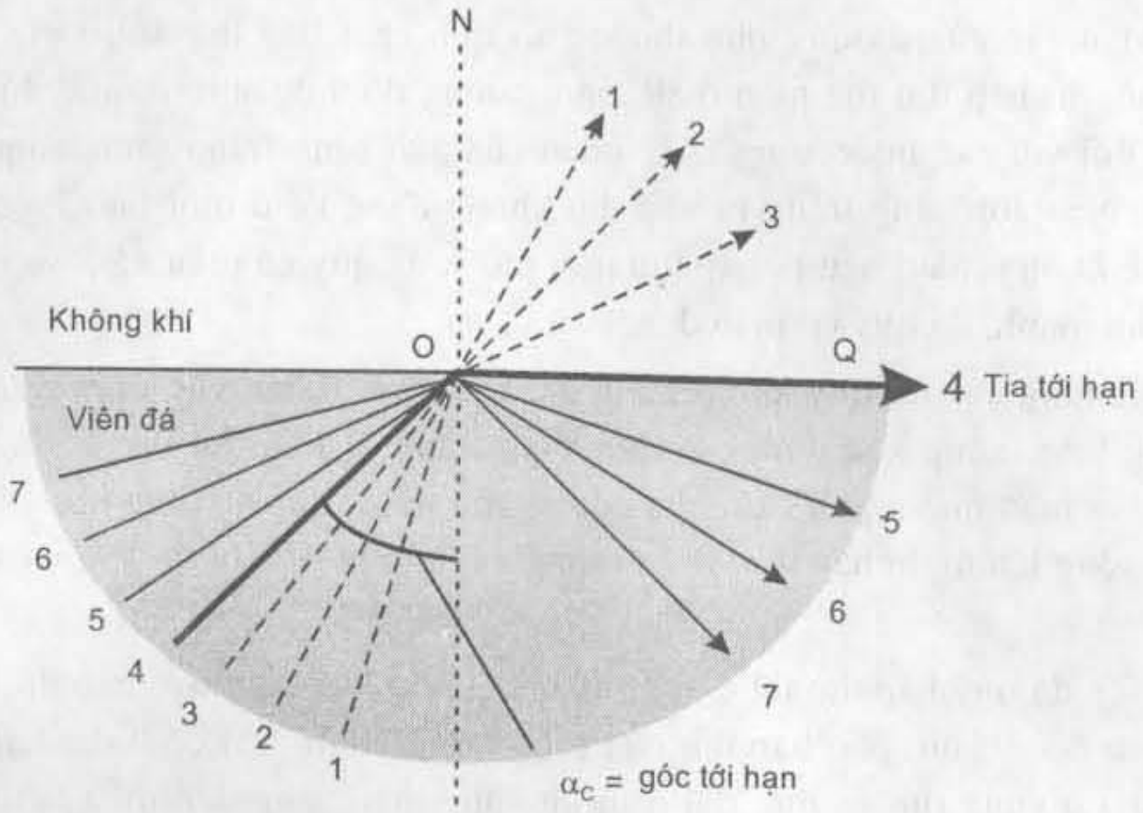
Trong trường hợp ánh sáng truyền từ viên đá vào không khí (có chiết suất n = 1) và ứng với góc tới bằng góc tới hạn, góc khúc xạ sẽ bằng 90° (góc NOQ, Hình 4.7). Khi đó ta sẽ có:

$$\frac{\text{Sin}90^\circ}{\text{Sin}\alpha_c} = \frac{n_{vd}}{n_{kk}} = \frac{n_{vd}}{1}$$

Vì Sin90° = 1 nên chiết suất của viên đá n_{vd} sẽ liên hệ với góc tới hạn α_c bằng công thức sau:

$$n_{vd} = \frac{1}{\text{Sin}\alpha_c} \qquad (4.6)$$

Tức là giá trị chiết suất của viên đá (hoặc bất kỳ môi trường nào) thì tỷ lệ nghịch với góc tới hạn. Chiết suất càng lớn thì góc tới hạn càng nhỏ.



***Hình 4.7.* Sơ đồ hiện tượng phản xạ toàn phần**

Công thức (4.6) là cơ sở của phương pháp xác định chiết suất của đá quý bằng khúc xạ kế (xem mục 4.3). Ngoài ra, hiện tượng phản xạ toàn phần cũng được ứng dụng trong việc chế tác đá quý với mục đích làm cho viên đá đẹp nhất (có độ phản chiếu ánh sáng cao nhất (xem Hình 4.9).

4.1.3. Màu và sắc màu của đá quý

Màu và sắc màu của đá quý (gọi chung là màu sắc) là một trong những tính chất trực quan nhất của đá quý. Mặc dù có ý nghĩa giám định hạn chế nhưng màu sắc lại quyết định vẻ đẹp của viên đá, vì vậy việc xác định chính xác màu sắc là một trong những yêu cầu đầu tiên khi phân cấp chất lượng đá quý.

a) Các cơ chế tạo màu của đá quý

Màu sắc của đá quý có thể xuất hiện theo các cơ chế khác nhau, trong đó quan trọng nhất là sự hấp thụ chọn lọc ánh sáng.

- *Sự hấp thụ chọn lọc ánh sáng*

Khi ánh sáng đi vào vật, một phần nhất định sẽ bị phản xạ và hấp thụ trong vật, phần còn lại sẽ truyền qua vật. Phần truyền qua này sẽ tạo nên màu sắc của đá quý (đối với đá quý thấu quang).

Màu sắc của đá quý phụ thuộc vào tính chất hấp thụ ánh sáng trắng của nó. Sự hấp thụ thể hiện ở sự giảm cường độ ánh sáng ở mức độ khác nhau đối với các bước sóng khác nhau của ánh sáng trắng (ánh sáng nhìn thấy). Nếu ánh sáng trắng bị hấp thụ không đáng kể ở mọi bước sóng, đá quý sẽ không màu; nếu bị hấp thụ một phần, đá quý có màu xám và nếu bị hấp thụ mạnh, đá quý có màu đen.

Khoáng vật đá quý sẽ có màu sắc xác định (khác các màu trên) khi những bước sóng xác định của ánh sáng trắng bị hấp thụ ở mức độ khác nhau, và màu mắt người cảm nhận được phụ thuộc vào sự tổng hợp của các bước sóng không bị hấp thụ. Hiện tượng này gọi là *sự hấp thụ chọn lọc ánh sáng*.

Nếu đá quý hấp thụ tất cả các màu của phổ khả kiến trừ màu đỏ, đá sẽ có màu đỏ. Ví dụ, phổ hấp thụ của ruby (xem Hình 4.6) có 2 dải hấp thụ, một dải ở vùng tím và một dải rộng từ vùng màu vàng đến màu lam, kèm theo một loạt các vạch hấp thụ mảnh. Vùng truyền qua chủ yếu là vùng đỏ đến da cam và một phần ở vùng lam tím, chính vì vậy ruby có màu đỏ kèm theo sắc da cam và lam tím. Ngược lại, nếu đá quý hấp thụ chủ yếu ở vùng màu đỏ, nó sẽ có màu lục (xanh lá cây).

Việc cảm nhận màu sắc của vật thể phụ thuộc vào một hiện tượng của tự nhiên là hiện tượng *bổ trợ màu*. Trong vùng nhìn thấy có những cặp màu gọi là màu bổ trợ, mà khi trộn lẫn với nhau sẽ cho ánh sáng trắng. Đó là các cặp: *đỏ – lục, da cam – lam, vàng – tím*.

Nếu viên đá chỉ hấp thụ một vài bước sóng nhất định trong một cặp màu bổ trợ (ví dụ, 415 nm ở vùng tím), thì thoạt nhìn viên đá có vẻ như không màu (kim cương). Tuy nhiên khi quan sát kỹ ta sẽ thấy kim cương vẫn có sắc vàng (màu vàng là màu bổ trợ của màu tím).

Hiện tượng hấp thụ chọn lọc ánh sáng được nghiên cứu bằng một thiết bị gọi là phổ kế (xem mục 4.3).

Một số đá quý còn có hiện tượng *đổi màu*. Đó là hiện tượng đá quý có màu khác nhau dưới các nguồn sáng khác loại. Nguyên nhân của hiệu ứng này là sự hấp thụ chọn lọc khác nhau đối với các nguồn sáng khác nhau. Ví dụ như alexandrit (một loại đá quý rất đắt tiền) có màu lục dưới nguồn ánh sáng ban ngày (hoặc đèn neon) và có màu hồng đỏ dưới ánh sáng đèn dây tóc (đèn nóng sáng có thành phần phổ khác đèn neon).

• *Các cơ chế tạo màu khác của đá quý*

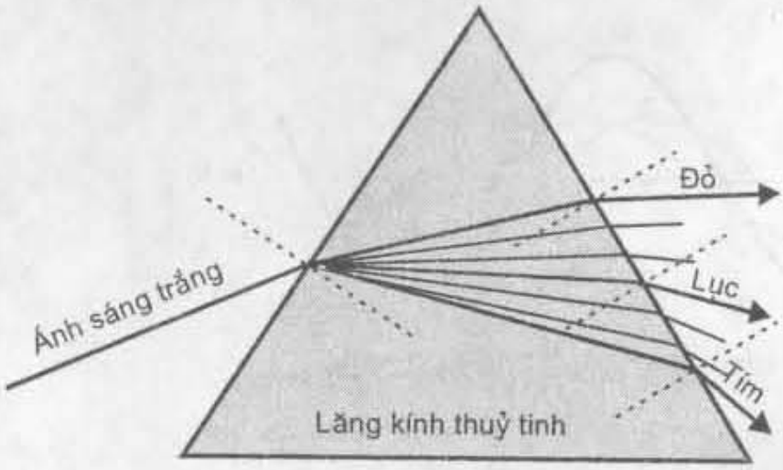
Sự hấp thụ chọn lọc ánh sáng là cơ chế chủ yếu tạo ra màu sắc của hầu hết các loại đá quý. Chỉ một số hạn chế đá quý có các sắc màu đặc biệt do các hiện tượng quang học sau đây.

– Sự tán sắc ánh sáng (Dispersion)

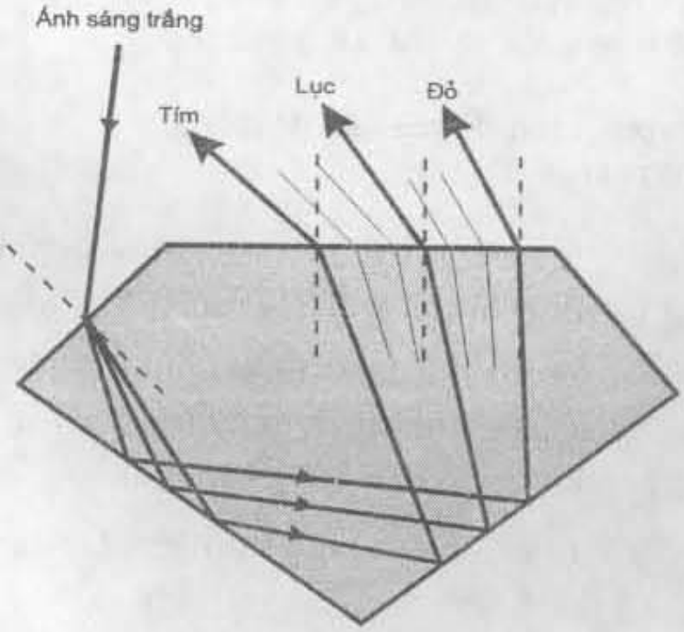
Sự tán sắc ánh sáng là hiện tượng ánh sáng trắng bị phân dải thành các màu đơn sắc khi truyền qua (hoặc phản xạ) từ đá quý. Hiện tượng này có thể minh hoạ bằng hiện tượng ánh sáng trắng truyền qua một lăng kính thuỷ tinh và tạo ra các ánh sáng đơn sắc (màu cầu vồng, Hình 4.8).

Các tia màu tím bị khúc xạ mạnh nhất (có n cao hơn), các tia đỏ khúc xạ thấp nhất (n nhỏ nhất).

Hiện tượng tán sắc ánh sáng tạo ra các sắc màu như sắc cầu vồng trong hầu hết các loại đá quý (thường được gọi là "lửa" của viên đá), nhất là các loại đá quý chế tác không màu, trong suốt và có chiết suất cao như kim cương, zircon... (Hình 4.9).



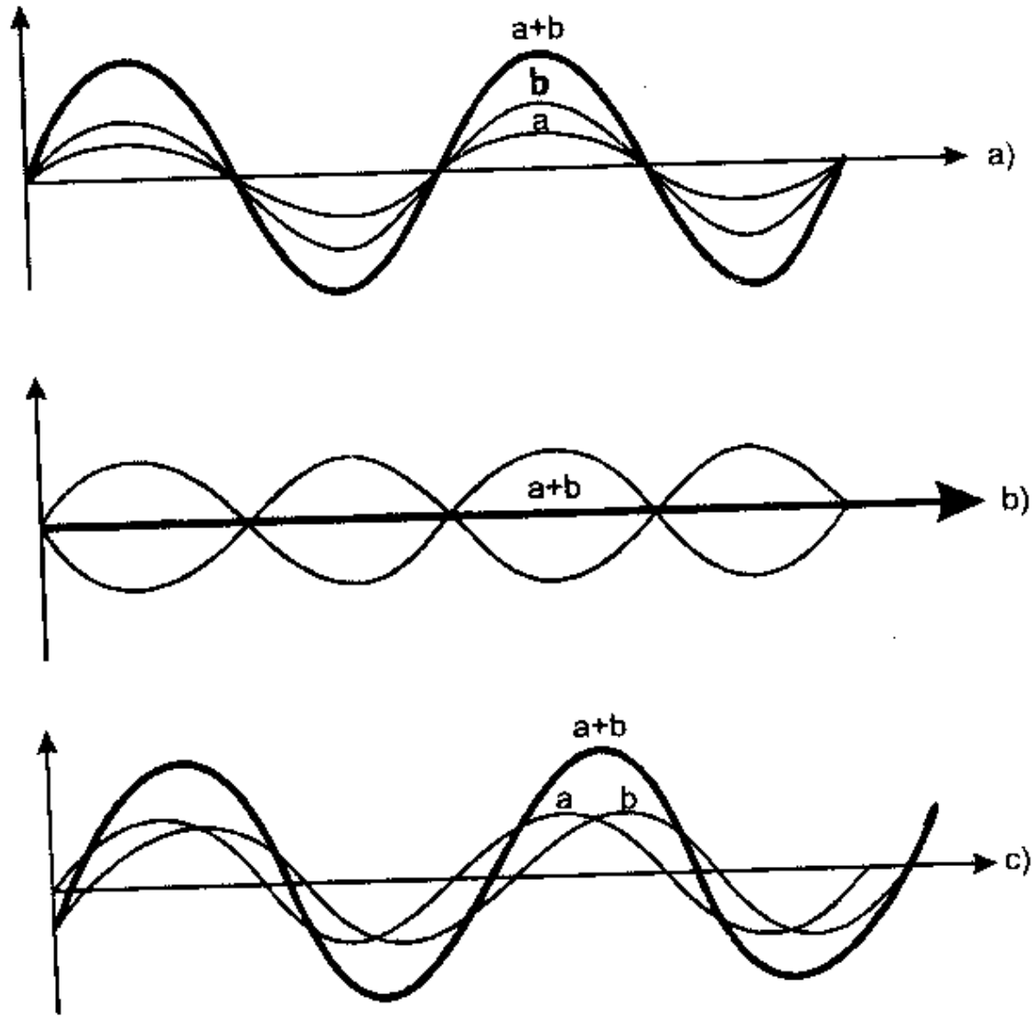
Hình 4.8. **Sự tán sắc ánh sáng qua lăng kính thuỷ tinh**



Hình 4.9. **Sự tán sắc ánh sáng qua viên đá đã chế tác**

– Sự giao thoa ánh sáng (Interference)

Nếu hai sóng ánh sáng phủ chồng lên nhau chúng sẽ giao thoa với nhau như trên Hình 4.10.



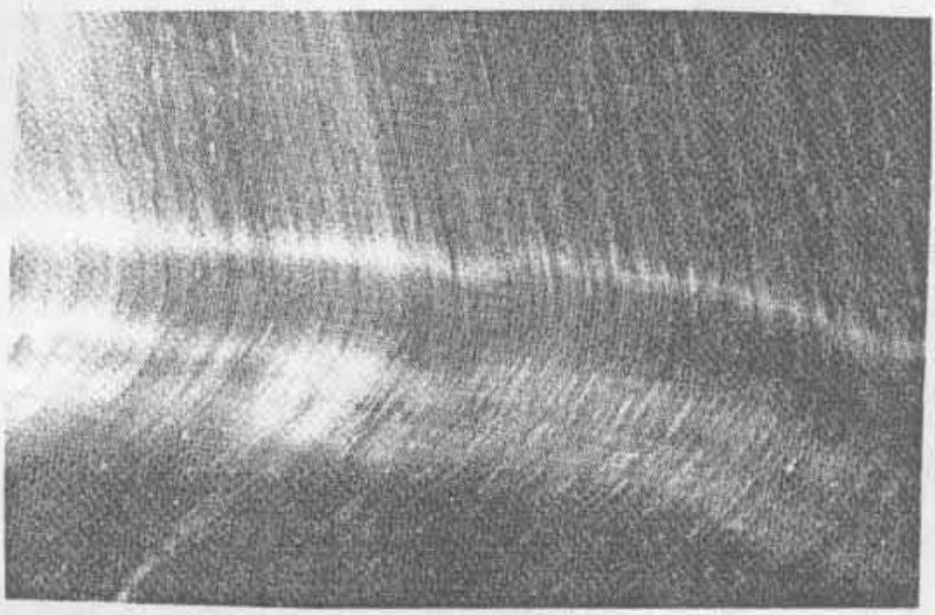
***Hình 4.10*. Sự giao thoa của sóng ánh sáng**

a) Sóng a giao thoa với sóng b cùng pha, tạo nên sóng tổng có biên độ bằng tổng biên độ các sóng thành phần (a + b);
b) Sóng a giao thoa với sóng b ngược pha, kết quả hai sóng triệt tiêu nhau;
c) Sóng a giao thoa với sóng b lệch pha, sóng tổng có biên độ (a + b) khác với biên độ của các sóng thành phần.

Khi hai sóng ánh sáng cùng pha và giao thoa với nhau (trường hợp a), sóng tổng cũng cùng pha nhưng có biên độ là tổng biên độ của hai sóng. Nếu hai sóng ngược pha và cùng biên độ thì khi giao thoa chúng sẽ triệt tiêu nhau (b). Trường hợp hai sóng lệch pha (trường hợp c) ta sẽ có một sóng mới có pha (bước sóng) và biên độ khác với các sóng ban đầu.

Hiện tượng giao thoa ánh sáng gây ra các hiệu ứng "schiller" lấp lánh sắc cầu vồng trong một số đá quý như thạch anh (do các khe nứt nhỏ song

song) hay labrador (do các tấm cực mỏng, Hình 4.11). Đây là hiệu ứng labrador (labradorescence).



Hình 4.11. **Sự giao thoa ánh sáng ở một màng mỏng**

– *Sự nhiễu xạ ánh sáng (Diffraction)*

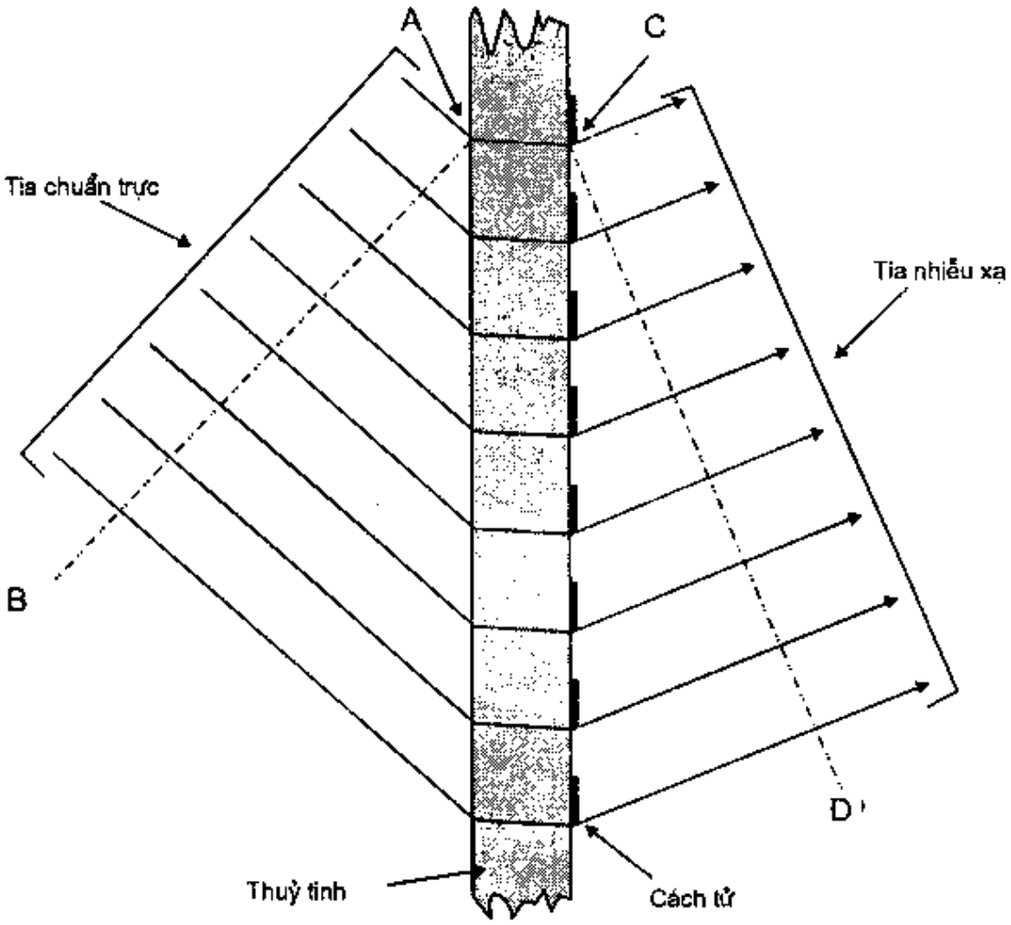
Sự nhiễu xạ ánh sáng là hiện tượng bẻ cong tia sáng và tách ánh sáng thành các màu khác nhau khi đi qua một khe hẹp. Sau đó các màu này lại giao thoa với nhau tạo nên hiện tượng biến màu ("trò chơi" màu). Đây là hiện tượng đặc trưng cho opal, mà khi thay đổi các góc quan sát ta sẽ thấy từng phần trong viên đá có màu thay đổi liên tục.

Sự nhiễu xạ ánh sáng cũng là nguyên lý hoạt động của một thiết bị có tên gọi là *cách tử nhiễu xạ* dùng để tạo ánh sáng đơn sắc từ ánh sáng trắng (Hình 4.12) trong phổ kế trực quan (xem mục 4.3).

Khi sóng ánh sáng bị giới hạn bởi một khe hẹp, một phần ánh sáng sẽ bị bẻ cong. Nếu ta có một loạt khe như vậy (cách tử nhiễu xạ) thì các tia nhiễu xạ sẽ giao thoa với nhau tạo ra phổ màu khác nhau.

Như có thể thấy trên Hình 4.12, sau khi đi qua cách tử nhiễu xạ các tia sẽ lệch pha tăng dần từ AB đến CD. Chính do sự lệch pha này mà các tia sẽ giao thoa với nhau, một số tia cùng pha (ứng với với mỗi màu nhất định) sau khi giao thoa màu sẽ tăng lên, một số tia khác lệch pha 100% sẽ bị triệt tiêu (mất màu). Nếu ánh sáng đập vào cách tử nhiễu xạ được điều chỉnh (chuẩn trực) thành các tia song song thì sau khi qua cách tử nhiễu xạ, chúng ta sẽ có các màu với bước sóng tăng dần.

Cách tử nhiễu xạ thường được làm từ một tấm kính thuỷ tinh, trên đó bằng kỹ thuật in ảnh trên kính người ta in lên các vạch cực mảnh song song (khoảng 600 – 1200 vạch trên 1 cm).



Hình 4.12. **Sự nhiễu xạ ánh sáng trong cách tử nhiễu xạ**

– Sự tán xạ ánh sáng (Scattering)

Sự tán xạ ánh sáng gây ra một số hiệu ứng quang học đặc biệt trong đá quý:

+ *Hiệu ứng adularia*: Là hiện tượng tạo màng gợn sóng (wavy sheen) do sự tán xạ ánh sáng từ các phiến rất mỏng xuất hiện do hiện tượng phá huỷ dung dịch cứng (đá Mặt Trăng).

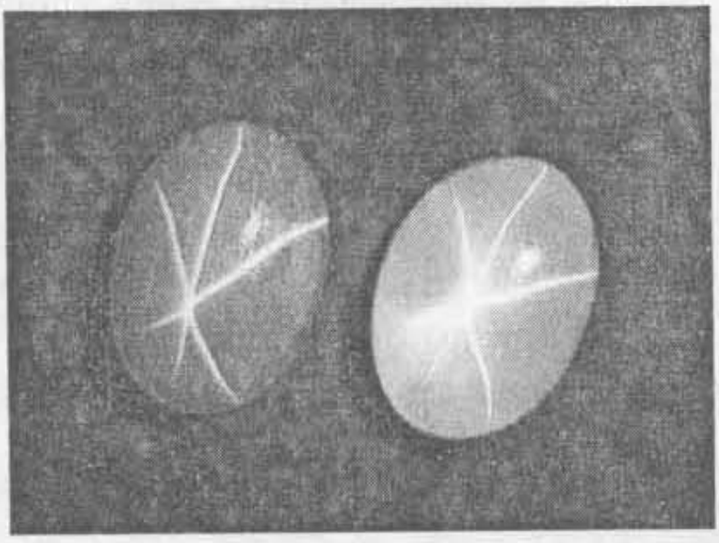
+ *Hiệu ứng opal*: Là hiện tượng có các màu khác nhau (lơ sữa trong ánh sáng phản xạ và hơi đỏ trong ánh sáng truyền qua) do sự tán xạ ánh sáng từ các phần tử rất nhỏ (opal, đá Mặt Trăng).

+ *Hiệu ứng mắt mèo* (Cat's eye effect): Một đường sáng gợn sóng do sự tán xạ ánh sáng từ các bao thể hình kim rất nhỏ hoặc do cấu trúc sợi bên trong (chrysoberyl mắt mèo, thạch anh mắt mèo).

+ *Hiệu ứng sao* (Star effect): Là hình sao gợn sóng do sự tán xạ ánh sáng từ các bao thể hình kim rất nhỏ phân bố theo các phương tinh thể học xác định (corindon sao, diopsit sao, Hình 4.13).

a)

b)



c)

Hình 4.13. **Một số hiệu ứng quang học đặc biệt trong đá quý**
a. Hiệu ứng opal; b. Hiệu ứng mắt mèo; c. Hiệu ứng sao

+ *Ánh lụa* (Silk): Ánh long lanh bên trong do sự tán xạ ánh sáng từ các bao thể rất nhỏ hoặc các khe nứt (ruby, saphir).

b) Nguyên nhân tạo màu của đá quý

Màu sắc của đá quý có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau gây ra: do thành phần hoá học; do các đặc điểm cấu trúc hoặc các tạp chất cơ học ngoại lai. Tuỳ theo tác nhân gây màu mà các nhà chuyên môn (Fersman, 1954) chia đá quý thành 3 nhóm: màu tự sắc, màu ngoại sắc và màu giả sắc.

• *Các nguyên tố cấu trúc. Màu tự sắc (Idiochromatic colours)*

Đây là nhóm đá quý tự chúng đã có màu (tự sắc), gây ra bởi các thành phần hoá học chính tham gia vào cấu trúc tinh thể của chúng. Các thành phần gây màu được ghi trong công thức hoá học của các loại đá quý này.

Nhóm đá quý tự sắc không nhiều. Ví dụ điển hình là màu hồng, hồng thịt do Mn gây ra trong rodonit ($CaMn_4(Si_5O_{15})$, rodocrosit ($MnCO_3$); màu lục và màu lam do Cu gây ra trong malachit $Cu_2(CO_3).(OH)_2$ và biruza $CuAl_5(PO_4)_4.(OH)_8.4H_2O$, và màu lục, lục phớt vàng, lục phớt nâu gây ra bởi Fe^{2+} trong peridot.

Điểm đặc trưng của đá quý tự sắc là màu của chúng nói chung luôn ổn định và có ý nghĩa giám định.

• *Các nguyên tố tạp chất. Màu ngoại sắc (Allochromatic colours)*

Khác với màu tự sắc, nhóm đá quý ngoại sắc ở trạng thái tinh khiết thường là không màu, chỉ khi lẫn các tạp chất khác chúng mới có các màu khác nhau. Các nguyên tố tạp chất không phải là những nguyên tố cấu trúc chính của các khoáng vật đá quý, bản thân chúng không được ghi trong công thức hoá học của khoáng vật, hàm lượng của chúng thường không cao (từ 0,00 n – n%). Chúng thường thay thế những vị trí nhất định của các nguyên tố cấu trúc.

Đây là nhóm đá quý chiếm tỷ lệ cao nhất và các nguyên tố tạp chất là nguyên nhân chủ yếu tạo màu cho đá quý. Ví dụ, khi crom lẫn trong thành phần corindon sẽ tạo ra ruby màu đỏ, trong thành phần beryl sẽ tạo ra emerald màu lục, trong thành phần chrysoberyl tạo ra alexandrit đổi màu,... Hoặc cũng là corindon nhưng lẫn Fe^{2+} và Ti^{4+} sẽ có màu lam (saphir), beryl lẫn Fe^{2+} và Fe^{3+} thì có màu xanh lơ.

Các nguyên tố gây màu (cả tự sắc và ngoại sắc) đều thuộc hai nhóm trong bảng hệ thống tuần hoàn các nguyên tố hoá học. Đó là:

– Nhóm tám *nguyên tố chuyển tiếp* (Cr, Fe, Co, V, Ti, Ni, Mn, Cu). Chúng có đặc điểm chung là nằm ở vị trí chuyển tiếp và có các điện tử không cặp đôi ở vành điện tử ngoài cùng. Đá quý có thể chứa một vài nguyên tố chuyển tiếp. Màu tạo ra không chỉ phụ thuộc vào bản thân các nguyên tố này mà còn phụ thuộc vào cấu trúc tinh thể và thành phần hoá học của đá quý (Bảng 4.1).

– Nhóm nguyên tố *đất hiếm* (thuộc nhóm lantanoid).

Trong khi đó các nguyên tố chính của bảng hệ thống tuần hoàn lại chủ yếu tạo ra các khoáng vật không màu.

Bảng 4.1. **Màu sắc đá quý do các nguyên tố chuyển tiếp gây ra**

Nguyên tố	*Ký hiệu*	*Đá quý*
Coban	Co	Spinel lam và lục tổng hợp, thạch anh tổng hợp màu lam, thuỷ tinh màu lam
Crom	Cr	Ruby, emerald, alexandrit, spinel đỏ
Đồng	Cu	Malachit*, biruza*, diopsit, saphir tổng hợp màu lục
Mangan	Mn	Spesartin* (granat), rodocrosit*, rodonit*, morganit (beryl), andalusit, thạch anh hồng
Niken	Ni	Chrysopras, saphir tổng hợp màu lục và vàng
Titan	Ti	Tanzanit (zoisit), saphir lam (cùng Fe)
Sắt	Fe	Peridot*, almandin*(granat), saphir (cùng Ti), aquamarin, turmalin màu lơ và lục, amethyst
Vanađi	V	Beryl màu lục, grosular (tsavolit), saphir tổng hợp đổi màu

- *Đá quý tự sắc*

Quá trình tạo màu của các nguyên tố gây màu trong đá quý tự sắc và ngoại sắc được các nhà khoa học giải thích bằng các lý thuyết trường tinh thể và lý thuyết quỹ đạo phân tử.

– Lý thuyết trường tinh thể

Ví dụ điển hình của quá trình tạo màu theo lý thuyết này là trường hợp crom (Cr) tạo màu đỏ của ruby.

Bình thường, khi chưa có ánh sáng chiếu vào, crom ở trạng thái không bị kích thích (mức cơ sở), điện tử ở vành ngoài cùng có mức năng lượng thấp. Khi ánh sáng chiếu vào, crom sẽ nhận được một năng lượng kích thích, điện tử vành ngoài cùng sẽ nhảy lên mức năng lượng cao hơn. Vì ánh sáng có dạng xung ngắt quãng nên khi hết năng lượng của một xung, điện tử ở mức năng lượng cao sẽ nhảy xuống các mức năng lượng thấp hơn, kèm theo đó nó sẽ phát ra năng lượng thứ cấp dưới dạng ánh sáng màu đỏ.

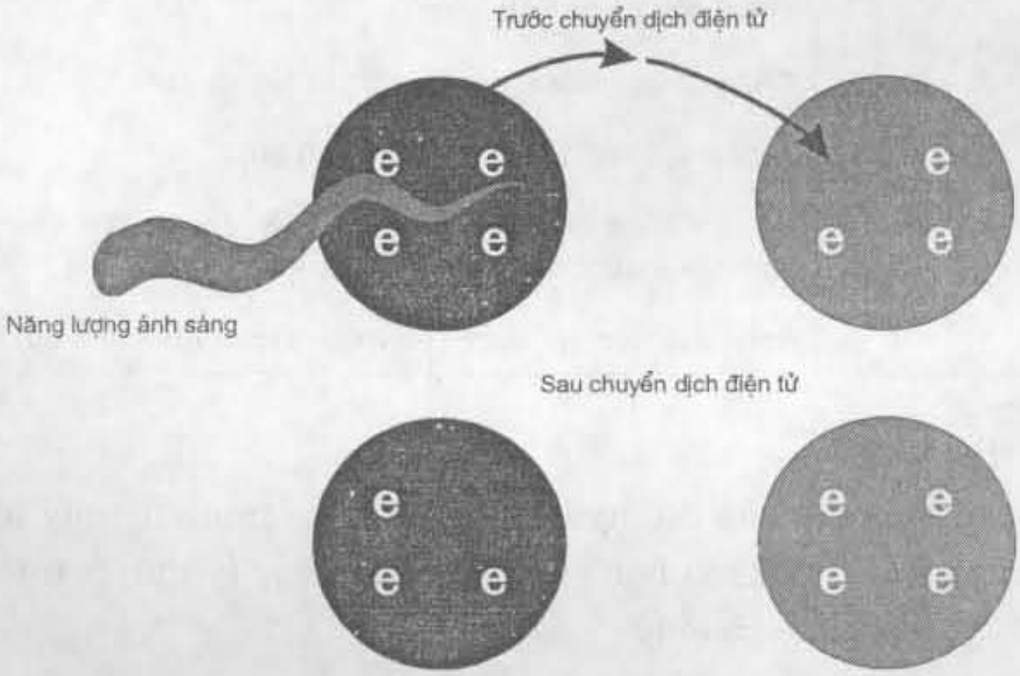
– Lý thuyết quỹ đạo phân tử

Quá trình tạo màu theo lý thuyết này có thể minh hoạ bằng trường hợp saphir màu xanh lam do sự có mặt đồng thời của Ti^{4+} và Fe^{2+} ở các vị trí kế cận (thay thế Al^{3+}).

Khi có ánh sáng chiếu vào, một điện tử từ quỹ đạo của ion Fe^{2+} sẽ *chuyển dịch* sang quỹ đạo của Ti^{4+} và cả hai đều trở thành có hoá trị 3. Sự chuyển dịch này diễn ra được nhờ năng lượng E có được từ sự hấp thụ ánh sáng. Khi xung ánh sáng ngừng chiếu điện tử lại nhẩy trở về vị trí ban đầu đồng thời phát ra ánh sáng thứ cấp màu lam:

$$Fe^{2+} + Ti^{4+} \Leftrightarrow Fe^{3+} + Ti^{+3}$$

Quá trình này có tên gọi là sự chuyển dịch điện tích giữa hoá trị (Intervalence charge transfer – IVCT, Hình 4.14).



Hình 4.14. **Sự chuyển dịch điện tích kéo theo sự di chuyển của điện tử (e)**

- *Đặc điểm cấu trúc bên trong*

– Màu giả sắc (Pseudochomatic colours)

Có một số loại đá quý khi có cấu trúc tinh thể hoàn chỉnh thì không màu, nhưng khi có các sai lệch khác nhau trong cấu trúc thì có thể có màu và một số hiệu ứng quang học đặc biệt.

– Tâm màu

Màu của một vài loại đá quý có thể tạo ra hoặc bị biến đổi do các sai lệch trong cấu trúc tinh thể của chúng. Nguyên nhân của các sai lệch này thường là do hiện tượng phóng xạ tự nhiên hoặc nhân tạo. Cơ chế hình thành tâm màu được thể hiện ở Hình 4.15.

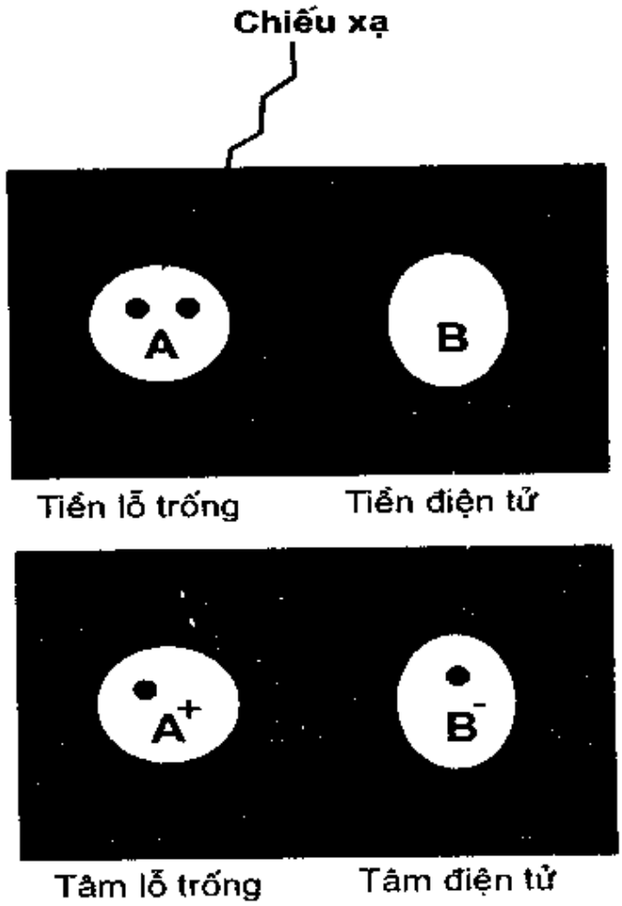
Ví dụ về các loại đá quý có màu do tâm màu gây ra là zircon (do chứa các nguyên tố phóng xạ là U và Th), màu kim cương (do quá trình phóng

xạ tự nhiên) hoặc màu saphir vàng (do chiếu xạ nhân tạo). Ngoài ra, thạch anh và fluorit cũng có thể có màu do tâm màu. Màu do tâm màu tạo ra có thể kém ổn định theo thời gian hoặc dưới tác dụng của nhiệt độ.

• *Các đặc điểm cấu trúc khác*

Một số đặc điểm cấu trúc trong khoáng vật đá quý có thể gây ra các hiệu ứng quang học (sắc màu) khác nhau, như:

– *Cấu trúc phân lớp* (của các quả cầu SiO_2), gây nên hiệu ứng biến màu (do nhiễu xạ và giao thoa) trong opal (Hình 4.16).



Hình 4.15. **Sự hình thành tâm màu trong đá quý**

Hình 4.16. **Cấu trúc bên trong của opal**

– *Cấu trúc phân phiến* (do phá huỷ dung dịch cứng), tạo ra các hiệu ứng labrador và adularia.

– *Các khe nứt nhỏ song song,* có thể gây ra hiệu ứng ngũ sắc (trong thạch anh) hoặc mắt mèo (chrysoberyl, thạch anh).

– *Các bao thể,* có thể gây ra hiệu ứng sao (xem Hình 4.13), mắt mèo, ánh lụa và aventurin.

4.1.4. Tính phát quang của đá quý

Một tính chất rất gần gũi với màu sắc là tính phát quang và cũng có ý nghĩa nhất định trong giám định đá quý.

a) Bản chất hiện tượng phát quang của đá quý

Bản chất hiện tượng phát quang về cơ bản giống như bản chất màu sắc, trong đó nguồn kích thích, thay vì là ánh sáng nhìn thấy, là các bức xạ điện từ khác (tia cực tím, tia X) hoặc là nhiệt độ, ma sát, điện, tia âm cực...

Khi một vật liệu (đá quý) nhận được năng lượng kích thích dưới dạng nào đó ở dưới mức gây nóng sáng hoặc gây cháy, nó sẽ biến năng lượng này thành một bức xạ "lạnh" có bước sóng thường nằm trong vùng nhìn thấy. Đó là hiện tượng phát quang của đá quý.

Cơ chế của hiện tượng này liên quan với trạng thái kích thích của các nguyên tử trong vật liệu đá quý. Khi nhận được năng lượng kích thích, các điện tử sẽ nhảy từ mức năng lượng cơ sở lên các mức cao hơn. Khi các điện tử trở lại mức cơ sở chúng sẽ giải phóng năng lượng nhận được dưới dạng bức xạ điện từ (thường là ánh sáng nhìn thấy, đôi khi có thể là ánh sáng cực tím). Theo thuyết lượng tử, các điện tử này giải phóng năng lượng dưới dạng các photon.

b) Nguyên nhân hiện tượng phát quang

Hiện tượng phát quang có thể gây ra bởi các nguyên nhân khác nhau:

– Do sự có mặt của các *tạp chất (chất kích thích).* Ví dụ, sự có mặt của crom (Cr^{3+}) trong corindon vừa gây ra màu đỏ của ruby, vừa gây nên hiện tượng phát quang màu đỏ của nó.

– Do các *sai lệch trong cấu trúc* tinh thể như trong kim cương.

c) Phân loại hiện tượng phát quang

Tuỳ theo thời điểm phát quang, hiên tượng phát quang được chia thành:

– Hiện tượng *huỳnh quang* (fluorescence), khi thời điểm phát quang diễn ra đồng thời với thời điểm kích thích (sau khi tắt nguồn kích thích thì ánh sáng phát quang cũng ngừng ngay).

– Hiện tượng *lân quang* (phosphorescence), khi thời điểm phát quang có thể diễn ra chậm hơn so với thời điểm kích thích. Đá quý vẫn tiếp tục phát quang một khoảng thời gian nhất định sau khi tắt nguồn kích thích.

Theo các *nguồn kích thích*, hiện tượng phát quang được chia thành:

– *Phát quang dưới tia cực tím.* Nguồn kích thích ở đây là tia cực tím, tức là dải sóng điện từ nằm tiếp giáp về phía dưới của vùng ánh sáng nhìn

thấy. Trong giám định đá quý người ta thường dùng tia cực tím ở 2 bước sóng: cực tím sóng dài (ký hiệu LW – tiếng Anh: Long Wave), tương ứng với bước sóng 365 nm và cực tím sóng ngắn (SW – tiếng Anh: Short Wave) với bước sóng 254 nm. Phát quang dưới tia cực tím là phương pháp được sử dụng nhiều nhất trong tất cả các hiện tượng phát quang.

– *Phát quang dưới tia X* (còn gọi là *huỳnh quang tia X*). Nguồn kích thích trong trường hợp này là tia X (còn gọi là tia rơnghen), là vùng sóng điện từ nằm tiếp giáp về phía dưới của vùng cực tím, có bước sóng từ khoảng 20 nm đến 1/1.000.000 nm. Hiện tượng phát quang dưới tia X có thể sử dụng trọng giám định đá quý ở hai dạng: màu phát quang và độ trong suốt của đá quý dưới tia X.

Cả hiện tượng phát quang dưới tia cực tím và dưới tia X đều có chung một điểm là nguồn kích thích đều là các sóng điện từ và đều tuân theo định luật Stoke: vật chất bao giờ cũng phát quang ở bước sóng dài hơn so với sóng kích thích.

– *Phát quang dưới tác dụng của nhiệt độ (nhiệt phát quang)*, là hiện tượng đá quý phát ra các màu khác nhau khi bị đốt nóng. Ví dụ người ta sử dụng tính chất này để phân biệt topaz màu lơ tự nhiên và topaz lơ do chiếu xạ.

– *Phát quang dưới tác dụng của dòng điện (điện phát quang)*, được sử dụng để phân biệt kim cương màu xanh lam tự nhiên và màu lam do chiếu xạ.

– *Phát quang do ma sát*: một số loại đá quý phát ra các màu khác nhau khi bị cọ sát, như kim cương cũng đôi khi phát ra màu lơ đậm hoặc đỏ khi bị cưa hoặc mài.

– *Phát quang dưới tia âm cực (huỳnh quang catod).*

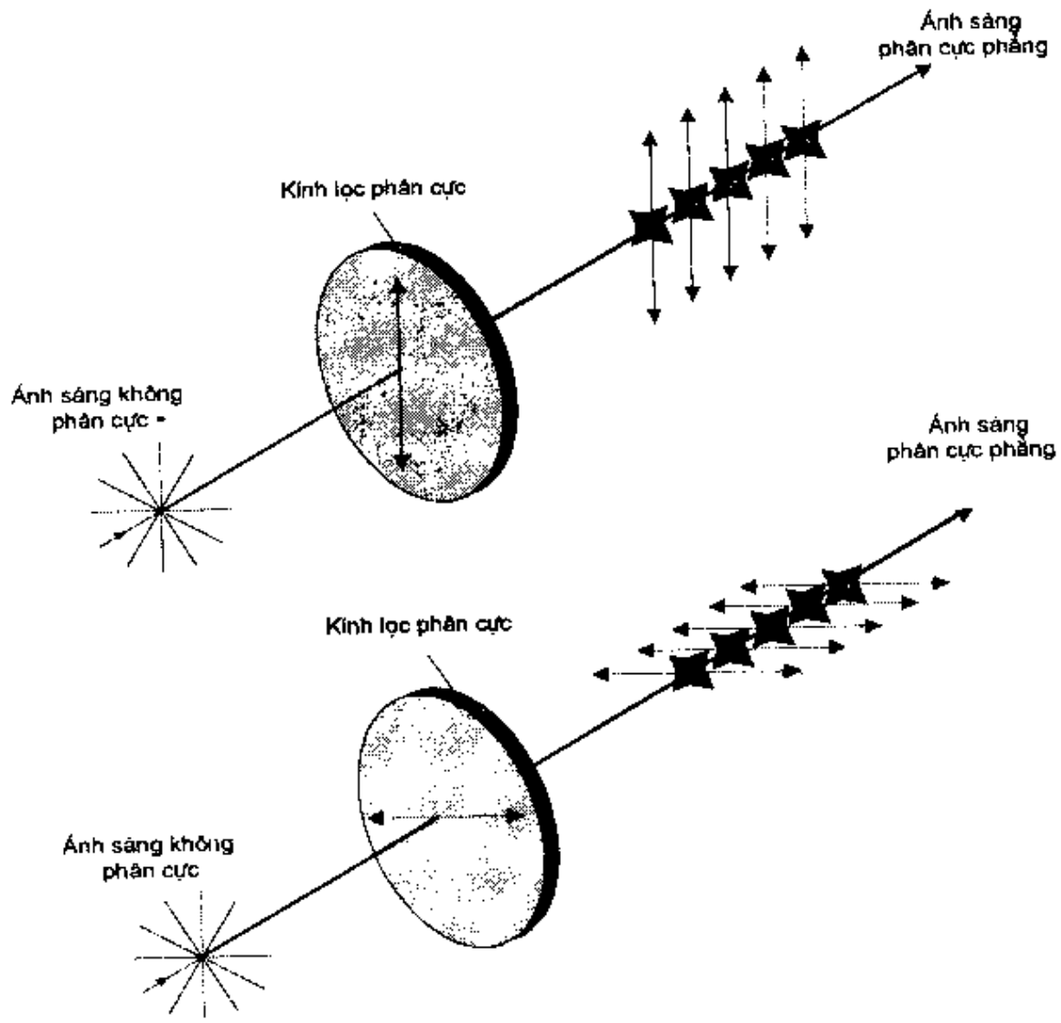
4.2. TÍNH CHẤT QUANG HỌC CỦA ĐÁ QUÝ DỊ HƯỚNG (TÍNH DỊ HƯỚNG QUANG HỌC)

Mục 4.1 đã trình bày tất cả các tính chất quang học *có thể có mặt* trong bất kỳ một loại đá quý nào. Tuy nhiên, đá quý lại được chia thành 2 nhóm: *nhóm đẳng hướng quang học và nhóm dị hướng quang học*. Trong đá quý đẳng hướng quang học, các tính chất quang học không thay đổi theo các phương khác nhau, trong khi trong đá quý dị hướng quang học tất

cả các tính chất quang học đều có thể thay đổi (ở mức độ khác nhau) theo các phương khác nhau trong cấu trúc tinh thể của chúng.

4.2.1. Hiện tượng phân cực ánh sáng

Ánh sáng bình thường đều dao động theo mọi phương trong một mặt phẳng vuông góc với phương truyền sóng (Hình 4.17). Ánh sáng này gọi là *ánh sáng không phân cực*. Nhưng có một loại ánh sáng chỉ dao động theo một phương nhất định trong không gian theo phương truyền. Đó là *ánh sáng phân cực*. Để tạo ánh sáng phân cực người ta dùng một loại kính lọc gọi là *kính lọc phân cực*, mà khi đi qua nó ánh sáng chỉ còn dao động theo một phương do phương phân cực của kính lọc đó xác định.



Hình 4.17. **Khi qua kính lọc phân cực, ánh sáng bị phân cực và chỉ dao động theo một phương**

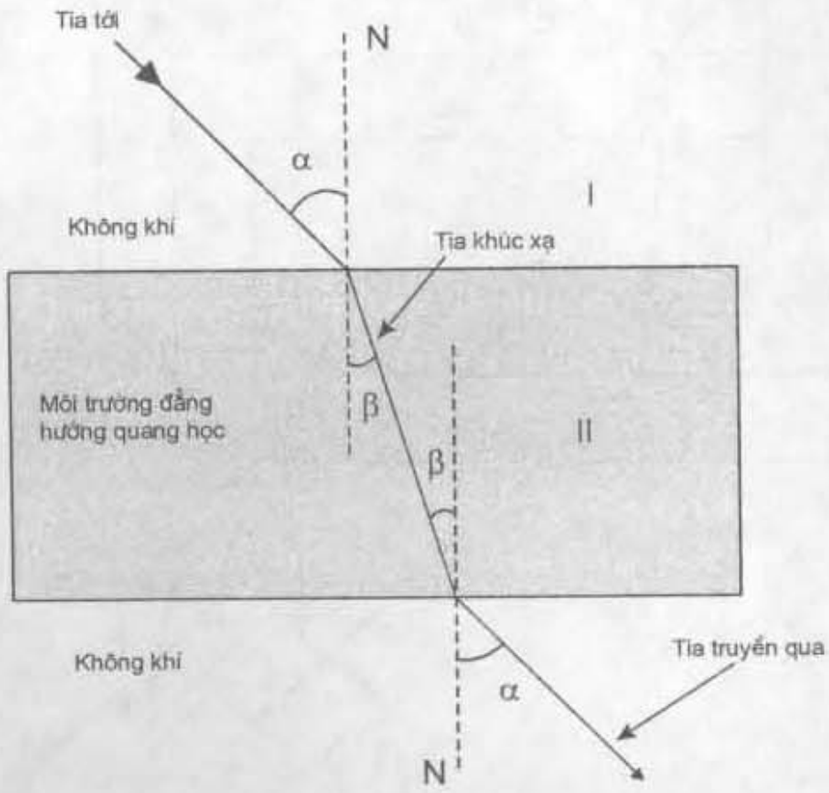
4.2.2. Đặc tính quang học của đá quý dị hướng

Đá quý đẳng hướng quang học là các đá quý kết tinh trong hệ lập phương và đá quý thuộc nhóm vô định hình (không kết tinh). Đá quý dị

hướng quang học kết tinh trong tất cả các hệ tinh thể còn lại (bốn phương, sáu phương, ba phương, trực thoi, một nghiêng và ba nghiêng).

a) Hiện tượng khúc xạ đơn và khúc xạ kép. Lưỡng chiết suất

Khi ánh sáng chiếu vào một đá quý đẳng hướng, nó chỉ bị khúc xạ (bẻ gãy) theo một góc nào đó tuỳ thuộc vào giá trị chiết suất của hai môi trường mà không bị tách thành hai tia. Hiện tượng này gọi là *hiện tượng khúc xạ đơn* (Hình 4.18).



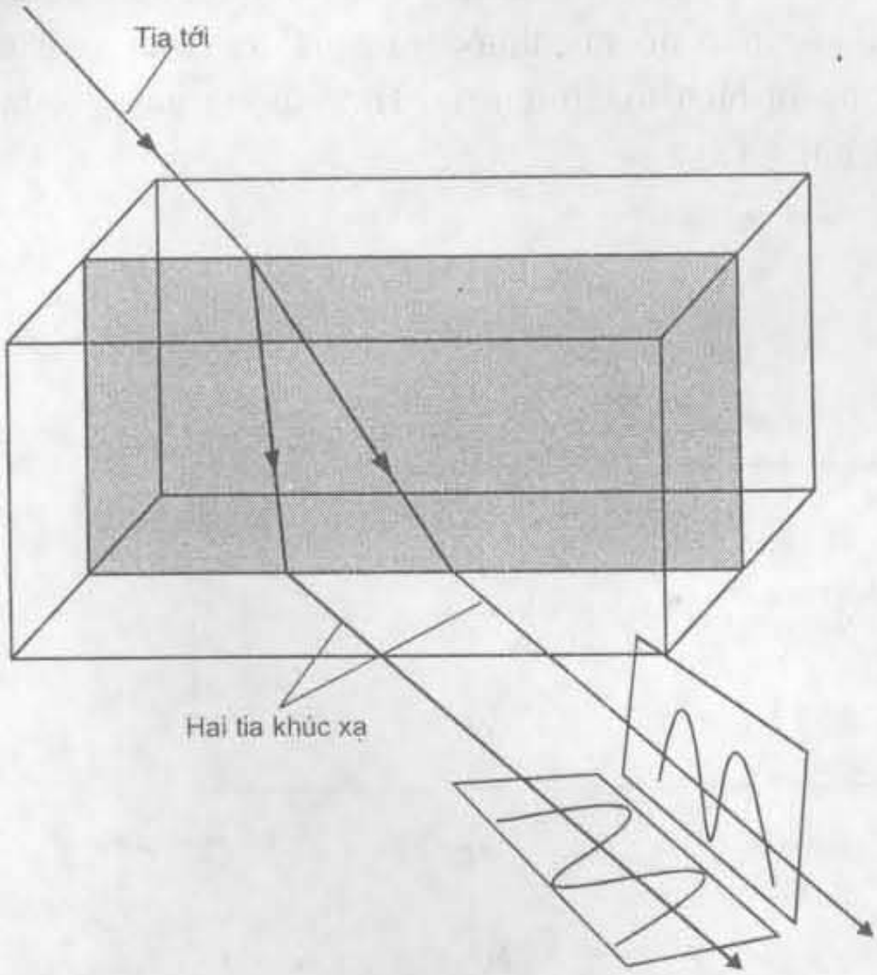
Hình 4.18. **Hiện tượng khúc xạ đơn**

Nhưng khi ánh sáng chiếu vào đá quý dị hướng quang học (trong trường hợp theo một góc khác 90° với mặt tiếp xúc), nó sẽ bị tách thành hai tia và khúc xạ (bẻ gãy) theo các góc khác nhau. Vì hai tia có góc khúc xạ khác nhau nên giá trị chiết suất theo hai phương đó cũng khác nhau (nghĩa là ánh sáng truyền theo hai phương với tốc độ không như nhau). Đồng thời theo hai tia, khi đi vào viên đá, ánh sáng lại bị biến thành ánh sáng phân cực, trong đó phương phân cực của tia này sẽ vuông góc với phương phân cực của tia kia (Hình 4.19). Hiện tượng này gọi là *hiện tượng khúc xạ kép* (khác với hiện tượng khúc xạ đơn trong đá quý đẳng hướng).

Như vậy, đá quý đẳng hướng quang học là đá quý khúc xạ đơn và đá quý dị hướng là đá quý khúc xạ kép. Trong đá quý khúc xạ kép, giữa hai

tia khúc xạ r_1 và r_2 tạo ra một góc nhất định, đồng thời chiết suất theo 2 tia cũng có giá trị khác nhau, ký hiệu là n_1 và n_2. Hiệu số giữa hai giá trị chiết suất được gọi là giá trị *lưỡng chiết suất*, thường được ký hiệu là Δ_n:

$$\Delta_n = [n_1 - n_2].$$



Hình 4.19. **Hiện tượng khúc xạ kép**

Theo các phương khác nhau trong tinh thể, các giá trị chiết suất n_1 và n_2, giá trị lưỡng chiết Δ_n và góc giữa hai tia cũng thay đổi. Để miêu tả sự thay đổi đó người ta dùng một khái niệm là *quang suất thể (mặt quang suất)*.

Quang suất thể là một hình hình học tưởng tượng trong tinh thể được dựng theo giá trị chiết suất đo được theo mọi phương trong tinh thể. Quang suất thể của đá quý đẳng hướng quang học có dạng một hình cầu, còn quang suất thể của đá quý dị hướng nhìn chung có dạng một hình elipsoit (Hình 4.20).

b) Trục quang học, tính trục và dấu quang học

Trong đá quý dị hướng quang học có những phương nhất định, theo đó ánh sáng chiếu vào viên đá sẽ không bị khúc xạ kép (chỉ bị khúc xạ đơn).

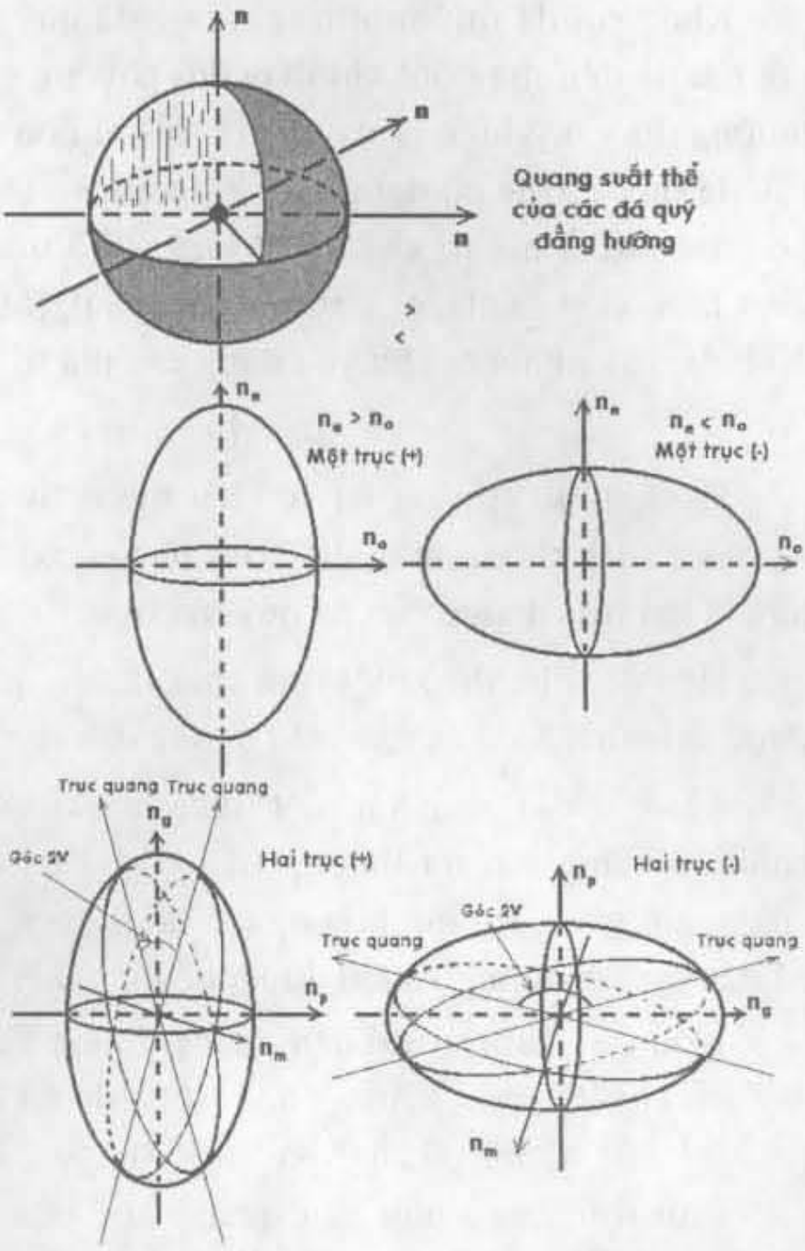
Phương đó gọi là *trục quang học*. Theo các trục quang đá quý dị hướng có hành vi giống như đá quý đẳng hướng.

Tuỳ theo số lượng trục quang có mặt mà tất cả đá quý dị hướng được chia thành 2 nhóm:

– Đá quý *một trục*: chỉ có một trục quang duy nhất.

– Đá quý *hai trục*: có hai trục quang.

Đá quý thuộc các tinh hệ 4 phương, 6 phương và 3 phương là các đá quý một trục. Đá quý kết tinh trong các tinh hệ trực thoi, một nghiêng và ba nghiêng thuộc nhóm đá quý hai trục.



Hình 4.20. **Mặt quang suất của đá quý**

Trong đá quý một trục, khi ánh sáng chiếu vào sẽ bị tách thành 2 tia chuyển động với tốc độ khác nhau, tương ứng ta sẽ có hai giá trị chiết suất. Trong hai giá trị chiết suất đó, một giá trị luôn luôn không đổi dù phương chiếu có thay đổi. Tia thứ hai ứng với giá trị chiết suất thay đổi. Tia thứ nhất được gọi là *tia thường*, ký hiệu là n_o và tia thứ hai gọi là *tia bất thường*, ký hiệu là n_e. Giá trị lưỡng chiết suất trong đá quý một trục tương ứng sẽ là

$$\Delta_n = [n_o - n_e].$$

Quang suất thể của đá quý một trục có dạng một elipsoit tròn xoay (xem Hình 4.16). Trong hình elipsoit này có một tiết diện chứa n_o luôn có dạng hình tròn. Tiết diện này gọi là *tiết diện chính*. Phương vuông góc với tiết diện chính chính là *trục quang học* của đá quý một trục.

Khác với đá quý một trục, trong đá quý hai trục giá trị chiết suất ứng với hai tia đều thay đổi khi thay đổi phương chiếu, trong đó giá trị nhỏ hơn thường được ký hiệu là n_α và giá trị lớn hơn ký hiệu là n_γ. Quang suất thể của đá quý 2 trục có dạng một hình elipsoit với 3 trục chính. Trong quang học tinh thể 3 giá trị chiết suất ứng với 3 trục của quang suất thể được ký hiệu là n_g (lớn nhất), n_m (trung bình) và n_p (nhỏ nhất). Tuy vậy, trong giám định đá quý người ta chủ yếu dùng các giá trị n_α và n_γ và lưỡng chiết suất

$$\Delta_n = [n_\alpha - n_\gamma]$$

Trong hình elipsoit này có hai tiết diện chính (hình tròn), theo đó giá trị chiết suất không thay đổi. Hai phương vuông góc với hai tiết diện tròn này là hai trục quang của đá quý hai trục.

Tiếp đó, dựa theo một tính chất là dấu quang học, đá quý dị hướng lại được chia thành đá quý có *dấu quang dương* và đá quý có *dấu quang âm*:

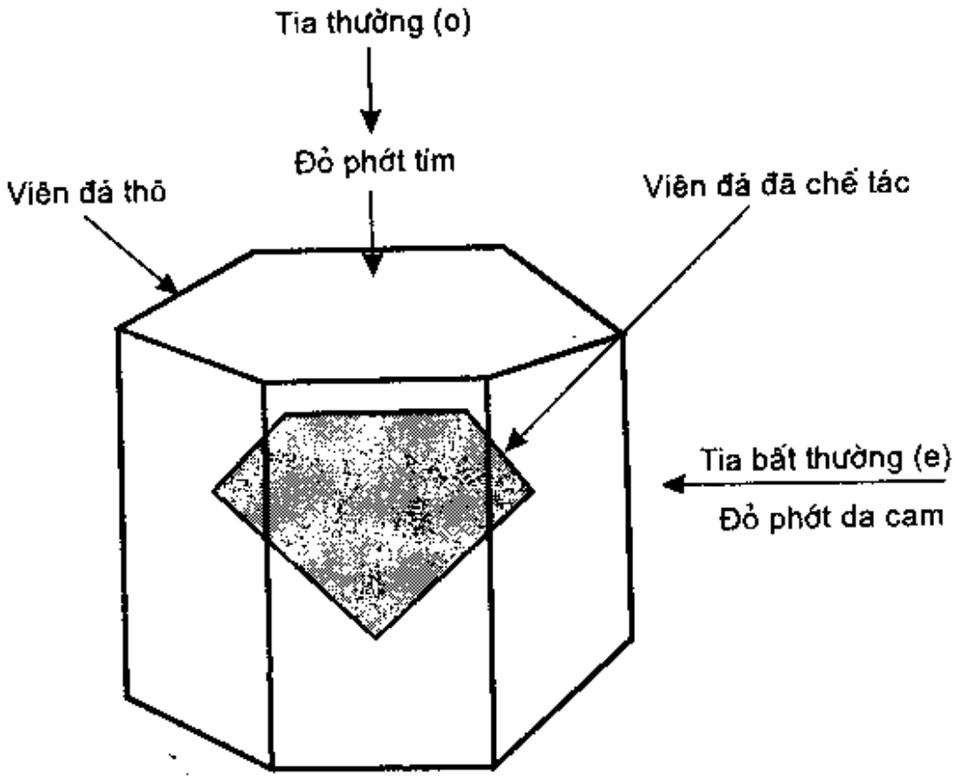
– Đối với khoáng vật một trục, đá quý có dấu quang dương khi giá trị chiết suất ứng với tia thường (n_o) là giá trị nhỏ hơn ($n_o < n_e$), và có dấu quang âm trong trường hợp ngược lại ($n_o > n_e$). Mặt quang suất của đá quý có dấu quang dương và âm được thể hiện ở Hình 4.16.

– Đá quý hai trục có dấu quang dương khi $[n_\gamma - n_\beta] < [n_\beta - n_\alpha]$, và có dấu âm khi $[n_\gamma - n_\beta] > [n_\beta - n_\alpha]$, trong đó n_β là giá trị chiết suất trung bình (sẽ trình bày kỹ hơn ở phần kỹ thuật xác định).

Tính trục cũng như dấu quang học của tất cả đá quý được dẫn ra ở Chương 7. Xin lưu ý bạn đọc là có một số loại đá quý vừa có thể có dấu quang dương, vừa có thể có dấu quang âm (ví dụ như peridot, amblygonit, canxedon...).

c) Tính đa sắc của đá quý (Pleochroism)

Một tính chất khá đặc trưng của nhiều loại đá quý dị hướng quang học là theo các phương khác nhau chúng có thể có màu và sắc màu khác nhau. Tính chất đó gọi là tính đa sắc của khoáng vật đá quý. Ví dụ điển hình về đá quý có tính đa sắc mà nhiều người có thể nhận thấy là ruby và saphir. Theo một phương ruby thường có màu đỏ phớt da cam, trong khi theo phương khác ruby lại có màu đỏ phớt tím. Tính chất này không những được sử dụng để giám định đá quý mà còn được quan tâm đến khi chế tác đá quý. Đối với ruby người ta thường chế tác sao cho mặt bàn có màu đỏ phớt tím là màu được ưu chuộng hơn cả (Hình 4.21).



Hình 4.21. **Tính đa sắc của ruby và định hướng chế tác**

Bản chất của hiện tượng đa sắc như sau. Như chúng ta đã biết ở mục 4.1, màu sắc của đá quý chủ yếu do hiện tượng hấp thụ chọn lọc ánh sáng trong vùng nhìn thấy. Đối với đá quý đẳng hướng quang học tính chất hấp thụ ánh sáng theo mọi phương đều như nhau (chỉ có một tia), vì vậy màu sắc theo các phương đều không thay đổi. Đá quý đẳng hướng không có tính đa sắc. Đá quý dị hướng tách ánh sáng chiếu vào thành hai tia, theo mỗi tia tính chất hấp thụ ánh sáng (theo các bước sóng khác nhau của vùng nhìn thấy) lại không như nhau. Vì vậy mà màu sắc của đá quý dị hướng có thể thay đổi theo các phương khác nhau, tạo nên tính đa sắc (Hình 4.22).

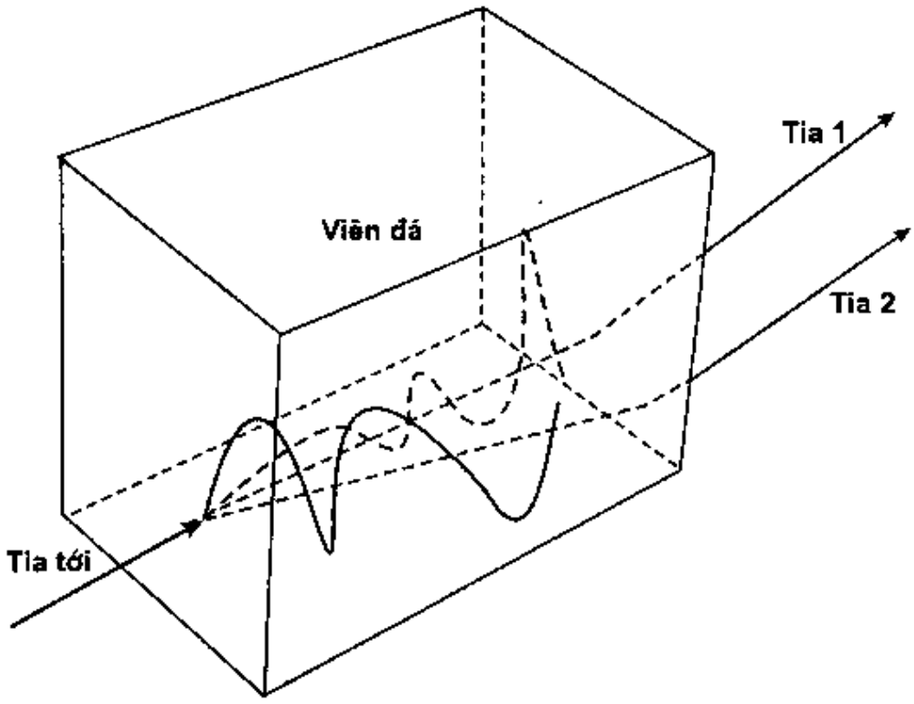
Nếu có tính đa sắc, đá quý một trục chỉ có thể có hai màu (nhị sắc) còn đá quý hai trục có thể có ba màu (tam sắc).

Liên quan đến tính chất quang học này ta cần phân biệt hiện tượng đa sắc với hiện tượng đổi màu và hiện tượng nhiều màu:

– *Hiện tượng đổi màu* (colour change) là hiện tượng đá quý có các màu khác nhau đối với nguồn sáng có thành phần phổ khác nhau, thường là dưới ánh sáng đèn neon (gần giống ánh sáng ban ngày) và đèn dây tóc. Ví dụ như alexandrit là một loại đá quý đổi màu điển hình, dưới đèn neon thì có màu xanh lá cây còn dưới đèn điện dây tóc thì có màu đỏ.

– *Hiện tượng nhiều màu* (multicoloration) rất thường gặp trong nhiều loại đá quý (corindon, turmalin, thạch anh ...). Đó là hiện tượng một viên

đá có thể có các màu khác nhau ở các phần khác nhau của nó. Người ta phân biệt *đới màu, đốm màu, dải màu*... (xem mục 5.1, Chương 5).



Hình 4.22. **Hiện tượng đa sắc trong đá quý dị hướng quang học**

d) Các tính chất dị hướng quang học khác

Các tính chất quang học khác của đá quý dị hướng như phổ hấp thụ, tính phát quang, độ tán sắc chiết suất D_n, ánh... đều có thể thay đổi theo các phương khác nhau (hai phương trong đá quý một trục và ba phương trong đá quý hai trục). Tuy vậy, sự thay đổi này thường không rõ ràng, nên trong giám định đá quý chúng ít được sử dụng.

4.3. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT QUANG HỌC CỦA ĐÁ QUÝ

Để xác định các tính chất quang học của đá quý có những trường hợp người ta có thể không cần dùng các thiết bị chuyên dụng, nhưng nói chung muốn xác định chính xác và đủ độ tin cậy ta phải sử dụng các thiết bị khác nhau. Những thiết bị cơ bản dùng để xác định các tính chất quang học của đá quý là *phân cực kế, khúc xạ kế, phổ kế, kính nhị sắc, đèn cực tím* và một số dụng cụ khác.

4.3.1. Xác định đặc tính quang học của đá quý. Phân cực kế

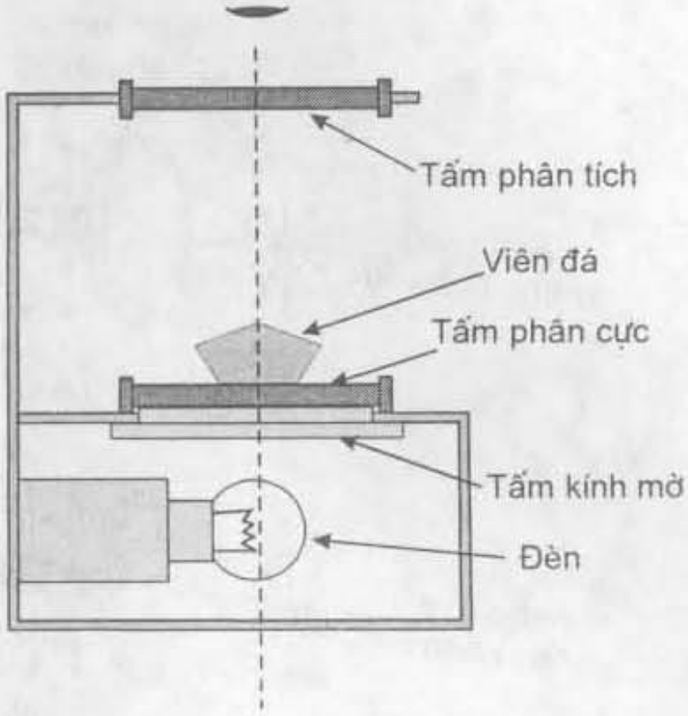
a) Phương pháp dùng phân cực kế

Đặc tính quang học của đá quý được xác định chủ yếu bằng một thiết bị tương đối đơn giản là *phân cực kế.*

- *Cấu tạo phân cực kế*

Phân cực kế do các hãng khác nhau sản xuất có thể có hình dạng khác nhau (Hình 4.23), nhưng nói chung đều có cấu tạo giống nhau (Hình 4.24).

Hình 4.23. **Phân cực kế**



Hình 4.24. **Cấu tạo của một phân cực kế**

- *Nguyên tắc hoạt động của phân cực kế*

Nguyên lý hoạt động của phân cực kế được thể hiện trên Hình 4.25.

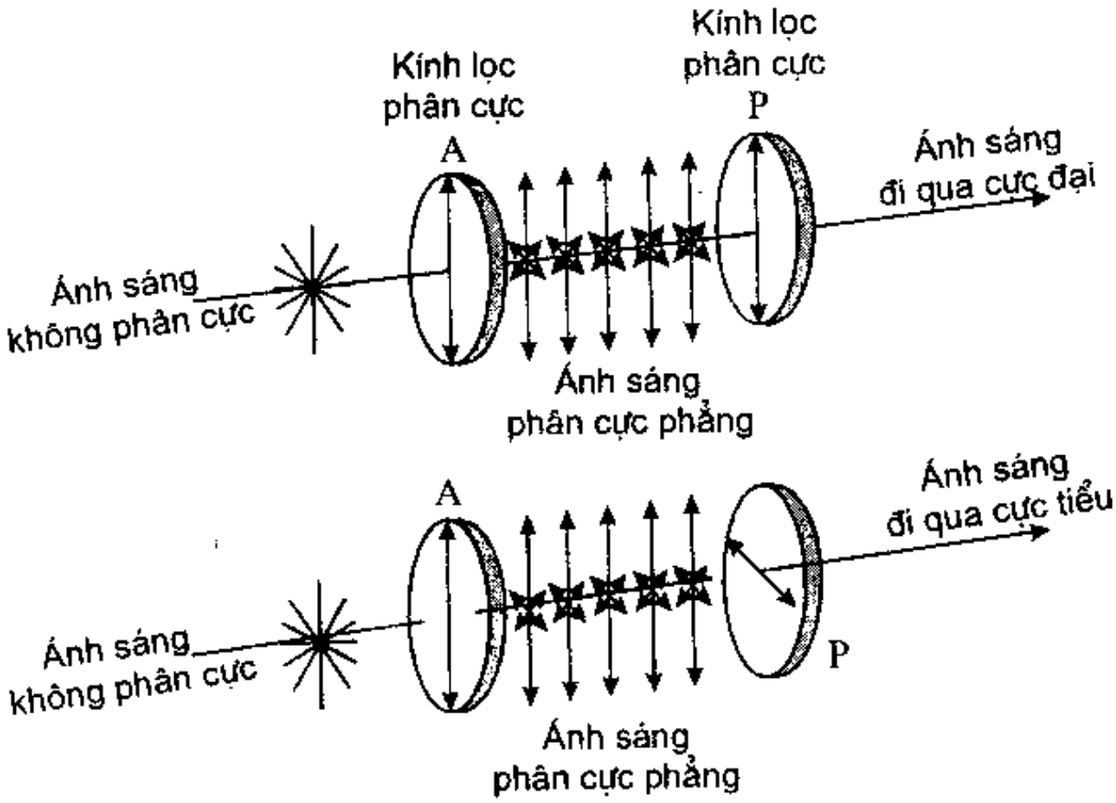
Trường hợp phía trên của Hình 4.25 là khi mặt phẳng dao động của tấm phân cực và tấm phân tích song song với nhau. Ánh sáng không phân cực sau khi qua tấm phân cực ở dưới sẽ chỉ còn dao động theo một phương, phương này lại song song với phương dao động của tấm phân tích, vì vậy sẽ tiếp tục đi qua và đập vào mắt người quan sát. Ta vẫn thấy trường sáng.

Nếu phương dao động của tấm phân cực vuông góc với phương dao động của tấm phân tích (trường hợp dưới), ánh sáng sẽ bị tấm phân tích dập tắt. Ta sẽ chỉ quan sát thấy trường tối. Khi có viên đá quý đặt ở giữa hai tấm thì:

– Nếu đó là đá quý đẳng hướng, sau khi qua viên đá, ánh sáng vẫn phân cực theo phương của tấm phân cực, nó sẽ bị tấm phân tích dập tắt. Ta luôn quát sát thấy trường tối.

– Nếu là đá quý dị hướng quang học thì nó sẽ làm quay các tia sáng phân cực theo hai phương vuông góc với nhau. Khi quay viên đá 360° sẽ có

4 vị trí ánh sáng thoát ra được tấm phân tích, xen kẽ với chúng là 4 vị trí ánh sáng bị dập tắt. Như vậy ta sẽ quan sát được 4 vị trí sáng xen kẽ với 4 vị trí tối của viên đá dị hướng quang học (các vị trí này cách nhau 45°).



***Hình 4.25.* Nguyên lý hoạt động của phân cực kế**

- *Kỹ thuật xác định*

Xoay một trong 2 tấm phân cực cho đến khi nhìn từ trên xuống, ta chỉ thấy tối nhất (trường tối). Đưa viên đá vào giữa 2 tấm (có thể dùng tay hoặc đặt trên một tấm thuỷ tinh tròn). Xoay viên đá 360° (chú ý xoay nhanh), nếu thấy viên đá vẫn tối đen ở mọi vị trí, thì đó là đá quý đẳng hướng. Nếu thấy 4 vị trí tối xen kẽ 4 vị trí sáng (cách nhau 45°) thì đó là đá quý dị hướng quang học

Chú ý: Nếu xoay viên đá 360° mà luôn luôn tối thì chưa nên kết luận ngay là đá đẳng hướng. Nghiêng viên đá sang một hướng khác, sau lại xoay 360°, nếu khi đó vẫn thấy tối thì mới khẳng định được là đá đẳng hướng. Tốt nhất nên thử viên đá ở vài hướng khác nhau so với trục của phân cực kế. Sở dĩ như vậy vì theo những phương trùng với trục quang của đá quý dị hướng viên đá có tính chất như đá quý đẳng hướng.

Đá quý kết tinh ở hệ lập phương và thuộc nhóm vô định hình là các đá đẳng hướng. Đá quý thuộc các tinh hệ khác (bốn phương, sáu phương, ba phương, trực thoi, một nghiêng và ba nghiêng) là dị hướng quang học.

• *Một số trường hợp đặc biệt*

– Các đá quý dị hướng mà có cấu trúc vi tinh (tập hợp các tinh thể rất nhỏ) như nephrit, jadeit (nhóm ngọc jat) hoặc ẩn tinh như canxedon sẽ luôn quan sát thấy sáng ở vị trí 2 tấm phân cực vuông góc (không sáng hoàn toàn). Độ sáng này không thay đổi khi xoay viên đá 360°. Nguyên nhân của hiện tượng này là, mặc dù là tinh thể dị hướng nhưng các tinh thể này định hướng hỗn độn. Nếu một số tinh thể này ở vị trí tắt thì các tinh thể khác lại ở vị trí sáng và ngược lại. Vì vậy luôn có một lượng ánh sáng đi qua tấm phân tích và viên đá luôn sáng.

– Một số đá quý đẳng hướng không tối đều và tối hoàn toàn ở vị trí 2 tấm phân cực vuông góc mà có chỗ tối chỗ sáng theo những hình dạng khác nhau. Hiện tượng này gọi là *giả dị hướng (hay dị hướng bất thường)* của nhóm đá quý đẳng hướng. Ví dụ như thuỷ tinh thường có giả dị hướng dạng chữ thập đen, spinel tổng hợp thường có dạng mạng lưới, granat thường có dạng phân lớp... Nguyên nhân của hiện tượng giả dị hướng là do sự có mặt của các ứng suất, các bao thể khác nhau... trong cấu trúc tinh thể của đá quý.

Tóm lại, khi xác định đặc tính quang học của đá quý bằng phân cực kế cần phải chỉ rõ:

– Đá đẳng hướng quang học

– Đá dị hướng quang học

– Đá giả dị hướng

– Đá dạng tập hợp

b) Các phương pháp khác xác định đặc tính quang học

Đặc tính quang học (tính đẳng hướng dị hướng) của đá quý còn có thể xác định gián tiếp bằng một số kỹ thuật khác như:

– Sử dụng hiệu ứng nhân đôi

– Dùng khúc xạ kế

– Dùng hiệu ứng đa sắc

Chú ý: Tất cả đá quý có hiệu ứng đa sắc hoặc có hiệu ứng nhân đôi đều thuộc nhóm dị hướng quang học. Trường hợp không quan sát thấy thì chưa đủ để kết luận là đá đẳng hướng mà phải dùng một số kỹ thuật khác nữa. Các kỹ thuật này sẽ được trình bày ở mục 4.3.2.

4.3.2. Xác định chiết suất, lưỡng chiết suất, độ tán sắc chiết suất, tính trục và dấu quang

Thiết bị chủ yếu để xác định định lượng các giá trị chiết suất (n), lưỡng chiết suất (Δ_n), độ tán sắc chiết suất (D_n) và một số tính chất quang học khác có tên gọi là *khúc xạ kế* (loại dùng cho chất rắn). Ngoài ra, các tính chất quang học trên còn có thể xác định (định tính và định lượng) bằng một số phương pháp khác.

a) Phương pháp khúc xạ kế

- *Cấu tạo khúc xạ kế*

Khúc xạ kế dùng trong đá quý học đều dựa trên hiện tượng phản xạ toàn phần (xem Hình 4.7) và còn có tên gọi là *khúc xạ kế góc tới hạn*. Hình 4.26 là một số loại khúc xạ kế do các hãng khác nhau sản xuất.

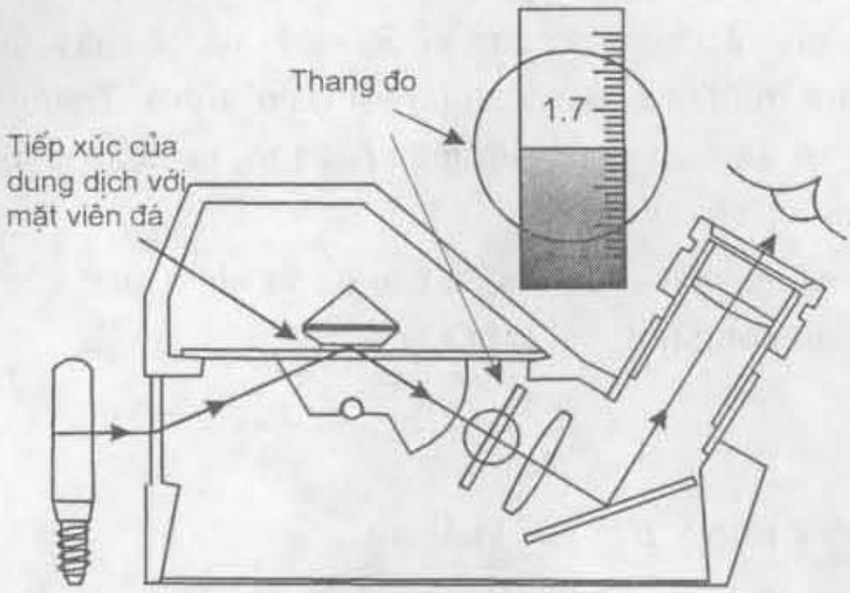
Một khúc xạ kế góc tới hạn có cấu tạo như trên hình các Hình 4.27 và 4.28.

Hình 4.26. **Các loại khúc xạ kế khác nhau**

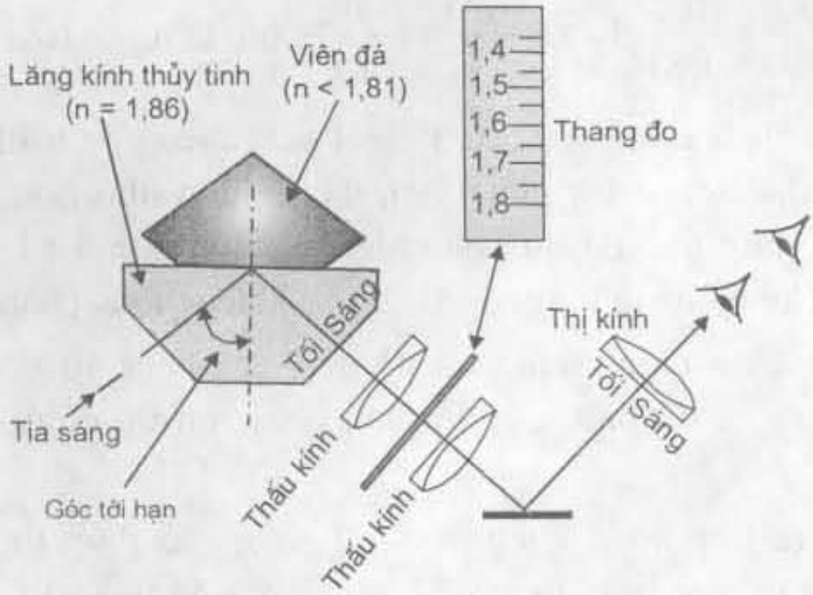
- *Nguyên lý hoạt động của khúc xạ kế*

Nguyên lý hoạt động của khúc xạ kế (Hình 4.29) dựa trên hiện tượng phản xạ toàn phần.

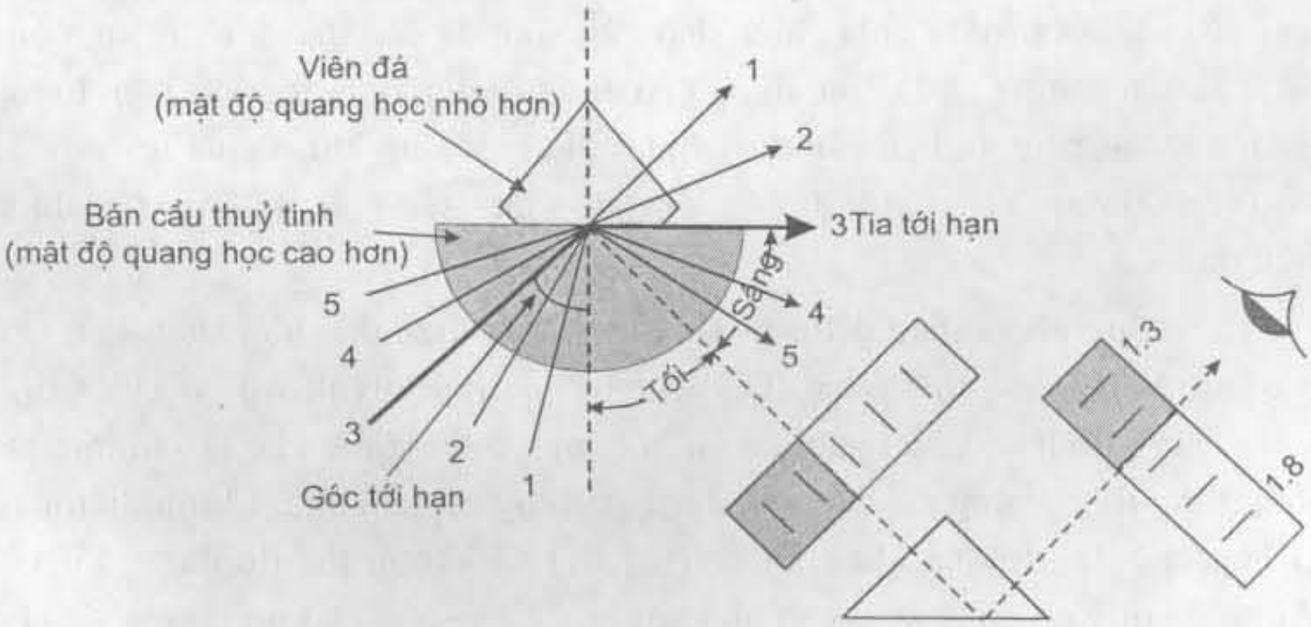
Viên đá được đặt (tiếp xúc quang học) trên bán cầu (hoặc bán trụ) thuỷ tinh có chiết suất cao (1,81). Với những tia sáng có góc tới nhỏ hơn góc tới hạn (tia 1, 2 ở Hình 4.29), khi tới mặt tiếp xúc sẽ khúc xạ vào viên đá, phần thang đo này của khúc xạ kế sẽ không được chiếu sáng (phần tối). Bắt đầu từ tia tới hạn trở đi (tia 3, 4, 5) ánh sáng sẽ bị phản xạ toàn phần trở lại bán cầu thuỷ tinh và chiếu sáng thang đo.



Hình 4.27. **Cấu tạo của một khúc xạ kế góc tới hạn**



Hình 4.28. **Đường đi của ánh sáng trong khúc xạ kế góc tới hạn**



Hình 4.29. **Nguyên lý hoạt động của khúc xạ kế góc tới hạn**

Khi quan sát cả thang đo của khúc xạ kế ta sẽ thấy một phần được chiếu sáng (nằm dưới) và phần còn lại tối (nằm trên). Thang đo được thiết kế sao cho giá trị ứng với ranh giới giữa phần tối và phần sáng này chính là giá trị chiết suất của viên đá.

Nếu n_{vd} là chiết suất của viên đá cần đo và chiết suất của bán cầu thuỷ tinh là 1,81 thì từ công thức (4.2) ta sẽ có:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_{vd}}{n_{bc}},$$

trong đó α là góc tới và β là góc khúc xạ.

Ứng với góc tới bằng góc tới hạn α_c, góc khúc xạ $\beta = 90^0$, khi đó:

$$\frac{\sin\alpha_c}{\sin 90^0} = \frac{n_{vd}}{1,81} \text{ hay } \frac{\sin\alpha_c}{1} = \frac{n_{vd}}{1,81} \text{ tức là } n_{vd} = 1,81.\sin\alpha_c$$

Đây chính là công thức tính chiết suất theo góc tới hạn. Từ công thức này có thể thấy giá trị n_{vd} của viên đá sẽ luôn nhỏ hơn 1,81 vì giá trị sin luôn ≤ 1. Những loại đá quý có chiết suất lớn hơn 1,81 sẽ không đo được trên khúc xạ kế thông thường này (không có hiện tượng phản xạ toàn phần).

Như vậy, đo chiết suất của đá quý chính là đo góc tới hạn của nó, mà như chúng ta đã biết, góc tới hạn càng lớn thì chiết suất càng nhỏ, và ngược lại.

Để tạo ra tiếp xúc quang học giữa bán cầu thuỷ tinh và viên đá, mặt viên đá phải thật phẳng, được mài bóng và giữa bán cầu và viên đá phải có một dung dịch gọi là dung dịch chiết suất. Dung dịch chiết suất thường là loại có chiết suất nằm giữa chiết suất của viên đá cần đo và chiết suất của bán cầu thuỷ tinh (1,81). Tác dụng của dung dịch này là loại bỏ hiện tượng phản xạ toàn phần từ bán cầu thuỷ tinh với lớp không khí ở giữa nó và viên đá (nếu không có dung dịch). Khi đó ánh sáng sẽ không tới được viên đá.

Các hãng khác nhau đều sản xuất sẵn dung dịch đo chiết suất, chủ yếu là dung dịch iodua methylen (CH_2I_2) bão hoà lưu huỳnh, và có chiết suất 1,81. Dung dịch có chiết suất cao hơn cũng có thể được chế tạo nhưng rất khó, đồng thời chúng rất độc nên được sử dụng rất hạn chế. Chính điều này đã hạn chế dải đo của khúc xạ kế (≤ 1,81) và không thể đo được đối với những đá quý có chiết suất cao như zircon (1,93 – 1,99), kim cương (2,41), một số loại granat (> 1,80)... Trong trường hợp dự đoán trước đá quý có

chiết suất không cao ta có thể sử dụng một số dung dịch có chiết suất nhỏ hơn làm dung dịch đệm (ví dụ, đối với thạch anh có chiết suất bằng 1,53 – 1,54) ta có thể dùng các dung dịch chiết suất khoảng 1,60–1,70. Giá trị n của dung dịch đệm càng sát với n của viên đá thì ranh giới giữa phần tối và phần sáng càng rõ nét và phép đo càng chính xác. Mặt khác, dung dịch đệm có n càng cao thì càng đắt tiền.

• *Kỹ thuật xác định*

Khúc xạ kế là một thiết bị rất hữu hiệu trong giám định đá quý. Bằng thiết bị này người ta có thể xác định đến 10 tính chất quang học khác nhau của đá quý, trong đó quan trọng nhất là chiết suất n, lưỡng chiết cực đại $\Delta_n$max, độ tán sắc chiết suất D_n, tính trục, dấu quang học, tính dị hướng quang học....

Để xác định các tính chất trên, trước hết chọn mặt đo của viên đá. Mặt này phải phẳng, bóng (có thể là mặt chế tác, mặt tinh thể tự nhiên hoặc một mặt được mài bóng bất kỳ), có diện tích tối thiểu khoảng 3 – 5 mm^2. Lau sạch mặt viên đá và mặt bán cầu thuỷ tinh của khúc xạ kế, sau đó nhỏ 1 – 3 giọt dung dịch chiết suất lên mặt bán cầu và đặt nhẹ nhàng viên đá sao cho mặt viên đá tiếp xúc với mặt bán cầu. Cần di nhẹ viên đá cho các bọt khí ở phần tiếp xúc thoát ra hết.

Chú ý: Mặt bán cầu làm từ thuỷ tinh rất mềm, vì vậy những mặt viên đá gồ ghề thô ráp, đặc biệt là của đá cứng, rất dễ làm xước. Nếu mặt bán cầu thuỷ tinh và mặt viên đá bị xước nhiều, tiếp xúc quang học sẽ kém và ranh giới giữa phần tối và phần sáng sẽ mờ nhạt, kết quả đo kém chính xác.

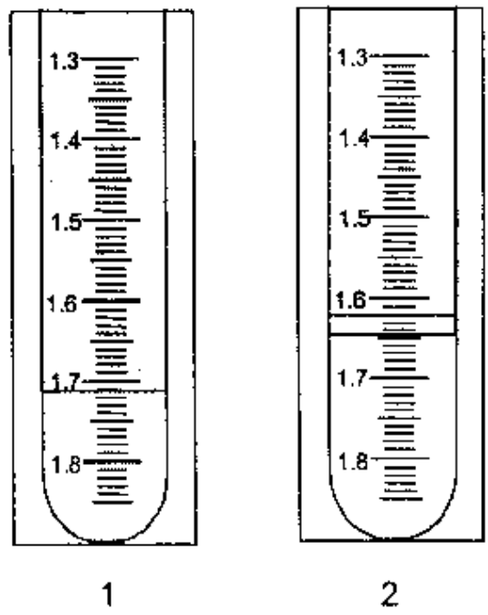
Sau đó bật nguồn sáng và quan sát thang đo. Trong giám định đá quý người ta quy định lấy giá trị chiết suất ứng với bước sóng 589,3 nm (màu vàng). Để có ánh sáng đơn sắc như vậy người ta có 2 cách:

– Dùng nguồn sáng đơn sắc của đèn natri chỉ cho bước sóng 589,3 nm;

– Dùng các lọc màu đơn sắc tương ứng (loại lọc giao thoa) trong trường hợp dùng nguồn ánh sáng trắng.

Giá trị chiết suất n của viên đá được đọc trên thang đo (ứng với ranh giới phần tối ở trên và phần sáng ở dưới). Khi quan sát ranh giới giữa phần tối và phần sáng, cần đậy nắp khúc xạ kế lại để loại bỏ ánh sáng ngoại lai có thể làm mờ nhạt ranh giới này. Giá trị chiết suất được lấy 3 chữ số sau dấu phẩy, trong đó chỉ số thứ 3 phải ước lượng và thường có sai số ± 0,001.

Đối với đá quý đẳng hướng ta chỉ có một ranh giới (một giá trị n), đối với đá quý dị hướng sẽ có hai ranh giới, đậm hơn ở trên và nhạt hơn ở dưới, ứng với hai giá trị chiết suất (Hình 4.30). Để quan sát rõ hai ranh giới giá trị chiết suất người ta thường dùng một tấm lọc phân cực đặt trên thị kính của khúc xạ kế. Xoay tấm lọc phân cực này cho đến khi chỉ thấy ranh giới dưới (về phía giá trị n thấp hơn), lúc này ranh giới trên (ứng với tia thứ hai) sẽ bị dập tắt. Đọc giá trị chiết suất thứ nhất n_1, sau đó xoay tấm phân cực tới khi ranh giới thứ hai về phía trên rõ nhất (tia thứ nhất bị dập), lấy giá trị n_2. Hiệu số $[n_1 - n_2]$ sẽ là độ lưỡng chiết của viên đá Δ_n. Tuy nhiên, đây chỉ là các giá trị chiết suất và lưỡng chiết ngẫu nhiên ứng với một phương bất kỳ trong viên đá. Trong giám định đá quý dị hướng quang học, chỉ các giá trị chiết suất cực đại và cực tiểu và giá trị lưỡng chiết ứng với chúng mới có ý nghĩa, vì chúng khá ổn định và đặc trưng cho từng loại đá quý. Để có các giá trị đó ta tiến hành như sau:



Hình 4.30. **Hình ảnh thang đo trong khúc xạ kế góc tới hạn**
(1) Đá quý đẳng hướng quang học;
(2) Đá quý dị hướng quang học

Xoay viên đá theo một góc nhất định, cụ thể là:

a) Xoay viên đá 90°, nếu thấy ranh giới không di chuyển thì đó là đá quý đẳng hướng và có một giá trị chiết suất.

b) Xoay viên đá 180°, mỗi lần xoay 45° lại quan sát các ranh giới. Nếu thấy một trong hai hoặc cả hai ranh giới đều di chuyển thì đó là đá quý dị hướng. Chiều xoay của viên đá không quan trọng.

– Nếu chỉ một trong hai ranh giới di chuyển còn ranh giới kia cố định thì đó là đá quý dị hướng một trục. Trong trường hợp này, ứng với mỗi lần xoay viên đá góc 45° trong phạm vi 180° ta lại tìm hai giá trị n lớn nhất và nhỏ nhất bằng cách xoay tấm phân cực trên thị kính của khúc xạ kế. Ví dụ về cách xác định n_{min}, n_{max} và giá trị Δ_n cực đại của đá quý một trục được

minh hoạ trên Hình 4.31 (lưu ý bạn đọc là chỉ các giá trị này mới có ý nghĩa giám định).

Tại 4 vị trí trên ta tìm được các giá trị n lớn nhất và nhỏ nhất như sau:

Vị trí	n_1	n_2
1	1,544	1,551
2	1,544	1,548
3	1,544	1,553
4	1,544	1,546

Từ 8 giá trị n trên ta có

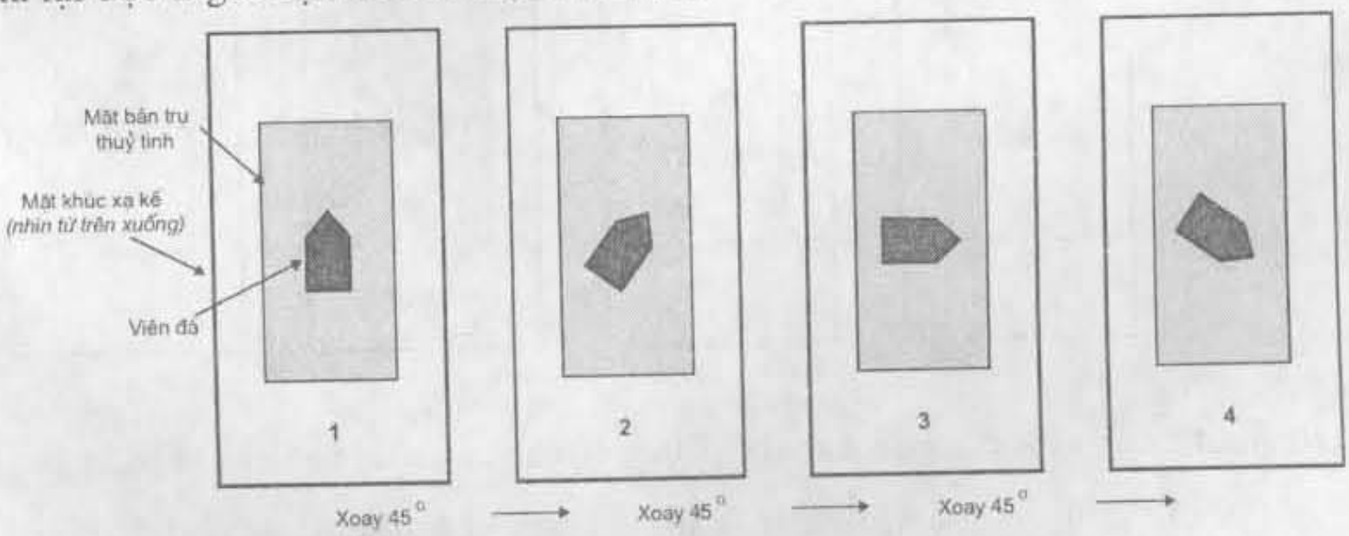
$$n_{min} = 1{,}544, \quad n_{max} = 1{,}553.$$

Khi đó lưỡng chiết suất của đá quý dị hướng một trục là

$$\Delta_n = [1{,}553 - 1{,}544] = 0{,}009.$$

Đây là các giá trị chiết suất và lưỡng chiết suất ứng với *thạch anh*.

– Nếu cả hai ranh giới đều di chuyển thì đó là đá quý hai trục. Khi đó ta phải xoay viên đá 8 lần (mỗi lần xoay 45° trong 360°), ứng với mỗi vị trí ta lại đọc 2 giá trị chiết suất (Hình 4.32).



Hình 4.31. **Các vị trí của viên đá một trục trên mặt bán trụ thuỷ tinh của khúc xạ kế**

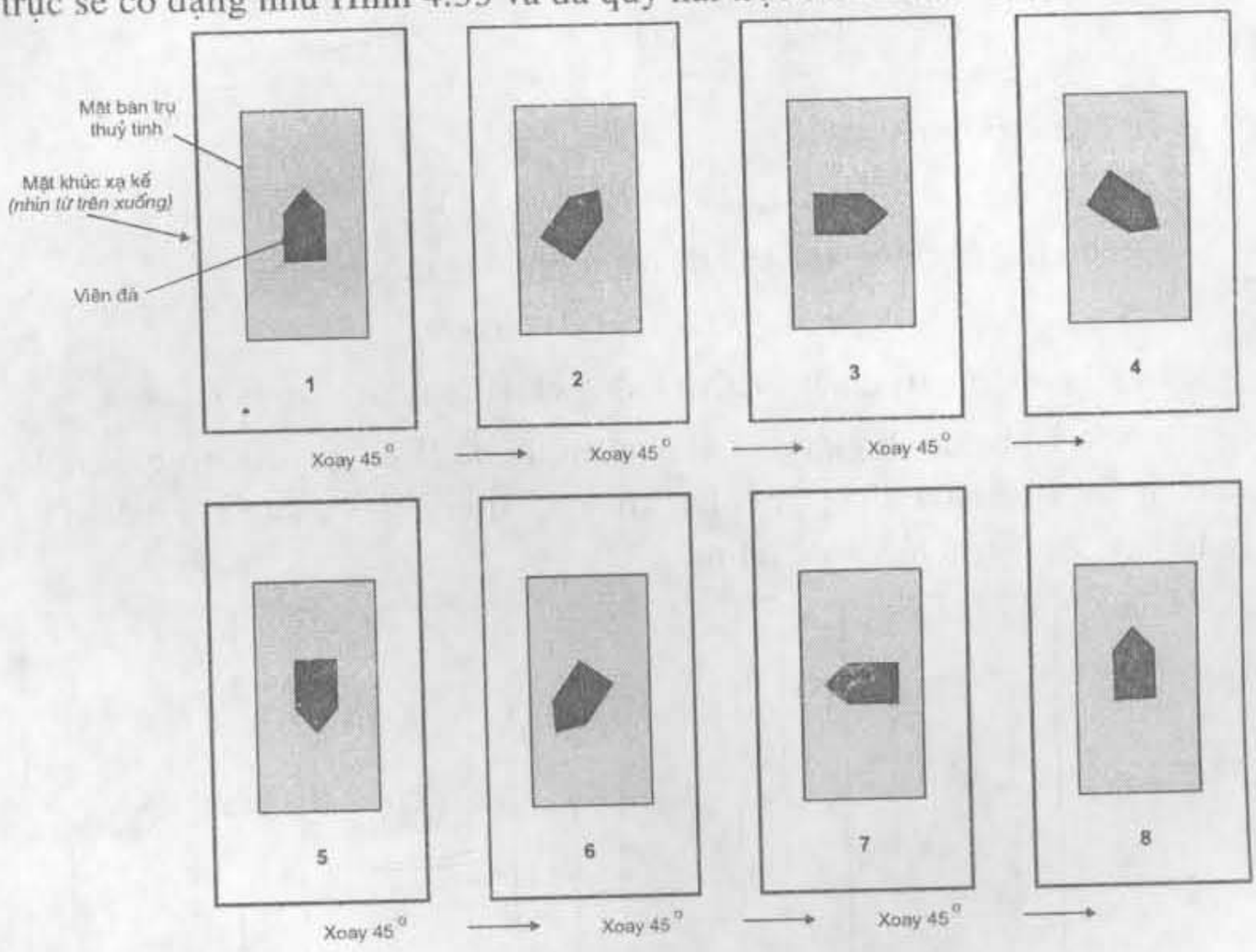
Từ 16 giá trị chiết suất ta tìm giá trị cực tiểu n_α, giá trị cực đại n_γ và Δ_n.

Dấu quang học của đá quý một trục được xác định trên cơ sở giá trị chiết suất cố định (ứng với n_o) là lớn hơn hay nhỏ hơn giá trị thay đổi (n_e).

Nếu $n_o < n_e$ ta có đá quý một trục dương, ký hiệu 1^+, nếu $n_o > n_e$ ta có đá quý một trục âm, ký hiệu là 1^-. Trường hợp của thạch anh là 1^+.

Dấu quang của đá quý hai trục được xác định bằng cách tính giá trị trung bình n_β từ 16 giá trị đo được (Hình 4.32). Nếu n_β gần n_α hơn ta có đá quý hai trục dương 2^+, khi n_β gần n_γ hơn thì đó là đá quý hai trục âm 2^-. Ví dụ đối với peridot, $n_\beta = 26{,}664/16 = 1{,}666$ gần với n_α hơn (1,650) so với n_γ (1,688), trong đó 26,664 là tổng của 16 giá trị n. Như vậy, peridot là đá quý hai trục dương.

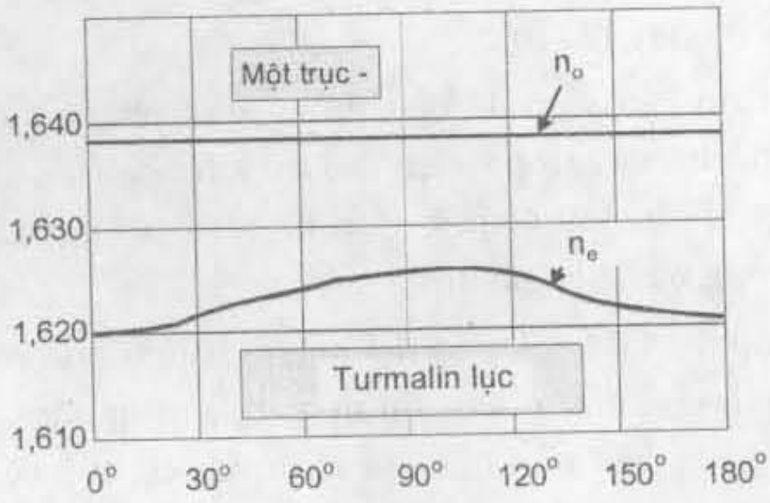
Nếu ta dựng đồ thị chiết suất theo góc xoay của viên đá thì đá quý một trục sẽ có dạng như Hình 4.33 và đá quý hai trục như Hình 4.34.



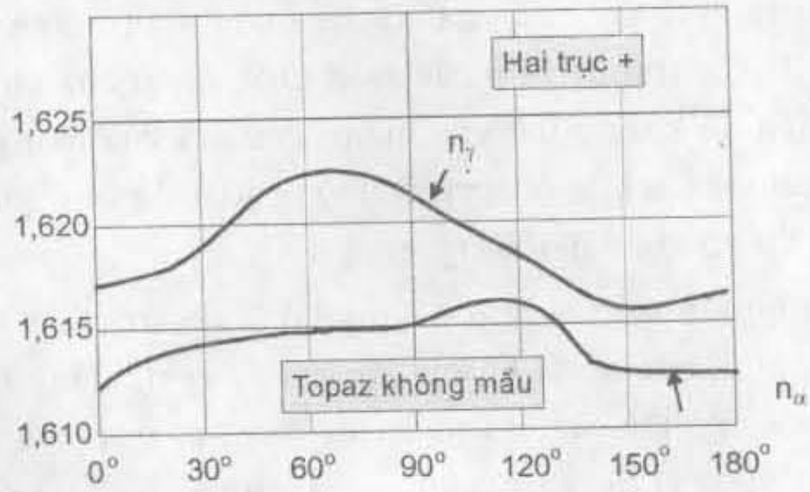
Hình 4.32. **Các vị trí của viên đá hai trục trên mặt bán trụ thuỷ tinh của khúc xạ kế**

Để xác định độ tán sắc chiết suất D_n, thay vì lọc đơn sắc màu vàng ta lần lượt thay bằng các lọc đơn sắc màu đỏ và màu lam. Ứng với mỗi lọc màu ta lấy giá trị n, và giá trị tán sắc chiết suất $D_n = [n_{đỏ} - n_{lam}]$

Sau khi đo xong, cần lau sạch dung dịch trên mặt bán cầu thuỷ tinh bằng một loại vật liệu mềm, tốt nhất là da thuộc.



Hình 4.33. **Đồ thị biểu diễn sự thay đổi của chiết suất theo góc quay của viên đá một trục**



Hình 4.34. **Đồ thị biểu diễn sự thay đổi của chiết suất theo góc quay của viên đá hai trục**

Khi đo chiết suất của đá quý đã chế tác kiểu mài giác phẳng (mài facet), mặt được dùng để đo thường là mặt bàn (table). Đối với đá quý thô thì chọn mặt tinh thể nào có độ bóng cao nhất và phẳng nhất.

- *Các trường hợp đặc biệt*

(1) Đối với đá quý một trục

– Nếu mặt đo của viên đá song song với trục quang thì khi xoay viên đá trên mặt bán cầu của khúc xạ kế, sẽ có một vị trí ta chỉ thấy một ranh giới (n_o). Đây là trường hợp tia tới trong khúc xạ kế song song với trục quang của viên đá. Xoay tiếp viên đá ta lại thấy hai ranh giới.

– Nếu mặt đo vuông góc với trục quang thì khi xoay viên đá ta thấy các ranh giới đều không di chuyển. Trong trường hợp này ta luôn có n_o và n_e, Δ_n cực đại ở mọi vị trí và không xác định được đá quý là âm hay dương. Để làm được điều trên ta phải đo viên đá ở một mặt khác.

(2) Đối với đá quý hai trục

– Nếu mặt đo của viên đá nằm trong mặt phẳng của hai trục quang (chỉ có một mặt như vậy trong viên đá) thì khi xoay viên đá sẽ có vị trí ta chỉ thấy có một giá trị lớn nhất n_γ (khi tia sáng tới trong khúc xạ kế song song với một trong hai trục quang).

– Ở một vài vị trí đặc biệt có thể quan sát thấy trường hợp một giá trị chiết suất cố định còn một giá trị thì thay đổi, và ngược lại. Nếu giá trị n_β nằm đúng giữa hoặc gần ở giữa n_α và n_γ thì không thể kết luận viên đá là mang dấu âm hay dương. Dấu quang của viên đá coi như không xác định được trong trường hợp này.

(3) Có một số đá quý vừa có thể mang dấu dương vừa mang dấu âm. Tất nhiên đây là trường hợp các viên khác nhau của cùng một loại đá quý, chứ một viên đá không thể vừa mang dấu âm vừa mang dấu dương. Ví dụ, peridot, vezuvian, chrysoberyl là những loại đá quý vừa có thể mang dấu âm vừa có thể mang dấu dương.

(4) Có những trường hợp đá quý có 2 giá trị chiết suất gần bằng nhau, khi đó trên khúc xạ kế rất khó phân biệt đó là đá đẳng hướng hay dị hướng chứ chưa nói là phân biệt đá một trục hay hai trục. Rất may là trường hợp này rất hãn hữu, ví dụ như vezuvian. Gặp trường hợp này ta phải quay lại phân cực kế và luôn quan sát thấy màu giao thoa cao của viên đá ở vị trí hai tấm phân cực vuông góc. Đây cũng là dấu hiệu nhận biết của viên đá đó. Sở dĩ viên đá có màu giao thoa mạnh như vậy vì hai tia khúc xạ trong viên đá rất gần nhau (hầu như song song) và đã giao thoa với nhau.

(5) Đá quý dị hướng có cấu trúc dạng tập hợp ẩn tinh (canxedon) hay vi tinh (jadeit, nephrit, rodocrosit, rodonit, malachit, biruza ...) thì dù có mặt phẳng đủ lớn ta cũng chỉ xác định được một giá trị chiết suất giống như đá quý đẳng hướng. Đương nhiên, đá quý đẳng hướng dạng tập hợp (opal, lapis luzuli, ngọc trai, san hô...) thì bao giờ cũng chỉ cho một giá trị chiết suất.

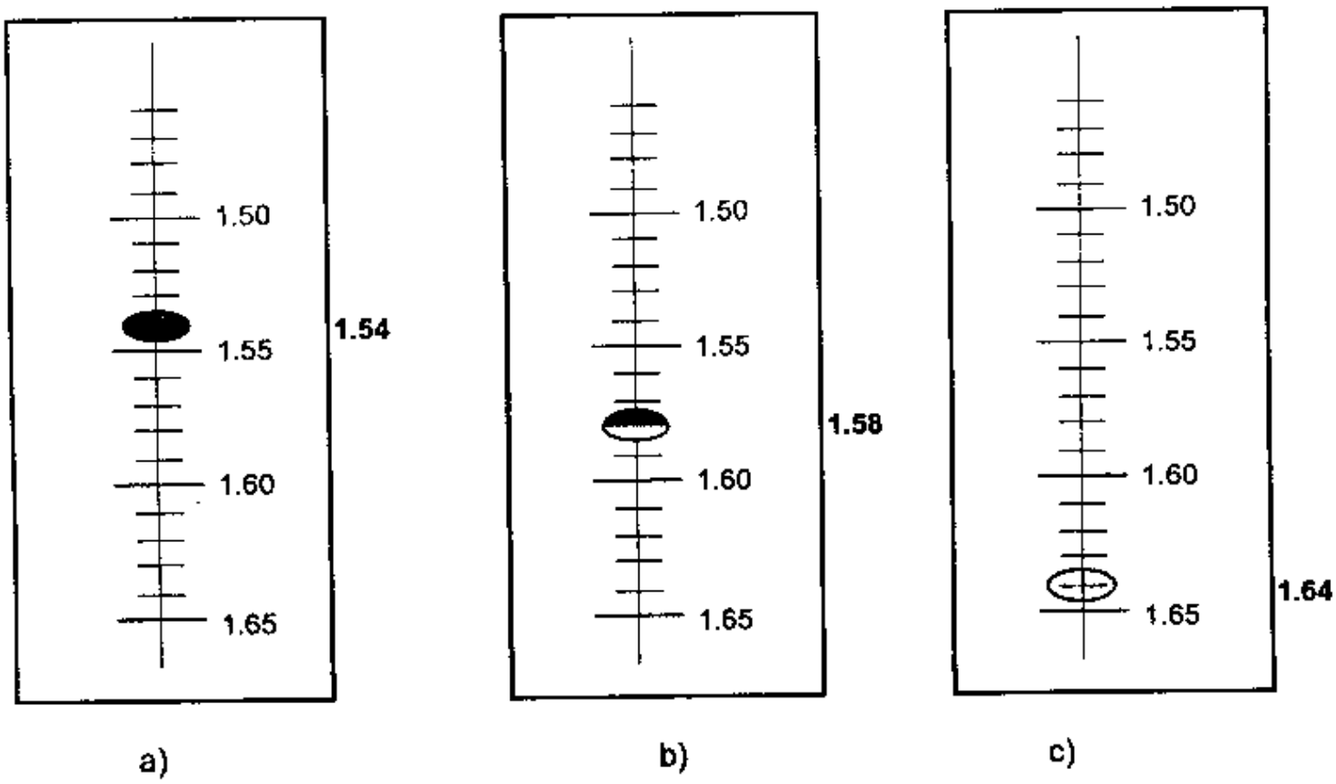
(6) Một loại đá quý nhưng có các màu khác nhau (do các tạp chất) hoặc có thành phần thay đổi (dãy thay thế đồng hình hay dung dịch cứng) thì có thể có chiết suất thay đổi. Ví dụ như topaz không màu, lơ, vàng, nâu có chiết suất thay đổi từ 1,609 – 1,617 đến 1,619 – 1,627, trong khi topaz đỏ, hồng, da cam có thể lên tới 1,633 – 1,643.

(7) Nếu không quan sát thấy một ranh giới nào trên thang đo và cả thang đo đều tương đối sáng thì đây là trường hợp đá quý có giá trị chiết suất cao hơn 1,81. Khi đó ta ghi chiết suất của đá quý là lớn hơn 1,81 (n > 1,80). Bản thân thông số n > 1,80 cũng là một chỉ tiêu giám định đá quý vì chỉ một số ít đá quý có chiết suất cao hơn 1,80 (kim cương, zircon, một số loại granat). Để xác định chính xác chiết suất ta phải dùng các phương pháp khác.

Trường hợp viên đá không có một mặt phẳng đủ lớn 3 – 5 mm^2 như trường hợp đá chế tác kiểu cabochon hoặc đá thô, người ta phải sử dụng một kỹ thuật khác gọi là *phương pháp nhìn xa* hay *phương pháp điểm* (distant method or spot method) sau đây.

- *Phương pháp điểm (Phương pháp nhìn xa)*

Nhỏ một giọt rất nhỏ (1–2 mm^2) dung dịch chiết suất lên mặt bán cầu thuỷ tinh. Đặt mặt cong của viên đá lên đó. Nếu khúc xạ kế có thị kính có thể tháo ra được ta chỉ việc tháo thị kính ra còn nếu khúc xạ kế không tháo được thị kính thì mắt người quan sát cần đưa ra xa khoảng 25 – 35 cm. Khi đó ta sẽ quan sát thấy hình dạng của giọt dung dịch tại vị trí tiếp xúc. Đưa mắt lên xuống ta sẽ thấy các vị trí sau (Hình 4.35):



***Hình 4.35.* Phương pháp nhìn xa (Phương pháp điểm)**

– Khi mắt đưa lên phía trên đến lúc nào đó hình ảnh của giọt dung dịch sẽ hoàn toàn tối. Trên Hình 4.35, vị trí này ứng với n = 1,540 (trường hợp a).

– Khi đưa mắt xuống sẽ đến một lúc giọt dung dịch nửa tối nửa sáng, ứng với n = 1,580 (trường hợp b).

– Tiếp tục hạ mắt xuống đến khi giọt dung dịch hoàn toàn sáng (n = 1,640, trường hợp c).

Giá trị chiết suất lúc này có thể được lấy theo hai cách:

+ Lấy các giá trị chiết suất ứng với vị trí giọt dung dịch hoàn toàn tối và hoàn toàn sáng (trường hợp a và c), sau đó lấy trung bình.

+ Chỉ lấy giá trị chiết suất ứng với vị trí giọt dung dịch nửa tối nửa sáng.

Trong cả hai trường hợp giá trị chiết suất đều ứng với giá trị 1,580.

Chú ý: Phương pháp này chỉ cho giá trị chiết suất gần đúng và không phân biệt được đá đẳng hướng và dị hướng, đá một trục và hai trục, cũng như giá trị Δ_n và dấu quang học. Việc giám định đá quý phải dựa vào các tính chất khác.

b) Các phương pháp khác xác định chiết suất

Ngoài phương pháp chủ yếu là khúc xạ kế, chiết suất của đá quý còn có thể xác định định lượng và định tính bằng các phương pháp sau đây.

- *Phương pháp hệ số phản xạ*

Cơ sở của phương pháp này là xác định giá trị chiết suất thông qua hệ số phản xạ R của đá quý:

$$R = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2}$$

R được xác định bằng công thức:

$$R = \frac{I_r}{I_o},$$

trong đó: I_o – cường độ ánh sáng tới;

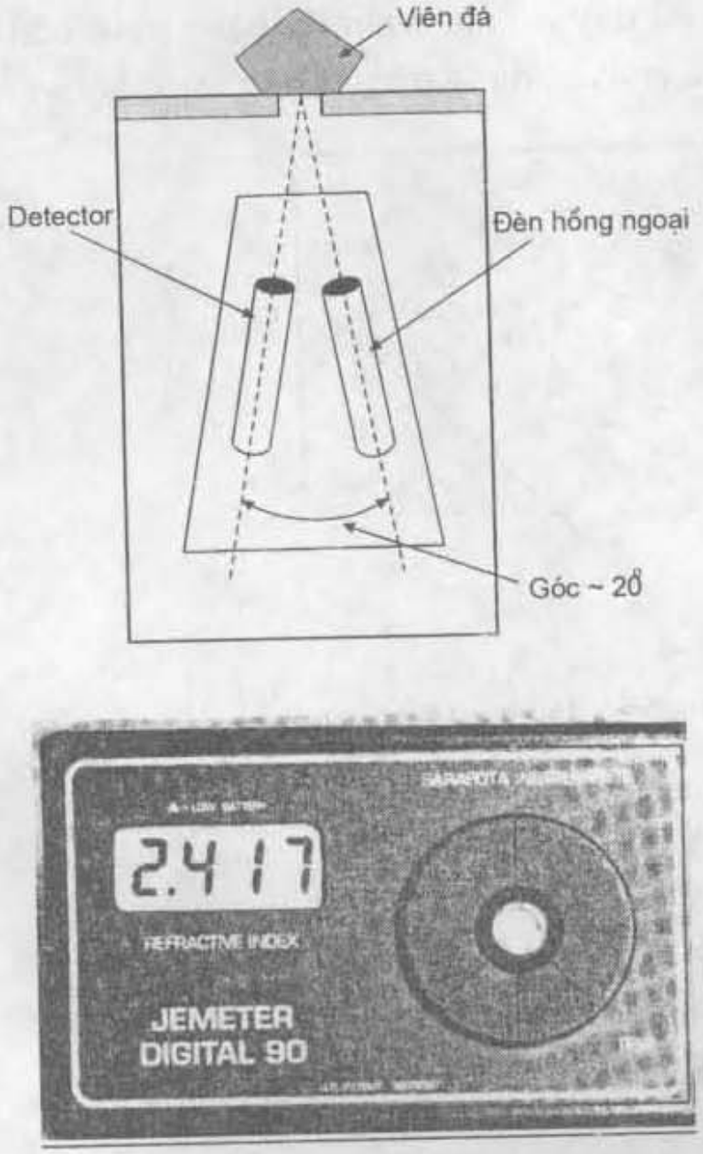
I_r – cường độ ánh sáng phản xạ.

Thiết bị để xác định chiết suất theo phương pháp hệ số phản xạ có tên gọi chung là *phản xạ kế* (reflectometer), ví dụ như thiết bị Jeweler's Eye hay Gemeter 75. Gần đây nhất người ta sản xuất một thiết bị có độ chính xác khá cao là Jemeter Digital 90, trong đó nguồn sáng là tia hồng ngoại

phát ra từ một diot. Ánh sáng sau khi phản xạ từ bề mặt viên đá được thu vào một đầu thu đặt nghiêng so với nguồn sáng một góc 20^0 (Hình 4.36).

Giá trị R đo được sẽ được một bộ vi xử lý chuyển thành giá trị n tương ứng và hiện số trên màn hình của thiết bị.

Chú ý: Nguyên lý này cũng được sử dụng để chế tạo ra thiết bị đo màu của kim cương (như thiết bị DS 2000) mà một số công ty kinh doanh và cơ sở giám định đá quý ở Việt Nam đã có (Hình 4.37). Ngoài ra, thiết bị này còn được dùng để phân biệt kim cương với một số đá thay thế kim cương (nhân tạo và tự nhiên) như CZ, YAG, GGG, fabulit, zircon, spinel tổng hợp..., trong đó có một loại đá tổng hợp mới xuất hiện tại thị trường Việt Nam và gây lo ngại rất nhiều cho các nhà kinh doanh đá quý trung thực và người tiêu dùng là moisanit.



Hình 4.36. Thiết bị đo chiết suất thông qua hệ số phản xạ Jemeter Digital 90

Hình 4.37. Máy đo màu kim cương DS 2000

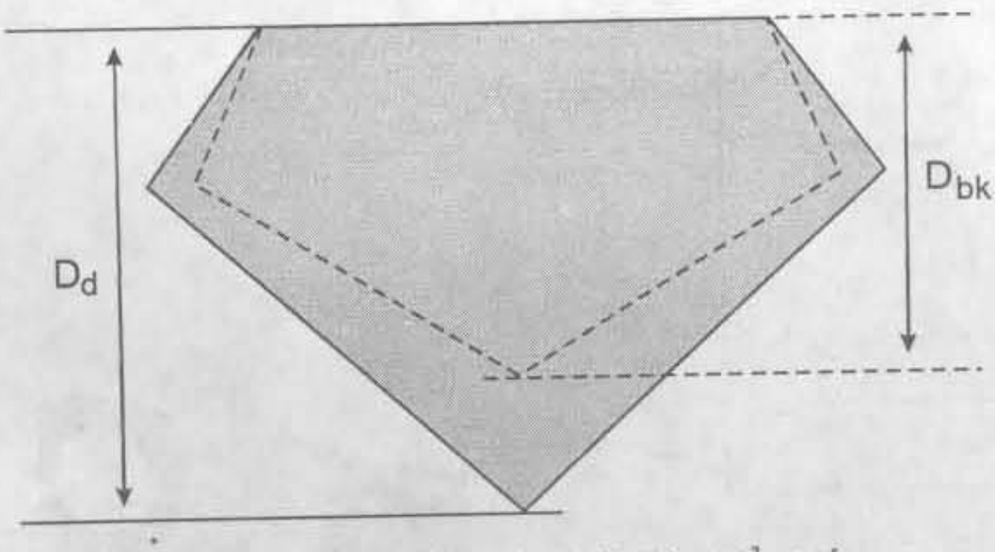
Thiết bị phản xạ kế có ưu điểm là thang đo chiết suất không bị hạn chế (thường rất rộng, từ 1,300 đến 2,999). Nhược điểm của phương pháp này là độ chính xác thấp (phụ thuộc nhiều vào chất lượng mài bóng và độ sạch của mặt viên đá), việc xác định giá trị lưỡng chiết, tính trục và dấu quang cũng rất khó khăn. Vì vậy, phương pháp này chủ yếu mang tính định hướng và dùng cho các đá quý không đo được chiết suất bằng khúc xạ kế thông thường (có n > 1,81).

- *Phương pháp độ dày biểu kiến*

Đây là phương pháp định lượng gần đúng. Cơ sở phương pháp là công thức:

$$n = \frac{D_d}{D_{bk}},$$

trong đó D_d là độ dày đo được của viên đá và D_{bk} là độ dày biểu kiến của nó (Hình 4.38). Độ dày biểu kiến là độ dày đo qua viên đá bằng mắt, còn độ dày thực D_d được đo bằng các thước chuyên dụng dùng trong ngọc học.



***Hình 4.38.* Sơ đồ kỹ thuật độ dày biểu kiến**

Để xác định độ dày biểu kiến người ta phải sử dụng loại kính hiển vi có thiết bị đo khoảng cách di chuyển của ống kính.

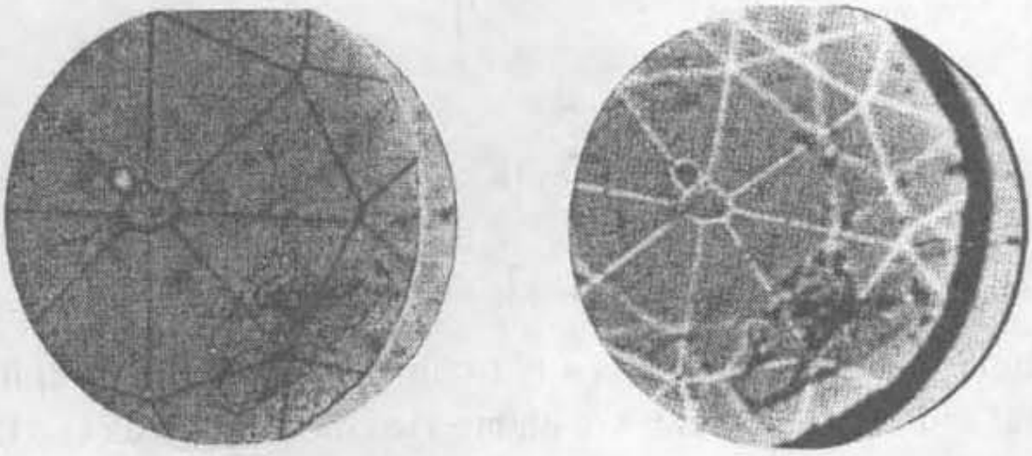
Trước hết chỉnh tiêu cự kính hiển vi sao cho nhìn rõ nhất mặt bàn của viên đá (viên đá được kẹp sao cho mặt bàn vuông góc với trục quang của kính hiển vi). Sau đó chỉnh tiêu cự sao cho tim đáy nhìn rõ nhất qua mặt bàn. Ghi giá trị đo ứng với các giá trị trên, hiệu số giữa 2 giá trị chính là độ dày biểu kiến.

Phương pháp này chỉ cho giá trị chiết suất gần đúng và chỉ áp dụng cho các đá trong suốt.

- *Phương pháp nhúng*

Nguyên lý của phương pháp này là dựa trên độ nổi rõ và độ sáng của viên đá khi nhúng trong các dung dịch có chiết suất khác nhau.

Nhúng viên đá vào một dung dịch có chiết suất cho trước và quan sát riềm ngoài của nó (Hình 4.39). Riềm này có tên gọi là riềm Beck. Nếu chiết suất của viên đá nhỏ hơn của dung dịch, riềm ngoài có màu trắng và các cạnh giác có màu đen (trường hợp a, Hình 4.39). Nếu viên đá có chiết suất lớn hơn của dung dịch thì riềm ngoài có màu đen, các cạnh giác có màu trắng (trường hợp b, Hình 4.39). Trường hợp riềm ngoài của viên đá mở rộng hơn hẳn là khi chiết suất của nó thay đổi trong phạm vi rộng. Khi ranh giới của viên đá và dung dịch gần như mờ hẳn (biến mất), chiết suất của chúng gần bằng nhau.



a) b)

Hình 4.39. **Riềm Beck trong phương pháp nhúng**

Phương pháp này hầu như không cần thiết bị gì, ngoài một cốc thuỷ tinh và các dung dịch có chiết suất cần thiết. Cốc đựng dung dịch có n đã biết được đặt trên một nền trắng, các viên đá được đặt trong cốc sao cho mặt bàn nằm ở dưới (đối với đá đã chế tác).

Những dung dịch thường được dùng để xác định chiết suất bằng phương pháp nhúng được dẫn ra trong Bảng 4.2.

Chú ý: Các dung dịch có chiết suất cao (và cũng có tỷ trọng lớn) có tên gọi là dung dịch nặng. Chúng thường khá độc vì vậy việc sử dụng phải theo đúng các chỉ dẫn cần thiết.

Phương pháp nhúng còn có thể sử dụng kết hợp với kính hiển vi khi xác định chiết suất của các mảnh vụn đá quý. Bạn đọc quan tâm đến phương pháp này có thể tìm đọc trong các tài liệu chuyên sâu.

***Bảng 4.2*. Các dung dịch nhúng được sử dụng trong giám định đá quý**

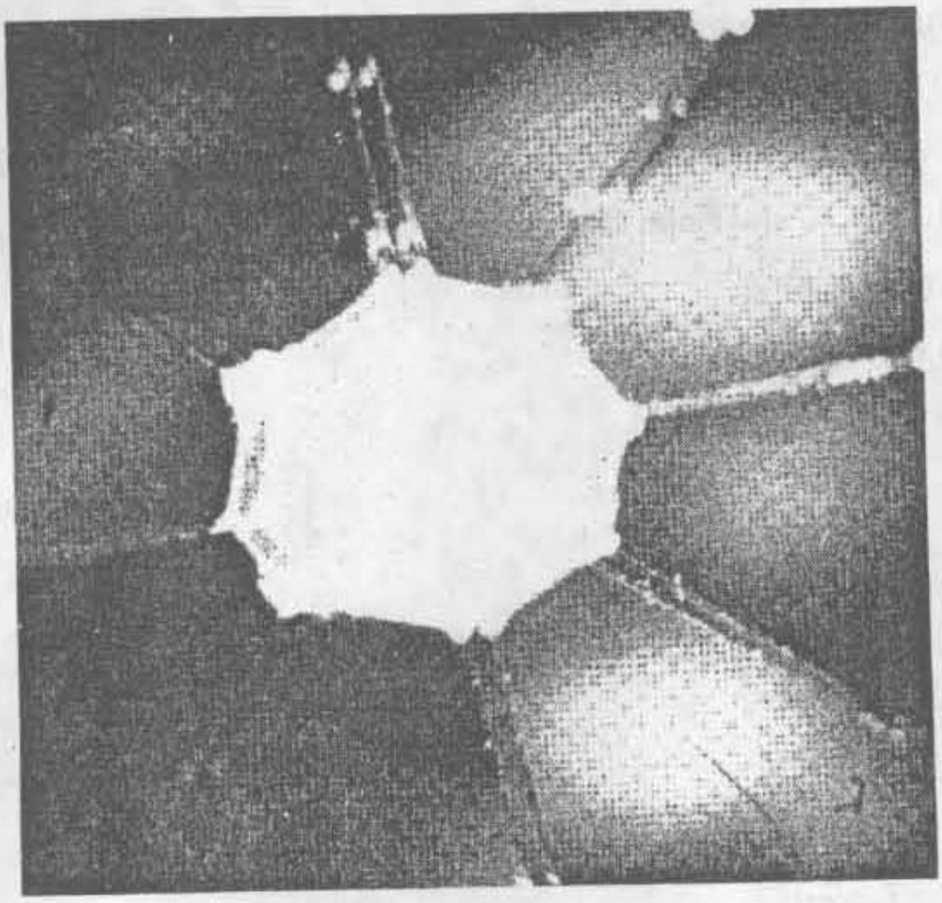
Tên dung dịch	*Giá trị chiết suất*
Nước	1,33
Cồn	1,36
Bromoform	1,59
Iodobenzen	1,62
Dầu lửa	1,45
Dầu Clove	1,54
Monotromonaftalen	1,66
Iodonaftalen	1,70
Di–iodometan (iodua methylen)	1,74
Dung dịch chiết suất	1,81

Phương pháp nhúng có ưu điểm là khá đơn giản nhưng lại chỉ cho giá trị chiết suất một cách gần đúng

- *Phương pháp hiệu ứng nhân đôi*

Khi nhìn một vật qua viên đá quý trong suốt, nếu đó là đá dị hướng thì ảnh của vật sẽ bị nhân đôi. Đối với những viên đá quý nhỏ đã chế tác người ta thường phải phóng đại bằng lúp và kính hiển vi, và quan sát tim đáy (culet) hoặc cạnh giác của phần đáy qua mặt bàn (Hình 4.40).

Nếu là đá quý thô ta có thể quan sát các bao thể, các khuyết tật khác nhau trong lòng viên đá. *Tất cả đá quý có hiệu ứng nhân đôi đều là đá quý dị hướng quang học.* Trường hợp không quan sát thấy thì cần thận trọng khi kết luận viên đá là đẳng hướng (phải kết hợp với các phương pháp khác). Độ nhân đôi (rộng, hẹp) chính là độ lưỡng chiết tương đối của đá quý. Những loại đá quý có độ lưỡng chiết cao như zircon (0,059), turmalin (0,020), peridot (0,036 – 0,038), diopsit (0,030)... đều có hiệu ứng nhân đôi rất rõ ràng. Những đá có lưỡng chiết nhỏ hơn (0,010 – 0,015) thì khó quan sát hơn, còn đối với những đá có lưỡng chiết thấp (0,005 – 0,010) thì chỉ những người rất có kinh nghiệm mới có thể thấy được. Như vậy, phương pháp này chỉ cho phép đánh giá một cách hết sức tương đối độ lưỡng chiết của đá quý và không cho biết giá trị chiết suất là bao nhiêu.



Hình 4.40. **Hiệu ứng nhân đôi của zircon**

Khi đánh giá độ lưỡng chiết tương đối cần lưu ý đến độ dày của viên đá. Viên đá có độ dày lớn và giá trị lưỡng chiết trung bình và viên đá có độ dày nhỏ và lưỡng chiết lớn có thể cho hiệu ứng nhân đôi như nhau.

Độ nhân đôi cũng phụ thuộc vào độ phóng đại vì vậy khi quan sát cần ghi nhận độ phóng đại là bao nhiêu.

Dù là một phương pháp đơn giản nhưng nếu biết sử dụng hiệu quả thì phương pháp này cũng khá hữu ích, nhất là đối với những người không có thiết bị chuyên dụng.

Ví dụ như gần đây trên thị trường Việt Nam có một loại turmalin màu đỏ đã được chào bán với tên là spinel đỏ (tất nhiên là với mục đích thu được lời nhiều hơn vì spinel đỏ thường có giá cao hơn turmalin). Khá nhiều người đã bị nhầm lẫn. Nếu ta biết sử dụng hiệu ứng nhân đôi thì có thể dễ dàng loại trừ nhầm lẫn đáng tiếc này. Turmalin có hiệu ứng nhân đôi khá rõ ràng trong khi spinel hoàn toàn không có. Hoặc khoảng một vài năm nay, trên thị trường thế giới (và Việt Nam) xuất hiện một loại đá thay thế kim cương mới và gây lo ngại cho nhiều người là moisanit (công thức hoá học là SiC). Bằng bút thử kim cương thông thường người ta không thể phân biệt kim cương và moisanit. Nhưng nếu quan sát ở độ phóng đại 10–30 lần

ta sẽ thấy moisanit có hiệu ứng nhân đôi mạnh (độ lưỡng chiết 0,047) trong khi kim cương lại không có (đẳng hướng).

Giá trị chiết suất và lưỡng chiết của đá quý được dẫn ra trong Bảng 4.3.

Bảng 4.3. **Giá trị chiết suất và lưỡng chiết của đá quý (theo giá trị giảm dần)**

Chiết suất	*Lưỡng chiết*	*Đá quý*
2,940–3,220	0,287	Hematit
2,905–3,256	0,351	Cinaba
2,881–3,084	0,203	Prustit
2,880–3,080	0,200	Pirargirit
2,849	Không	Cuprit
2,616–2,903	0,287	Rutil
2,583–2,700	0,117	Brukit
2,488–2,564	0,046–0,067	Anatas
2,417÷2,419	Không	Kim cương
2,409	Không	Fabulit
2,307–2,450	0,080	Stibiotantalit
2,368÷2,371	Không	Sphalerit
2,290–2,660	0,270	Crocoit
2,280–2,400	0,120	Vulfenit
2,260–2,430	0,160	Tantalit
2,202–2,273	0,071	Linobat
2,172–2,182	Không	Djevalit
2,120–2,135	0,015	Mimetesit
2,114–2,145	0,028	Phosgenit
2,088–2,176	Không	CZ
2,087	Không	Senarmontit
2,030	Không	Galiant
2,013–2,029	0,016	Zinkit
1,997–2,098	0,096–0,098	Casiterit

Chiết suất	*Lưỡng chiết*	*Đá quý*
1,976–2,034	0,058	Simpsonit
1,958–2,245	0,291	Lưu huỳnh
1,950–1,990	0,040	Baidonit
1,918–1,937	0,010–0,018	Sielit
1,880÷1,940	Không	Andradit
1,878–1,895	0,017	Anglesit
1,870	Không	Uvarovit
1,850–1,920	0,007	Purpurit
1,843–2,110	0,100–0,192	Sphen
1,833	Không	YAG
1,810–2,024	0,002–0,059	Zircon
1,804–2,079	0,274	Cerusit
1,791÷1,818	Không	Ganit
1,790÷1,820	Không	Spesartin
1,787–1,816	0,029	Painit
1,770÷1,820	Không	Almandin
1,770–1,820	0,010–0,040	Gadolinit
1,762–1,770	0,008	Ruby, saphir
1,757–1,804	0,047	Benitoit
1,746–1,763	0,007–0,011	Chrysoberyl
1,74	Không	Periclas
1,738–1,768	0,027–0,030	Scorodit
1,736–1,762	0,010–0,015	Staurolit
1,734÷1,759	Không	Grosular
1,732–1,745	0,010	Chambersit
1,730÷1,757	Không	Hesonit
1,729–1,768	0,015–0,049	Epidot

Chiết suất	*Lưỡng chiết*	*Đá quý*
1,720–1,848	0,108–0,110	Azurit
1,720÷1,756	Không	Pyrop
1,719–1,730	0,004–0,009	Taafeit
1,716–1,752	0,010–0,014	Rodonit
1,715÷1,754	Không	Ganospinel
1,712÷1,762	Không	Spinel
1,710–1,734	0,015–0,033	Kyanit
1,708–1,760	0,048–0,050	Adamin
1,702–1,750	0,048	Diaspor
1,701–1,734	0,004–0,007	Saphirin
1,700–1,723	0,002–0,012	Vezuvian
1,691–1,700	0,009	Tanzanit
1,690–1,736	0,029–0,045	Neptunit
1,690–1,723	0,028–0,033	Wilemit
1,690	Không	Rodozit
1,678–1,689	0,015–0,037	Dumortierit
1,675–1,740	0,060	Legrandit
1,673–1,731	0,010–0,016	Hypersten
1,671–1,772	0,081–0,101	Parisit
1,670–1,734	0,005–0,015	Clinozoisit
1,665–1,712	0,036–0,042	Sinhalit
1,664–1,730	0,024–0,031	Diopsit
1,662–1,707	0,014–0,015	Bustamit
1,660–1,699	0,012–0,017	Kornerupin
1,660–1,681	0,014–0,016	Hidenit, kunzit
1,658–1,673	0,010–0,011	Boracit
1,656–1,704	0,010–0,012	Axinit

Chiết suất	*Lưỡng chiết*	*Đá quý*
1,655–1,909	0,254	Malachit
1,652–1,688	0,020	Jadeit
1,650–1,703	0,036–0,038	Peridot
1,650–1,680	0,009–0,012	Enstatit
1,650–1,677	0,019–0,025	Euclas
1,650–1,670	0,016	Phenakit
1,644–1,709	0,051–0,053	Dioptas
1,640÷1,680	Không	Gagat
1,636–1,648	0,012	Barit
1,634–1,685	0,051	Durangit
1,633–1,875	0,242	Siderit
1,630–1,636	0,006–0,008	Danburit
1,629–1,674	0,028–0,041	Clinohumit
1,628–1,649	0,002–0,006	Apatit
1,627–1,649	0,007–0,013	Andalusit
1,625–1,664	0,030	Friedelit
1,621–1,849	0,228	Smitsonit
1,621–1,675	0,040–0,050	Datolit
1,619–1,635	0,010–0,012	Celestin
1,614–1,666	0,014–0,032	Turmalin
1,614–1,653	0,020–0,025	Actinolit
1,614–1,636	0,022	Hemimorphit
1,612–1,646	0,031–0,036	Lazulit
1,611–1,669	0,021–0,039	Prenit
1,610–1,650	0,040	Đá Mặt Trăng
1,609–1,643	0,008–0,016	Topaz
1,607–1,611	0,001–0,004	Sugilit

Chiết suất	*Lưỡng chiết*	*Đá quý*
1,602–1,623	0,019–0,021	Brazilianit
1,600–1,820	0,208–0,220	Rodocrosit
1,600–1,640	0,010	Odontolit
1,600–1,627	0,027	Nephrit
1,595–1,645	0,038	Pectolit
1,594–1,633	0,220	Montebrasit
1,594–1,621	0,021–0,033	Phosphophylit
1,593–1,612	0,019	Melinophan
1,591–1,633	0,003–0,010	Eudialit
1,590–1,640	0,035	Chondrodit
1,590–1,599	0,009	Wardit
1,590–1,596	0,001	Ekanit
1,587–1,627	0,023–0,032	Herdenit
1,586–1,615	0,028–0,030	Colemanit
1,586–1,605	0,019	Howlit
1,578–1,646	0,024–0,030	Amblygonit
1,570–1,590	0,014–0,020	Augelit
1,565–1,602	0,006	Emerald
1,564–1,596	0,004–0,005	Aquamarin
1,563–1,594	0,031	Varicit
1,562–1,602	0,004–0,010	Beryl quý
1,560–1,643	0,017–0,027	Tremolit
1,560–1,640	0,050–0,075	Vivianit
1,560–1,571	0,008–0,014	Serpentin
1,559–1,570	0,008–0,010	Labrador
1,553–1,628	0,072	Hambergit
1,552–1,561	0,009	Berylonit

Chiết suất	*Lưỡng chiết*	*Đá quý*
1,550–1,561	0,004–0,009	Charoit
1,544–1,553	0,009	Thạch anh các màu
1,543–1,551	0,008	Andesin
1,542–1,578	0,008–0,012	Cordierit
1,542–1,549	0,007	Oligoclas
1,540–1,590	0,050	Talc
1,540	Không	Gỗ hoá đá
1,54	Không	Ngọc bích
1,539÷1,545	Không	Hổ phách
1,535÷1,570	Không	Ngà voi
1,535–1,537	0,002	Apophylit
1,530–1,690	0,160	Ngọc trai
1,530–1,685	0,155	Aragonit
1,530–1,540	0,004–0,009	Agat, canxedon
1,530	Không	Sét trắng
1,529–1,677	0,148	Viterit
1,529–1,551	0,003	Milarit
1,526–1,546	0,0004	Nephelin
1,525–1,548	0,010	Felspat aventurin
1,522–1,530	0,008	Amazonit
1,520–1,680	0,155	Amolit
1,520–1,670	0,150	Strontianit
1,520–1,529	0,009	Thạch cao
1,518–1,530	0,008	Sanidin
1,518–1,526	0,008	Đá Mặt Trăng
1,517÷1,525	Không	Polucit
1,516–1,544	0,026	Stichtit

Chiết suất	*Lưỡng chiết*	*Đá quý*
1,515–1,542	0,006–0,025	Thomsonit
1,509–1,717	0,022	Magnesit
1,504÷1,509	Không	Leucit
1,504–1,508	0,001	Mesolit
1,502–1,698	0,185	Dolomit
1,502–1,519	0,012–0,017	Petalit
1,500	Không	Lapis lazuli
1,496÷1,510	Không	Hauyn
1,496–1,502	0,006	Tugtupit
1,495–1,528	0,024–0,029	Cancrinit
1,495÷1,520	Không	Xenlulô
1,491–1,520	0,029	Ulexit
1,490÷1,510	Không	Moldavit
1,486–1,658	0,172	Calcit
1,486–1,658	0,172	San hô
1,480–1,493	0,013	Natrolit
1,480	Không	Sodalit
1,479÷1,489	Không	Analcim
1,460–1,570	0,023–0,040	Chrysocola
1,450÷1,550	Không	Obsidian
1,440÷1,900	Không	Thuỷ tinh
1,434	Không	Fluorit
1,378–1,390	0,010–0,012	Selait
1,370÷1,520	Không	Opal

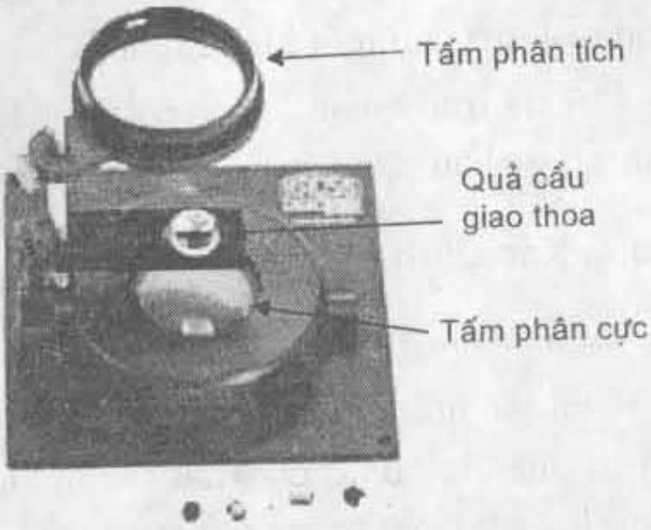
4.3.3. Định vị trục quang và xác định tính trục bằng hội tụ kế

Chúng ta đã làm quen với phương pháp xác định tính trục của đá quý dị hướng bằng khúc xạ kế. Tuy vậy, trong giám định và chế tác đá quý

nhiều khi ta còn phải biết định vị trục quang tức là xác định phương vị trí của trục quang trong viên đá.

Phương pháp định vị trục quang và xác định tính trục của đá quý dựa trên một hiện tượng sau đây: khi ta quan sát viên đá theo phương của trục quang (hoặc gần theo phương của nó) dưới 2 tấm phân cực vuông góc, viên đá sẽ có màu giao thoa rõ ràng. Sỡ dĩ như vậy là vì, ở gần vị trí trục quang, hai tia khúc xạ sẽ rất gần nhau (bị tách ra rất ít) và sẽ giao thoa với nhau (nếu tia sáng truyền theo đúng phương của trục quang thì sẽ không bị tách làm hai giống như trường hợp đá đẳng hướng quang học).

Để thấy rõ được các màu giao thoa này ta phải quan sát viên đá dưới 2 tấm phân cực vuông góc với nhau. Thiết bị để xác định tính chất này chính là phân cực kế (xem mục 4.3.1) kết hợp với một kính lúp có độ hội tụ lớn hoặc một quả cầu bằng thuỷ tinh (cầu giao thoa). Một số cơ sở ngọc học đã sản xuất kiểu kính lúp chuyên dụng này (có tên gọi là quả cầu giao thoa). Cả hệ thống phân cực kế kèm kính hội tụ được gọi là *hội tụ kế* (conoscope, Hình 4.41).

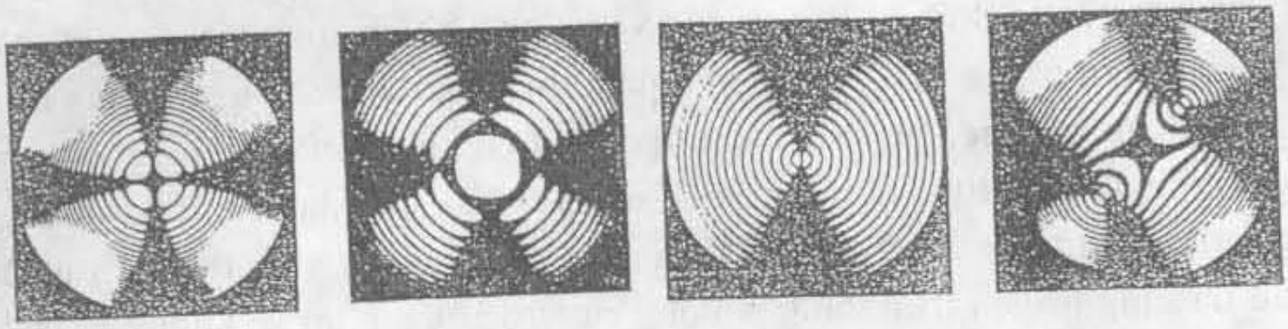


Hình 4.41. **Hội tụ kế**

Muốn xác định được vị trí của trục quang và tính trục của đá quý, trước hết phải xoay 2 tấm phân cực của phân cực kế đến vị trí vuông góc với nhau (tối đen). Sau đó giữ viên đá bằng tay ở vị trí giữa 2 tấm phân cực và vừa nghiêng viên đá theo các góc khác nhau vừa xoay cho đến khi nhìn thấy rõ các màu giao thoa (các màu sắc cầu vồng). Sau khi thấy màu giao thoa rồi thì đưa lúp hội tụ (hay cầu giao thoa) vào phía trên viên đá (dưới tấm phân tích) lúc đó ta sẽ quan sát thấy các hình giao thoa như trên Hình 4.42.

Trên Hình 4.42 (a) là trường hợp đá quý một trục; (b) hình "mắt bò" ("bull' eye"), chỉ gặp trong thạch anh (cũng là một trục, nhưng do hiện tượng phân cực tròn); (c) đá quý hai trục khi mặt quan sát vuông góc với

một trong hai trục quang; và (d) đá quý hai trục, nhưng mặt quan sát vuông góc với mặt phẳng của các trục quang và hai trục tạo với nhau một góc nhỏ.



a) b) c) d)

Hình 4.42. **Các hình giao thoa của đá quý**

Vị trí của trục quang chính là tâm của các hình giao thoa trên.

Với những mặt giác hoặc mặt tinh thể nhỏ, để dễ thấy được hình giao thoa hơn, thay vì dùng hội tụ kế, ta có thể nhỏ lên mặt đó một giọt dung dịch nhỏ (thường là dung dịch có độ nhớt cao). Lúc này giọt dung dịch đóng vai trò như một kính lúp nhỏ.

Vị trí trục quang cũng có thể xác định dưới kính hiển vi có sử dụng ánh sáng phân cực.

4.3.4. Xác định màu sắc và tính đa sắc của đá quý

a) Xác định màu sắc

Đối với nhóm đá màu, màu sắc là chỉ tiêu quan trọng nhất, quyết định giá trị của viên đá quý. Màu sắc là khái niệm chỉ sự vắng mặt (độ không màu) hoặc có mặt tương đối của màu.

Sự thay đổi rất nhỏ về màu sắc có thể dẫn tới sự khác biệt đáng kể về giá trị. Nói chung, màu càng hiếm thì giá trị càng cao, và thường thì những màu hiếm gặp là những màu đẹp nhất đối với đá quý. Chỉ màu sắc đẹp thôi chưa đủ, viên đá quý còn cần phải có màu phân bố đều trong cả viên đá.

Trong giám định đá quý, màu sắc có ý nghĩa không cao, chủ yếu mang tính định hướng, vì:

– Một loại đá quý có thể có nhiều màu sắc khác nhau (ví dụ như turmalin, granat, thạch anh, corindon... có thể gặp đủ các màu và sắc màu).

– Các loại đá quý khác nhau có thể có màu sắc giống nhau, chẳng hạn trong nhóm đá quý màu đỏ có thể gặp ruby, spinel, granat, turmalin, opal, beryl, topaz....

– Trong một viên đá những phần khác nhau lại có màu khác nhau (đới màu, đốm màu, dải màu...).

Việc gọi tên màu sắc của đá quý phụ thuộc nhiều vào cảm nhận chủ quan của từng người, vào điều kiện chiếu sáng và môi trường xung quanh. Vì vậy, để xác định chính xác màu sắc của đá quý cần phải đảm bảo các điều kiện sau đây:

– Phải có nguồn ánh sáng chuẩn (ánh sáng ban ngày).

– Phải có bộ màu chuẩn.

– Người xác định phải có thị giác bình thường (không mù màu) .

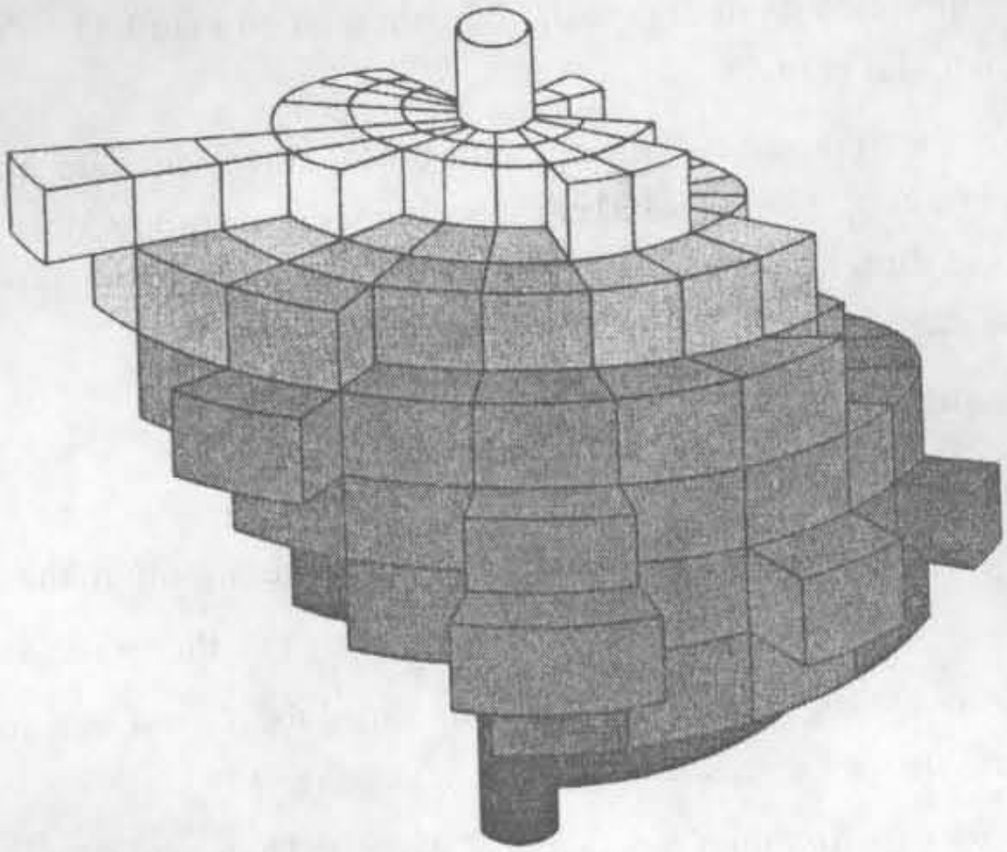
Mỗi một màu trong tự nhiên được thể hiện bằng các thông số sau đây:

– *Gam màu (hue)*: Là các màu cơ bản vẫn được ta nói đến như đỏ, vàng, lục, lam, tím và các màu trung gian giữa chúng.

– *Tông màu (độ đậm nhạt hay sáng tối – tone)*: Thang chỉ độ đậm nhạt hoặc độ sáng tối của màu.

– *Cường độ màu (độ bão hoà, độ tươi xỉn hoặc độ tinh khiết – saturation hoặc chroma)*: Thang chỉ độ tinh khiết hoặc độ tươi xỉn của màu.

Hiện nay, để xác định màu sắc của đá màu, người ta sử dụng nhiều nhất hệ màu Munsell dưới dạng một khối màu, nhưng được Viện Ngọc học Mỹ (GIA) đơn giản đi nhiều, vì vậy nó còn được gọi là hệ Munsell – GIA. Nó có dạng một hình trụ (Hình 4.43). Mỗi vòng tròn theo chu vi hình trụ được chia thành 31 phần, ứng với một gam màu xác định (trong đó những gam cơ bản nhất là đỏ, da cam, vàng, lục, lam, tím) và toàn bộ vòng tròn nằm trên một biểu đồ màu. Cường độ (độ bão hoà) thay đổi đều đặn từ 1 đến 6 cho tất cả các màu. Các màu được chia thành các màu nóng (đỏ, da cam, vàng) và lạnh (lam, lam–lục, lục, tím). Khi cường độ màu thay đổi (giảm dần), các màu nóng sẽ có sắc nâu, còn các màu lạnh sẽ có sắc xám. Còn tông màu (độ đậm nhạt, sáng tối) thì thay đổi theo trục của hình trụ, được chia thành 7 cấp và được đánh số từ 2 (rất nhạt) đến 8 (rất đậm, tối). Đây là cơ sở để phân chia chi tiết các màu theo tông (độ đậm nhạt hay sáng tối) và cường độ (độ bão hoà, độ tinh khiết hay độ tươi xỉn) của màu sắc.



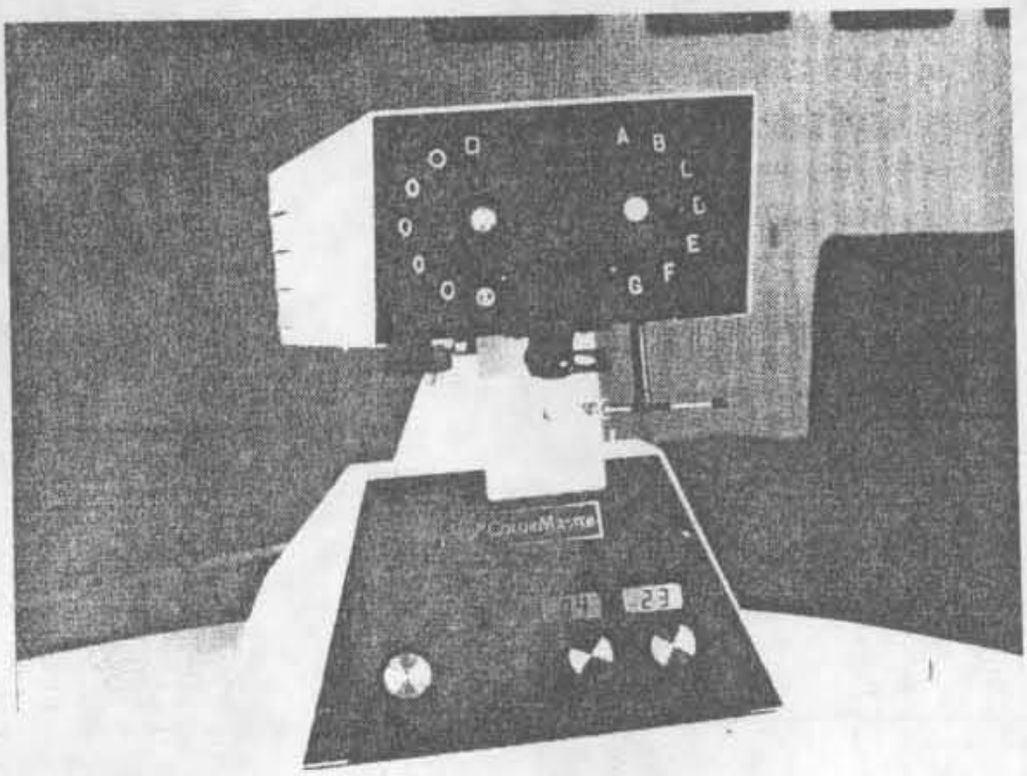
Hình 4.43. **Sơ đồ khối màu Munsell – GIA**

Theo quy luật tạo màu tự nhiên thì ở các tông trung bình (4,5,6) các màu có thể có cường độ đến 6; ở các tông nhạt (2, 3) và rất đậm (7), cường độ không vượt quá 5 và với tông tối đen (8) thì không vượt quá 4. Bằng cách phân chia như vậy chúng ta có thể phân biệt được tới 1147 màu khác nhau, hoàn toàn có thể đủ để mô tả toàn bộ các màu gặp trong tự nhiên, trong đó có màu các loại đá quý. Đây là phương pháp khoa học để mô tả trực quan màu sắc thông qua việc so sánh màu của vật thể với các màu chuẩn. Các cơ sở ngọc học trên thế giới đã sản xuất các bộ màu chuẩn khác nhau. Đó có thể là các bộ bằng chất dẻo của GIA (Gemset, Colour Book, Gem Tree), các tấm phim màu của Gem Dialogue, hoặc là thiết bị chuyên dụng để đo màu (ColorMaster của GIA, Hình 4.44).

Như vậy, theo ngôn ngữ của hệ Munsell, mỗi một màu bất kỳ trong tự nhiên đều được biểu thị bằng:

– Hoặc là các *thông số* biểu thị gam màu, tông màu và cường độ màu. Ví dụ, một màu có ký hiệu BG 5/3 là màu lam–lục (blue – green), tông 5, cường độ 3,

– Hoặc được thể hiện bằng *ngôn ngữ*, ví dụ màu như trên được mô tả là *màu lam – lục hơi đậm, hơi xám.*



Hình 4.44. **Thiết bị đo màu ColorMaster của GIA**

Nhìn chung, ý nghĩa giám định của màu sắc không cao. Dựa vào màu sắc, ta chỉ có thể xếp được viên đá cần xác định vào một nhóm nào đó. Sau đó, để giám định chính xác ta cần sử dụng các phương pháp khác.

Chỉ một số trường hợp màu sắc mới rất đặc trưng cho một loại đá quý nào đó (và có ý nghĩa giám định), như màu xanh lá cây của peridot, màu đỏ tươi của ruby, màu tím ở amethyst. Hoặc với một số đá đục (thường là tự sắc), màu sắc cho phép xác định khá chính xác tên đá như đối với malachit, biruza, rodocrosit, rodonit...

Thông thường, theo màu sắc đá quý được chia thành các nhóm sau (Bảng 4.4).

b) Xác định màu vết vạch

Như ta đã biết, màu sắc của đá quý, ngay cả khi thuộc cùng một loại (species), cũng có thể thay đổi đáng kể. Ví dụ, corindon có thể có hầu hết các màu khác nhau trong vùng phổ nhìn thấy, nhưng cũng có thể không màu. Chính cái không màu này trên thực tế mới là màu thực của corindon. Nó còn được gọi là màu nội tại. Tất cả các màu khác đều do các tạp chất tạo nên.

Bảng 4.4. Các nhóm màu sắc của đá quý

Tím (tía)		*Lam, lơ*		*Lục*		*Vàng*	
Trong suốt	*Không trong suốt*	*Trong suốt*	*Không trong suốt*	*Trong suốt*	*Không trong suốt*	*Trong suốt*	*Không trong suốt*
Almandin (granat)	Almandin (granat)	Beryl (aquamarin)	Azurit	Andradit (demantoit granat)	Agalmatolit	Hổ phách	Hổ phách
Beryl (morganit)	Charoit	Corindon (saphir)	Canxedon (chrysopras hoặc canxedon nhuộm màu)	Beryl (emerald)	Beryl	Beryl	Canxedon
Chrysoberyl (alexandrit)	Corindon (saphir sao)	Kim cương	Corindon (saphir sao)	Chrysoberyl (bao gồm mắt mèo và alexandrit)	Calcit (đá hoa onyx nhuộm màu)	Chrysoberyl	Chrysoberyl
Corindon (saphir)	Jadeit	Đá ghép 2	Đá ghép đôi	Corindon (saphir lục)	Canxedon (chrysopras, đá máu và canxedon nhuộm màu)	Corindon	San hô (vàng)
Kim cương	Thạch anh (canxedon)	Thuỷ tinh	Đá lót đáy (foilbacks)	Kim cương	Clorastrolit	Kim cương	Jadeit
Thuỷ tinh	Stichtit	Iolit	Thuỷ tinh	Thuỷ tinh	Chrysoberyl (mắt mèo)	Đá ghép 2	Nephrit
Iolit	Sugilit	Opal	Jadeit	Grosular (granat)	Corindon	Đá lót đáy	Chất dẻo
Nhựa các loại	Thomsonit	Nhựa các loại	Labrador (felspat)	Peridot	Fostit	Thuỷ tinh	Smitsonit
Pyrop (granat)		Thạch anh (nhuộm màu)	Lapis lazuli	Nhựa các loại	Thuỷ tinh	Hesonit (granat)	

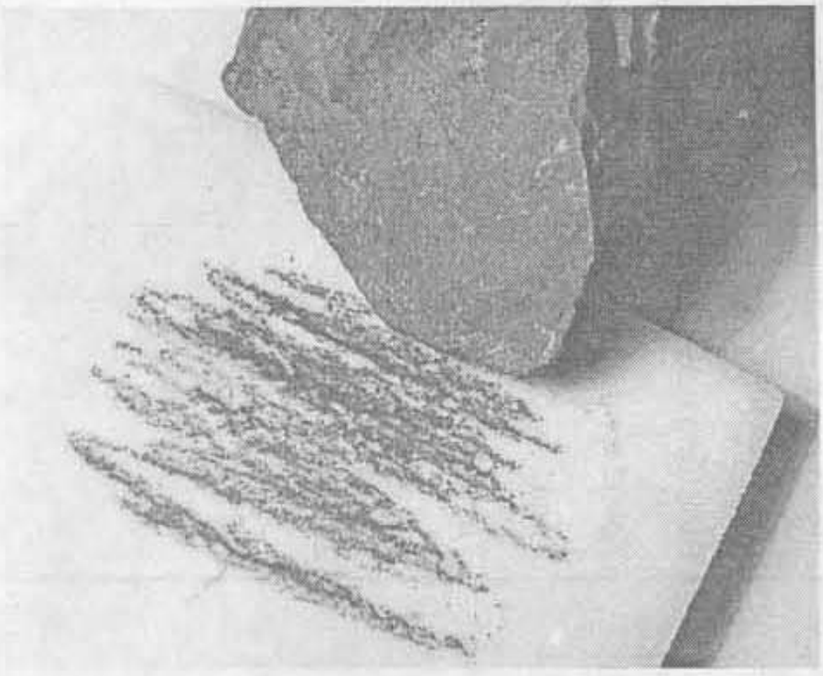
Tím (tía)		*Lam, lơ*		*Lục*		*Vàng*	
Trong suốt	*Không trong suốt*	*Trong suốt*	*Không trong suốt*	*Trong suốt*	*Không trong suốt*	*Trong suốt*	*Không trong suốt*
Thạch anh (amethyst)		Spinel	Thạch anh (mắt mèo)	Thạch anh	Grosular (granat)	Opal	
Rodolit (granat)		Corindon tổng hợp	Spinel tổng hợp thiêu kết	Emerald tổng hợp	Idocras	Peridot	
Spinel		CZ tổng hợp	Corindon tổng hợp	Spinel	Jadeit	Thạch anh (citrin)	
Spodumen (kunzit)		Thạch anh tổng hợp	Biruza tổng hợp	Corindon tổng hợp	Nephrit (ngọc jat)	Spesartin (granat)	
Alexandrit tổng hợp		Rutil tổng hợp	Biruza	"Granat tổng hợp" (YAG)	Opal (đen)	Spodumen	
Corindon tổng hợp		Spinel tổng hợp	Opal (opal đen)	Thạch anh tổng hợp	Prenit	Corindon tổng hợp	
CZ tổng hợp		Topaz	Chất đẻo	Rutil tổng hợp	Psedophit	Thạch anh tổng hợp	
					Thạch anh (aventurin)		
Thạch anh tổng hợp		Turmalin		Spinel tổng hợp	Sausurit	Rutil tổng hợp	
Spinel tổng hợp		Đá ghép ba		Topaz	Serpentin	Spinel tổng hợp	
Topaz		YAG		Turmalin	Silimanit	CZ tổng hợp	
Turmalin		Zircon		Zircon	Smitsonit	Topaz	
Zoisit (tanzanit)		Zoisit (tanzanit)		Đá ghép đôi	Steatit	Turmalin	
				Đá ghép ba	Emerald tổng hợp	Đá ghép ba	
					Turmalin	Zircon	
					Biruza		

Bảng 4.4. Các nhóm màu sắc của đá quý (tiếp theo)

Nâu và da cam	*Đỏ và hồng*		*Không màu*	*Trắng*	*Đen và xám*
Trong suốt	*Trong suốt*	*Không trong suốt*	*Trong suốt*	*Không trong suốt*	
Hổ phách và hổ phách bị ép	Almandin (granat)	Almandin (granat sao)	Hổ phách và hổ phách bị ép	Alabaster	Andradit (melanit – granat)
Beryl	Beryl (morganit và beryl đỏ)	Canxedon (sardonyx và carnelian)	Beryl	Canxedon	San hô đen
Chrysoberyl	Chrysoberyl (alexandrit)	Ngọc trai	Chrysoberyl	San hô	Canxedon (onyx đen)
Copal (và các loại nhựa tự nhiên khác)	Corindon (ruby và saphir hồng)	San hô	Copal (và các loại nhựa tự nhiên khác)	Corindon	Corindon (saphir sao)
Corindon	Kim cương	Corindon (sao)	Corindon	Felspat (đá Mặt Trăng)	Kim cương
Kim cương	Đá ghép 2	Đá lót đáy	Kim cương	Thuỷ tinh	Diopsit (sao)
Đá ghép 2	Đá lót đáy	Thuỷ tinh	Đá ghép 2	Grosular	Thuỷ tinh
Thuỷ tinh	Thuỷ tinh	Grosular (granat)	Thuỷ tinh	Jadeit	Hematit
Hesonit (granat)	Opal (lửa)	Jadeit	Hesonit (granat)	Opal tổng hợp	"Hemetin"
Opal (lửa)	Chất dẻo	Chất dẻo	Opal (lửa)	Nephrit	Jadeit
Chất dẻo	Pyrop (granat)	Thạch anh (mắt mèo)	Chất dẻo	Đá hoa dạng onyx (calcit)	Đá huyền
Thạch anh	Thạch anh (hồng)	Rodocrosit	Thạch anh	Opal	Labrador (felspat)
Spesartin (granat)	Rodolit (granat)	Rodonit	Spesartin (granat)	Opal ghép đôi	Nephrit

Nâu và da cam	*Đỏ và hồng*		*Không màu*	*Trắng*	*Đen và xám*
Trong suốt	*Trong suốt*	*Không trong suốt*	*Trong suốt*	*Không trong suốt*	
Spinel	Spinel	Scapolit	Spinel	Ngọc trai	Obsidian
Corindon tổng hợp	Spodumen	Smitsonit	Corindon tổng hợp	Chất dẻo	Opal
Rutil tổng hợp	Corindon tổng hợp	Stichtit	Rutil tổng hợp	Thạch anh	Opal ghép đôi
Spinel tổng hợp	CZ tổng hợp	Corindon tổng hợp	Spinel tổng hợp	Corindon tổng hợp	Chất dẻo
Topaz	Rutil tổng hợp	Thomsonit	Topaz	Spinel tổng hợp	Psilomelan
Turmalin	Spinel tổng hợp	Zoisit (thulit)	Turmalin		Opal tổng hợp
Đá ghép ba	Topaz		Đá ghép ba		Turmalin
Zircon	Turmalin		Zircon		Canxedon (mã não)
	Đá ghép ba				Corindon (saphir sao)
	Zircon				Hematit
					"Hemetin"
					Jadeit
					Labrador (felspat)
					Nephrit
					Corindon tổng hợp thiêu kết

Màu nội tại, do rất ổn định, nên có thể giúp ích cho việc giám định đá quý. Ta có thể thấy được màu này bằng cách vạch viên đá lên một tấm sứ thô (tấm thử màu vết vạch), và màu này được gọi là *màu vết vạch* (Hình 4.45). Ví dụ, khoáng vật hematit màu ánh thép lại có màu vết vạch đỏ; sodalit lam có màu vết vạch trắng. Trong trường hợp viên đá rất cứng, tốt nhất là lấy ra một ít bột bằng một mũi kim thép, sau đó chà bột này lên tấm thử vết vạch.



Hình 4.45. **Cách thử màu vết vạch**

Màu vết vạch đặc biệt hữu ích khi đi ra ngoài thực địa và khi thử đá thô. Không nên sử dụng phương pháp này đối với viên đá đã chế tác. Màu vết vạch của đá quý được dẫn ra ở Bảng 4.5.

Bảng 4.5. **Màu vết vạch của đá quý**

Trắng, không màu, xám		*Đỏ, hồng, da cam*	*Vàng, da cam, nâu*	*Lục, vàng lục, lam lục*	*Lam, lam lục, lam đỏ*	*Đen, xám*
Agat	Labrador	Cuprit	Cromit	Baydonit	Azurit	Bixbit
Actinolit	Lazulit	Friedelit	Durangit	Chrysocola	Boleit	Chalcopyrit
Alexandrit	Leucit	Grinokit	Fergusonit	Dioptas	Cerulit	Davidit
Almandin	Linobat	Hematit	Gagat	Gadolinit	Euzelit	Ilmenit
Amazonit	Magnesit	Mangano-tantalit	Hubnerit	Gaspereit	Lapis lazuli	Ilvait

Trắng, không màu, xám		*Đỏ, hồng, da cam*	*Vàng, da cam, nâu*	*Lục, vàng lục, lam lục*	*Lam, lam lục, lam đỏ*	*Đen, xám*
Amblygonit	Milarit	Piemontit	Lưu huỳnh	Horblend	Linarit	Magnetit
Amethyst	Mimetesit	Prustit	Mắt mèo	Malachit	Satukit	Melonit
Anatas	Moldavit	Purpunit	Rutil	Marcasit	Vivianit	Pyrit
Andalusit	Monasit	Pyrargirit	Sphalerit			Pyrolusit
Andradit	Montebrasit	Pyromangit	Stibiotantalit			Tantalit
Apatit	Natrolit	Realgar	Torianit			Volframit
Apophylit	Nephrit	Cinaba	Vàng			
Aquamarin	Ngà voi		Vurtzit			
Aragonit	Ngọc bích		Zinkit			
Aventurin	Ngọc trai					
Axinit	Obsidian					
Bạc	Orthoclas					
Barit	Opal					
Benitoit	Parisit					
Beryl	Periclas					
Berylonit	Peridot					
Biruza	Petalit					
Brazilianit	Phenakit					
Calcit	Phosgenit					
Cancrinit	Prasiolit					
Canxedon	Prenit					
Casiterit	Pyrop					
Charoit	Rodocrosit					
Chrysoberyl	Rodonit					
Chrysopras	Ruby					
Colemanit	San hô					
Cordierit	Sanidin					
Cornelian	Saphir					
CZ	Celestin					
Danburit	Serpentin					

Trắng, không màu, xám		*Đỏ, hồng, da cam*	*Vàng, da cam, nâu*	*Lục, vàng lục, lam lục*	*Lam, lam lục, lam đỏ*	*Đen, xám*
Datolit	Sét trắng					
Đá Mặt Trăng	Siellt					
Demantoit	Siderit					
Diopsit	Sinhalit					
Djevalit	Scapolit					
Dolomit	Smitsonit					
Dumortierit	Sodalit					
Emerald	Spesartin					
Enstatit	Spinel					
Epidot	Spodumen					
Euclas	Staurolit					
Fabulit	Tanzanit					
Ganit	Thạch anh					
Galiant	Thuỷ tinh					
Grosular	Titanit					
Hambergit	Topaz					
Hauyn	Tremolit					
Hemimorphit	Turmalin					
Hesonit	Tugtupit					
Hidenit	Ulexit					
Howlit	Uvarovit					
Hypersten	Varicit					
Jadeit	Vezuvian					
Hổ phách	Vilemit					
Kim cương	Vlterit					
Kornerupin	YAG					
Kunzit	Zircon					
Kyanit	Zoisit					

c) Độ trong suốt

Màu sắc của đá quý liên quan chặt chẽ với một tính chất quang học khác của đá quý là *độ trong suốt*. Độ trong suốt là khái niệm chỉ độ truyền ánh sáng qua viên đá. Theo tính chất này, đá quý được chia thành các nhóm:

– *Trong suốt (thấu quang)*, có thể nhìn rõ một vật qua viên đá. Ví dụ như topaz, aquamarin, thạch anh pha lê...

– *Bán trong suốt*, vẫn nhìn thấy một vật qua viên đá, nhưng ảnh của nó bị nhoà.

– *Mờ*, không thể nhìn thấy vật qua viên đá, mặc dù nó vẫn cho một phần ánh sáng có thể đi qua, như chrysopras, ngọc jat...

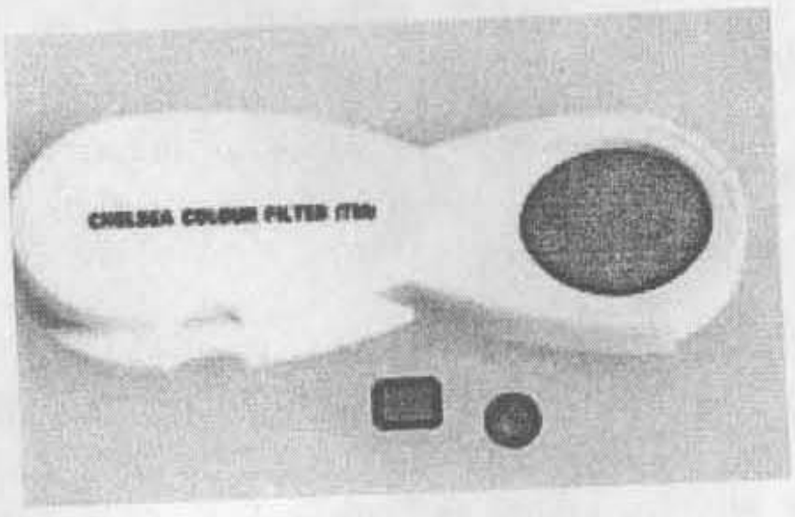
– *Nửa mờ*, một phần ánh sáng có thể đi qua ở phần rìa viên đá (đá Mặt Trời, aventurin).

– *Đục (không thấu quang)*, không cho một tí ánh sáng nào đi qua (ngọc bích, lazurit, malachit...).

d) Lọc Chelsea

Một số đá quý có thể có biểu hiện màu sắc khác nhau khi nhìn qua một vài loại kính lọc màu đặc biệt. Trong số các kính lọc màu này, lọc Chelsea được sử dụng nhiều nhất.

Lọc Chelsea được B.W.Anderson và C.J. Payne chế tạo tại Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Chelsea (Anh), lúc đầu được dùng để phân biệt emerald với đá thay thế emerald, vì vậy còn có tên gọi là lọc emerald (Hình 4.46).



Hình 4.46. **Lọc Chelsea**

Lọc Chelsea thực chất là một lọc màu kép, được ghép từ 2 lọc màu bằng gelatin, một lọc màu đỏ và một lọc màu lục. Tính chất truyền qua và hấp thụ của lọc Chelsea giống như của emerald (truyền qua vùng đỏ đậm và hấp thụ vùng vàng – lục). Khi quan sát qua lọc Chelsea, emerald sẽ có màu đỏ hoặc hồng, trong khi các đá thay thế emerald (cùng có màu lục) lại có màu lục. Màu đỏ – hồng của emerald là do nguyên tố gây màu crom.

Tuy vậy, cũng có một số ngoại lệ. Một số loại emerald Châu Phi và Ấn Độ có màu lục qua lọc Chelsea. Một vài loại đá màu lục giống emerald lại có màu đỏ hoặc hồng qua lọc Chelsea như zircon màu lục, demantoit, canxedon nhuộm màu, tsavolit, crom–turmalin, crom–diopsit, YAG màu lục, saphir lục tổng hợp, nhiều loại emerald tổng hợp, spinel lục tổng hợp, một vài loại thuỷ tinh, nhựa màu lục...

Khi quan sát viên đá qua lọc Chelsea cần lưu ý:

– Chỉ sử dụng loại đèn nóng sáng (đèn dây tóc vonfram) và phải là nguồn sáng mạnh, tập trung.

– Kính lọc phải để sát mắt.

– Phép thử này không thể coi là khẳng định trong giám định đá quý, ngược lại chỉ mang tính chất hỗ trợ.

Bảng 4.6 là màu sắc của các loại đá quý khác nhau qua kính lọc màu Chelsea.

e) Xác định tính đa sắc. Kính nhị sắc

Không phải mọi đá quý đều có tính đa sắc nhưng nếu có thì đây là một tính chất giám định khá hữu ích. Ví dụ như ruby có thể dễ dàng phân biệt với spinel hoặc granat màu đỏ (pyrop, rodolit, almandin) dựa vào tính đa sắc mạnh của ruby, trong khi spinel và các loại granat trên đều không có.

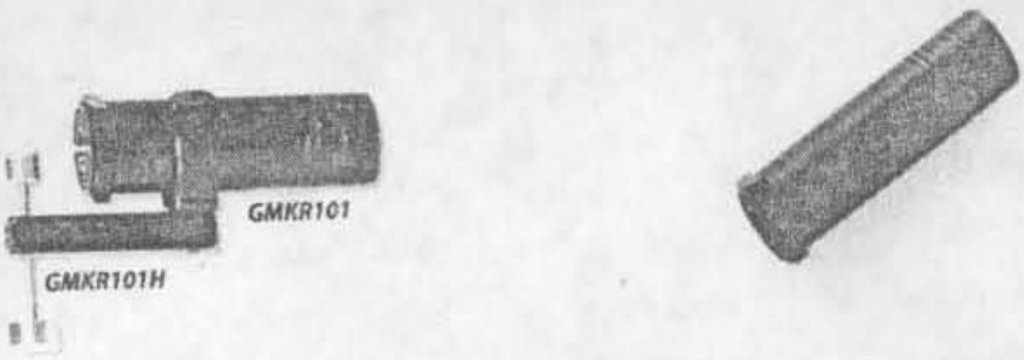
Từ mục 4.2 ta đã biết là chỉ những đá quý *dị hướng và có màu* mới có thể có tính đa sắc. Tính đa sắc của đá quý có thể xác định bằng các phương pháp sau:

- *Xác định bằng kính nhị sắc*

Kính nhị sắc (dichroscope) là một thiết bị dùng để xác định tính đa sắc (nhị sắc, tam sắc) của đá quý bằng cách tách 2 tia khúc xạ phân cực, trên cơ sở đó có thể so sánh màu cũng như cường độ của hai tia bên cạnh nhau (Hình 4.47).

***Bảng 4.6.* Màu sắc của các nhóm đá quý khác nhau qua kính lọc Chelsea**

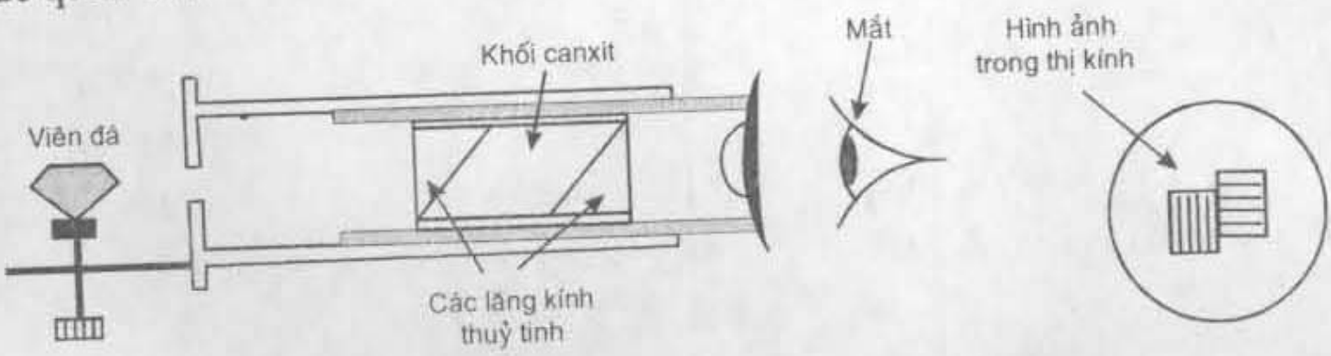
Nhóm đá	*Màu qua lọc*	*Nhóm đá*	*Màu qua lọc*
Nhóm màu lục		**Nhóm màu đỏ** (tiếp)	
Alexandrit	Đỏ	Ruby tự nhiên	Đỏ lửa mạnh
Aquamarin	Lục rõ	Ruby tổng hợp	Đỏ lửa mạnh
Aventurin thạch anh	Phớt đỏ	Spinel tự nhiên	Đỏ lửa mạnh
Chrysopras	Lục	Spinel tổng hợp	Đỏ lửa mạnh
Demantoit	Phớt đỏ		
Emerald	Hồng đến đỏ	**Nhóm màu lam, lơ**	
Enstatit	Lục	Aquamarin	Lục rõ
Fluorit	Phớt đỏ	Thuỷ tinh lam đậm	Đỏ
Thuỷ tinh	Lục	Thuỷ tinh lam nhạt	Phớt lục
Hidenit	Phớt hồng	Lapis lazuli	Đỏ phớt nâu
Jadeit	Lục	Saphir	Lục hơi đen
Peridot	Lục	Saphir tổng hợp	Lam phớt lục
Saphir	Lục	Sodalit	Hơi phớt nâu
Bowenit nhuộm màu	Đỏ	Spinel	Phớt đỏ
Canxedon nhuộm màu	Đỏ	Spinel tổng hợp lam đậm	Đỏ
Jadeit nhuộm màu	Đỏ	Spinel tổng hợp lam nhạt	Da cam
Corindon tổng hợp đổi màu	Đỏ	Spinel tổng hợp màu zircon	Da cam đến đỏ
Emerald tổng hợp	Đỏ mạnh	Spinel tổng hợp màu lapis lazuli	Đỏ sáng
Saphir tổng hợp	Đỏ	Zircon	Phớt lục
Spinel tổng hợp	Đỏ		
Turmalin	Lục	**Nhóm màu tím**	
Zircon	Phớt đỏ	Amethyst	Phớt đỏ
Nhóm màu đỏ		Saphir	Đỏ sáng
Granat	Đỏ đậm		
Thuỷ tinh	Đỏ sẫm		



Hình 4.47. **Các loại kính nhị sắc**

Có hai loại kính nhị sắc: kính nhị sắc calcit và kính nhị sắc polaroid (dùng kính phân cực):

– *Kính nhị sắc calcit* có cấu tạo như trên Hình 4.48, trong đó bộ phận chính là một khối bình hành tinh thể calcit trong suốt. Ở hai đầu khối calcit này được gắn với 2 lăng kính thuỷ tinh với mục đích để ánh sáng có thể đi thẳng vào tinh thể calcit từ một đầu của kính nhị sắc và đầu kia là cửa sổ để quan sát.



Hình 4.48. **Cấu tạo của kính nhị sắc calcit**

Khi ánh sáng đi qua viên đá vào cửa sổ của kính nhị sắc (chú ý phải có nguồn sáng riêng hoặc nhìn viên đá qua ánh sáng mặt trời), nếu đó là đá dị hướng thì 2 tia khúc xạ sẽ từ viên đá sẽ bị tinh thể calcit (có lưỡng độ chiết rất cao) tách hẳn ra thành hai hình tại thị kính.

Khi viên đá có màu và có tính đa sắc, ta sẽ thấy 2 hình khác nhau về màu sắc và cường độ, trừ trường hợp nhìn viên đá theo hướng trùng với trục quang. Vì vậy khi xác định tính đa sắc của đá quý cần phải xoay viên đá ở vài vị trí khác nhau. Theo phương vuông góc với trục quang tính đa sắc là mạnh nhất. Nếu thử ở vài vị trí mà màu sắc hoặc độ đậm nhạt của viên đá vẫn không thay đổi thì đó là đá đẳng hướng (khúc xạ đơn) hoặc dị hướng không màu. Cần chú ý là hai màu phải nhìn thấy đồng thời.

Nếu thử ở vài vị trí mà vẫn thấy viên đá chỉ có hai màu thì đó là đá nhị sắc (turmalin, ruby, saphir...). Nếu thấy một màu thứ 3 xuất hiện thay vào một trong hai màu trước đó thì đây là trường hợp của đá tam sắc (andalusit, iolit, tanzanit, amblygonit...).

Khi xác định tính đa sắc cần chỉ rõ:

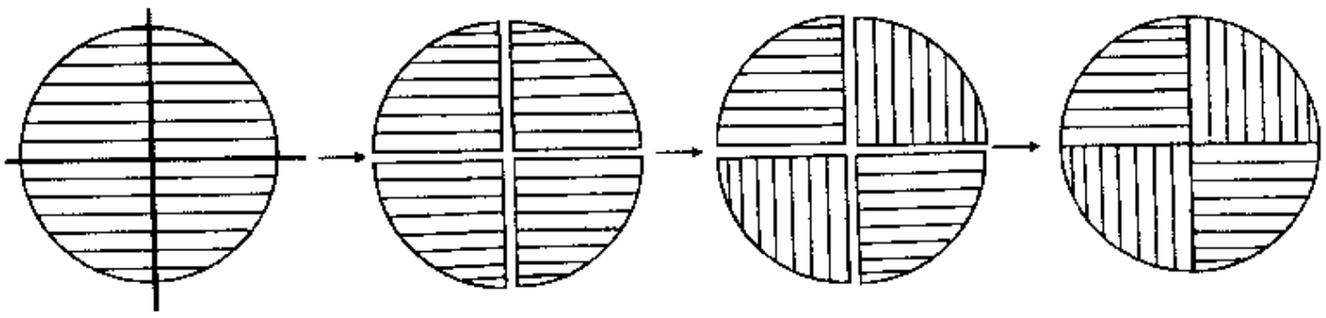
– Có tính đa sắc hay không.

– Nếu có thì là mạnh, trung bình hay yếu.

– Là nhị sắc hay tam sắc và màu sắc cụ thể cũng như độ đậm nhạt của chúng.

Ví dụ, đối với ruby tính đa sắc được xác định như sau: đa sắc mạnh, nhị sắc (đỏ da cam/ đỏ phớt tím); đối với tanzanit: đa sắc rất mạnh, tam sắc (tím/ lam / nâu hoặc vàng).

– Kiểu kính nhị sắc thứ hai là loại *dùng tấm lọc phân cực bằng polaroid* thay cho tinh thể calcit. Để có hai màu khác nhau người ta cắt một tấm phân cực tròn thành 4 phần và ghép lại như Hình 4.49. Khi quan sát bằng kính nhị sắc polaroid ta sẽ không thấy hai ảnh của cửa sổ (như trong kính nhị sắc calcit) mà chỉ là một ảnh nhưng được chia thành hai màu khác nhau.



***Hình 4.49.* Cách chế tạo kính nhị sắc từ một tấm polaroid**

• *Các kỹ thuật xác định khác*

Tính đa sắc còn có thể xác định bằng một số kỹ thuật đơn giản khác:

– Xác định bằng một tấm phân cực

Trong trường hợp không có kính nhị sắc, tính đa sắc có thể xác định chỉ bằng một tấm phân cực (bạn đọc có thể dễ dàng tìm mua kính phân cực ở các cửa hàng bán máy ảnh).

Hướng viên đá lên một nguồn sáng (có thể là ánh sáng mặt trời) và quan sát qua tấm phân cực. Xoay đi xoay lại thật nhanh tấm phân cực

(trong một góc khoảng 45^0) ta sẽ thấy màu viên đá thay đổi. Chú ý là trong tất cả các kỹ thuật trên, viên đá phải được thử trong vài vị trí khác nhau để tránh trùng với trục quang (sẽ không quan sát thấy hiện tượng đa sắc).

– Dùng kính hiển vi

Khi xác định tính đa sắc bằng kính hiển vi, thay vào vị trí của thị kính thông thường, người ta dùng một thị kính trong đó được dán một tấm phân cực ghép từ 2 mảnh. Hai tấm phân cực làm bằng polaroid được cắt đôi, sau đó ghép lại sao cho nửa này có phương phân cực vuông góc với phương phân cực của nửa kia.

Cách xác định tính đa sắc trong trường hợp này về cơ bản cũng như các kỹ thuật trên, chỉ khác là viên đá được phóng đại to hơn.

– Bằng mặt thường

Một vài loại đá quý có tính đa sắc mạnh có thể nhận biết bằng mắt thường. Đó là andalusit, iolit, ruby, saphir lam, sphen, turmalin và zoisit. Chỉ cần quan sát viên đá theo các phương khác nhau là ta có thể nhận thấy các màu khác nhau.

Tính đa sắc của các loại đá quý khác nhau được dẫn ra ở Bảng 4.7.

***Bảng 4.7.* Tính đa sắc của đá quý**

Tên đá	*Cường độ đa sắc*	*Màu*
I. CÁC ĐÁ MÀU TÍM VÀ TÍA		
Andalusit	**M**	Lục phớt nâu / đỏ thẫm đến tía
Beryl	**R – M**	Tím / không màu
Alexandrit	**M**	Đỏ tía xẫm/ da cam / lục tối (tam sắc)
Saphir	**M**	Tím / da cam
Amethyst	**Y – R**	Tía / tía phớt đỏ
Spodumen (kunzit)	**R – M**	Tím đến tía / không màu đến hồng
Topaz	**R – M**	Tía sáng / tía rất sáng
Turmalin	**M**	Tía / tía sáng
II. CÁC ĐÁ MÀU LAM		
Apatit	**M**	Lam / vàng
Benitoit	**M**	Không màu / lam tối

Tên đá	*Cường độ đa sắc*	*Màu*
Beryl	Y – R	Lam sáng / lam tối hơn
Corindon	M	Lam phớt tím tối / lam phớt lục sáng
Iolit	M	Không màu đến vàng/ lam / tím lam tối (tam sắc)
Topaz	Y – R	Không màu / lam sáng
Turmalin	M	Lam tối / lam sáng
Zoisit	M	Lam / tía / vàng phớt lục
III. CÁC ĐÁ MÀU LỤC		
Andalusit	M	Lục phớt nâu / đỏ tối
Beryl (emerald)	M	Lục / lục lam
Chrysoberyl (alexandrit)	M	Đỏ tối / da cam / lục (tam sắc)
Corindon (saphir)	M	Lục / vàng lục
Peridot	Y	Lục vàng/ lục
Topaz	R	Lam lục / lục sáng
Sphen	R	Lục phớt nâu / lục lam
Zircon	Y – R	Lục phớt nâu / lục
IV. CÁC ĐÁ MÀU VÀNG		
Beryl	Y	Vàng phớt lục sáng / lam lục sáng
Chrysoberyl	R	Không màu, vàng rất sáng / vàng phớt lục (3 màu)
Corindon	Y	Vàng / vàng sáng
Danburit	Y	Vàng rất sáng / vàng sáng
Phenakit	R	Không màu / vàng da cam
Thạch anh (citrin)	rY	Vàng sáng / vàng rất sáng
Spodumen	R	Vàng sáng / vàng rất sáng
Topaz	R	Vàng phớt nâu / vàng / da cam vàng (tam sắc)
Turmalin	R	Vàng sáng / vàng tối
Zircon	Y	Vàng nâu / vàng

Tên đá	*Cường độ đa sắc*	*Màu*
V. CÁC ĐÁ MÀU NÂU VÀ DA CAM		
Axinit	M	Tía / vàng nâu / lam lục sáng
Corindon	M	Vàng nâu đến da cam / không màu
Thạch anh	Y	Nâu / nâu phớt đỏ
Topaz	R	Vàng nâu / nâu
Turmalin	M	Nâu phớt vàng / nâu phớt lục tối
Zircon	Y – R	Vàng phớt nâu / nâu phớt tía
VI. CÁC ĐÁ MÀU HỒNG VÀ ĐỎ		
Andalusit	M	Đỏ tối / lục phớt nâu
Beryl (morganit)	R	Đỏ sáng / đỏ tía
Chrysoberyl (alexandrit)	M	Đỏ tối / da cam / lục (3 màu)
Corindon (ruby)	M	Đỏ tía / đỏ da cam
Thạch anh hồng	M	Đỏ phớt nâu / hồng sáng
Corindon tổng hợp	M	Đỏ tía / đỏ da cam
Spodumen (kunzit)	M	Đỏ sáng đến tía / không màu
Topaz	R – M	Đỏ sáng / vàng
Turmalin	M	Đỏ tối / đỏ sáng
Zircon	R	Tía phớt đỏ / nâu phớt đỏ

Các ký hiệu: M – mạnh; R – rõ; Y – yếu; rY – rất yếu

Với một số đá quý tính đa sắc khá hấp dẫn, như andalusit và tanzanit, người ta chế tác sao cho tính đa sắc có thể nhận thấy rõ khi nhìn từ mặt bàn xuống. Ngược lại, một vài loại đá quý lại có màu theo phương này đẹp hơn hẳn theo phương khác (ruby, saphir) và thường được chế tác sao cho màu đẹp nhất là màu nhìn thấy từ phần trên (mặt bàn) của viên đá.

Tóm lại, chỉ có đá quý dị hướng và có màu mới có thể quan sát thấy tính đa sắc. Đá quý nhị sắc là đá quý một trục, đá quý tam sắc là hai trục. Như vậy, tất cả đá quý có tính đa sắc đều là đá quý dị hướng quang học. Ngược lại thì chưa chắc vì những đá quý dị hướng nhưng không màu thì thường là không quan sát thấy tính đa sắc.

4.3.5. Xác định phổ hấp thụ của đá quý. Phổ kế trực quan

Phổ hấp thụ là một trong những tính chất quang học đặc trưng của khoảng 30% các loại đá quý khác nhau. Để xác định phổ hấp thụ bắt buộc ta phải có các thiết bị chuyên dụng gọi là *phổ kế* (spectroscope). Phổ kế được chia thành hai loại:

– *Phổ kế trực quan*, trong đó phổ hấp thụ được quan sát trực quan bằng mắt.

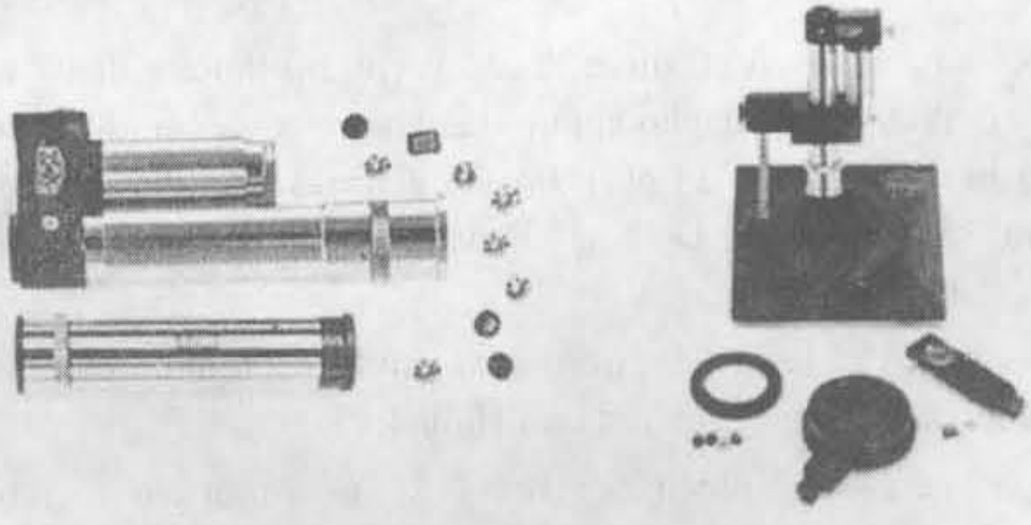
– *Phổ kế tự ghi*, trong đó phổ hấp thụ được ghi lại dưới dạng các giản đồ (bằng máy tự ghi).

Trong giám định đá quý người ta chủ yếu sử dụng phổ kế trực quan (còn gọi là phổ kế cầm tay), còn phổ kế tự ghi chủ yếu được sử dụng với mục đích nghiên cứu trong các phòng thí nghiệm lớn.

a) Cấu tạo phổ kế trực quan

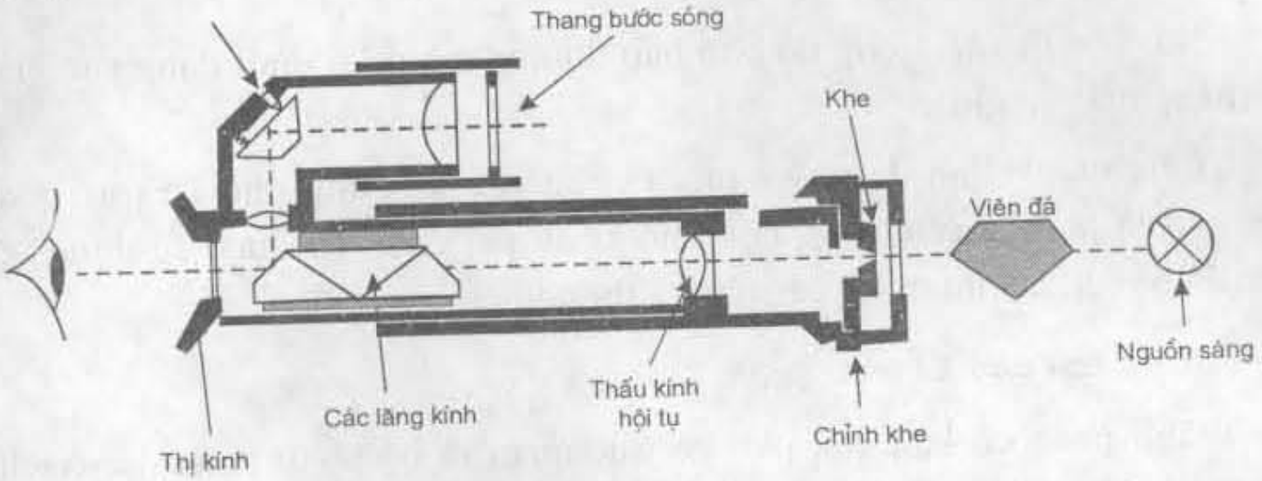
Thành phần cơ bản của phổ kế trực quan là bộ phận phân dải (tách) ánh sáng trắng thành các ánh sáng đơn sắc (có màu khác nhau). Có hai phương pháp tách ánh sáng trắng thành ánh sáng đơn sắc là: phương pháp dùng lăng kính thuỷ tinh và phương pháp dùng cách tử nhiễu xạ (xem các Hình 4.8 và Hình 4.12 ở mục 4.1.3). Tương ứng, ta có hai kiểu phổ kế trực quan là phổ kế lăng kính và phổ kế nhiễu xạ.

Hình 4.50 là hình dáng bên ngoài của các phổ kế lăng kính khác nhau còn Hình 4.51 là cấu tạo của một phổ kế lăng kính điển hình.

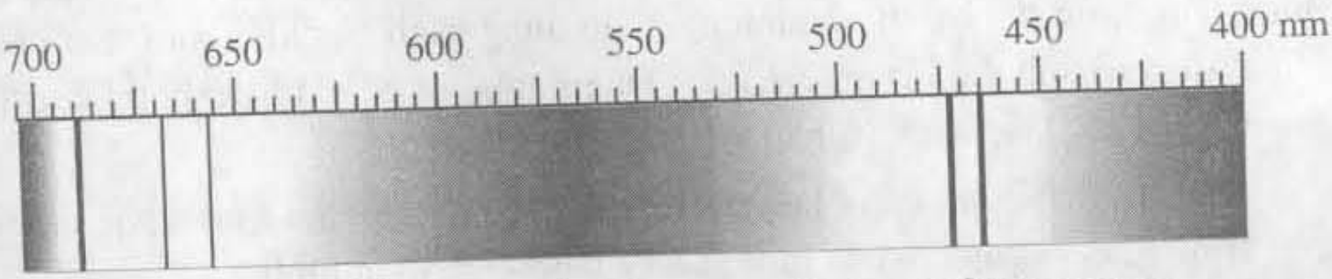


Hình 4.50. Các kiểu phổ kế lăng kính

Ánh sáng từ viên đá đi qua khe của phổ kế được thấu kính hội tụ chuẩn trực thành các tia song song trước khi đập vào hệ lăng kính Amichi. Hệ 3 lăng kính này (do Amichi chế tạo lần đầu tiên và phân dải ánh sáng tốt hơn một lăng kính) sẽ tách ánh sáng trắng thành các màu đơn sắc (đỏ, da cam, vàng, lục, lam, tím) và đập vào mắt người quan sát dưới dạng các màu khác nhau và các dải, các vạch màu đen (vạch, dải hấp thụ) ở những vị trí nhất định. Đó chính là phổ hấp thụ quan sát được (Hình 4.52).



Hình 4.51. **Cấu tạo của một phổ kế lăng kính**

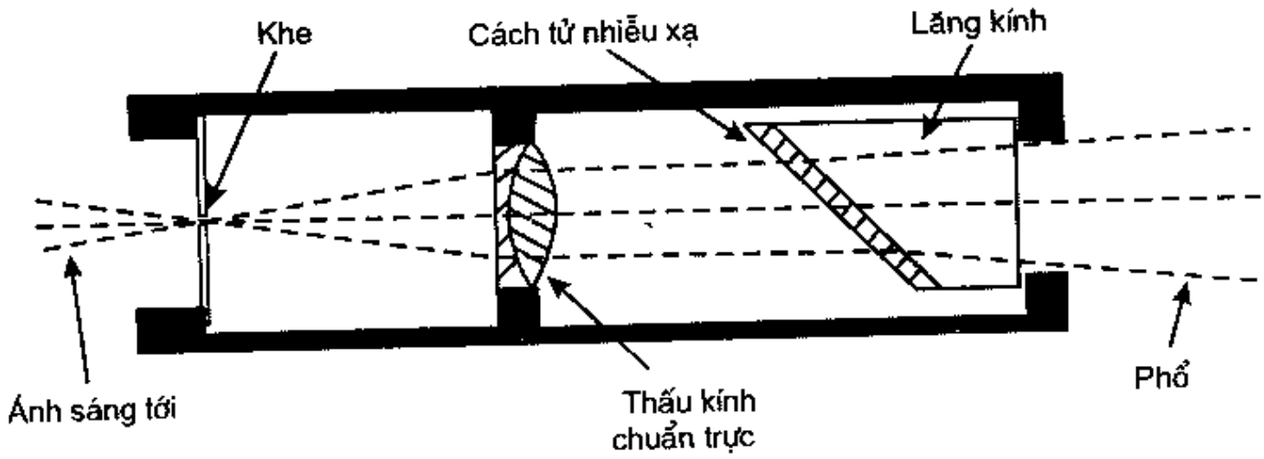


Hình 4.52. **Phổ hấp thụ của ruby quan sát bằng phổ kế trực quan**

Phổ kế lăng kính có ưu điểm là các vạch phổ thường đậm và rõ nét, nhưng lại có nhược điểm là phổ không trải đều trong cả dải nhìn thấy (phần đỏ thường bị co lại trong khi phần tím lại giãn ra) và những vạch hấp thụ mảnh sẽ rất khó phát hiện. Điều này là do tính chất phân dải ánh sáng của lăng kính.

Khác với phổ kế lăng kính, trong loại phổ kế cách tử nhiễu xạ bộ phận phân dải ánh sáng là một cách tử (xem Hình 4.12).

Một phổ kế cách tử nhiễu xạ (Hình 4.53) gồm một cửa sổ (khe), một thấu kính hội tụ chuẩn trực, cách tử nhiễu xạ được thiết kế có khe và tiêu cự cố định (không cần điều chỉnh trong quá trình sử dụng).



***Hình 4.53.* Sơ đồ cấu tạo của một phổ kế cách tử nhiễu xạ**

Phổ hấp thụ quan sát bằng phổ kế cách tử nhiễu xạ thường mờ và không nét bằng phổ kế lăng kính. Bù lại nó lại cho phổ trải đều trong cả dải phổ nhìn thấy

Trong nhiều loại phổ kế lăng kính người ta còn thiết kế thêm bộ phận đo bước sóng để xác định vị trí của các vạch, các dải hấp thụ trong phổ.

b) Cách xác định

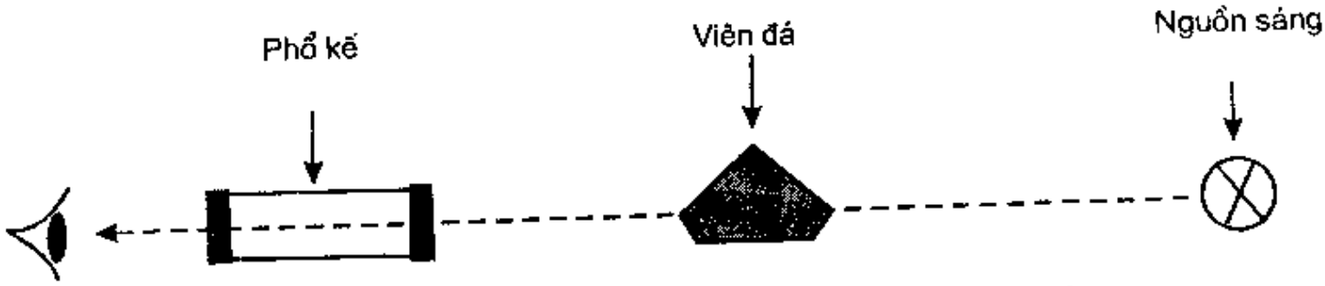
Phương pháp phổ hấp thụ có một ưu điểm lớn so với các phương pháp khác là có thể xác định cả cho đá đã chế tác cũng như đá thô (không cần phải có một mặt mài bóng như phương pháp khúc xạ kế), cả cho đá quý rời cũng như đá quý đã gắn trên đồ trang sức, hoặc vẫn còn nằm trong đá gốc. Phổ hấp thụ của đá quý lại rất đặc trưng, trong nhiều trường hợp chỉ cần xác định phổ hấp thụ là ta đã gọi được tên đá, thậm chí phân biệt được đá tự nhiên và đá tổng hợp (ví dụ như trường hợp saphir lam, lục).

Tuy nhiên, xác định phổ hấp thụ, thấy được các vạch, các dải hấp thụ lại là một công việc khá phức tạp, đòi hỏi phải có kỹ năng và thực hành rất nhiều.

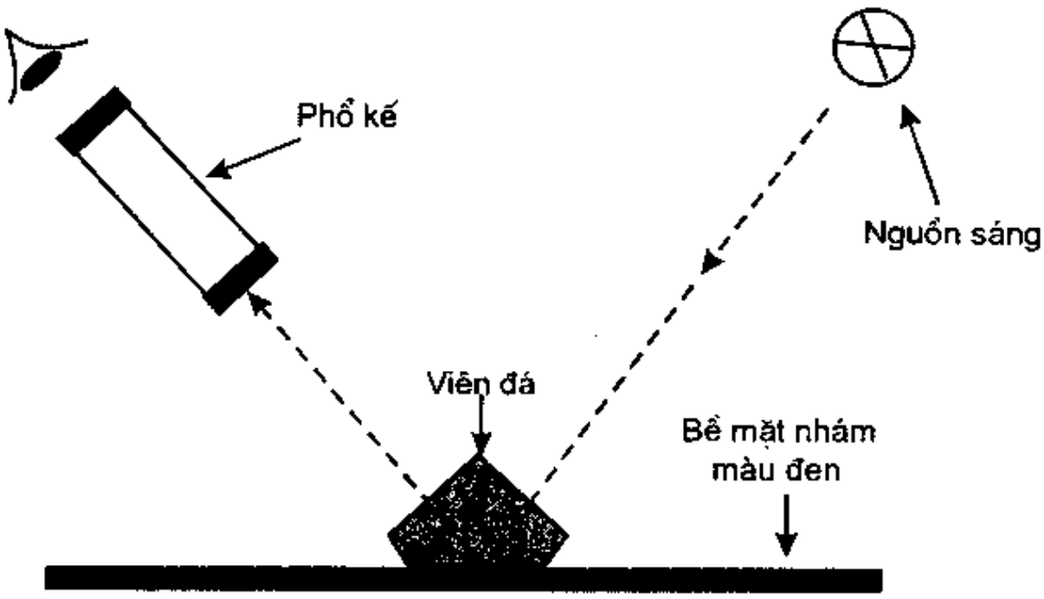
Phổ hấp thụ có thể xác định bằng 2 cách:

– Dùng *phương pháp truyền qua* (Hình 4.54).

– Dùng *phương pháp phản xạ* (Hình 4.55).



***Hình 4.54.* Xác định phổ hấp thụ bằng phương pháp truyền qua**



***Hình 4.55.* Xác định phổ hấp thụ bằng phương pháp phản xạ**

Chú ý: Đối với đá quý đã chế tác, các mặt ở phần nóc (crown) có độ phản chiếu mạnh, ánh sáng khó lọt vào viên đá. Vì vậy cần xoay viên đá như trên Hình 4.54 (khi dùng phương pháp truyền qua) hoặc như trên Hình 4.55 (khi soi theo phương pháp phản xạ).

Phương pháp truyền qua thường dùng cho đá quý có màu rõ ràng và không gắn trên đồ trang sức, còn phương pháp phản xạ được áp dụng cho đá quý đã gắn trên đồ trang sức và có màu nhạt. Để chắc chắn, trong trường hợp có thể, người ta phối hợp cả hai cách trên.

Để thu được phổ hấp thụ rõ ràng, cần phải chú ý đến các điều kiện sau:

– Nguồn sáng càng mạnh, càng tập trung càng tốt. Thường người ta sử dụng đèn sợi quang ánh sáng lạnh. Chỉ có ánh sáng đi qua viên đá mới được đi vào phổ kế, ánh sáng ngoại lai cần phải loại bỏ. Thường người ta hay dùng các chắn sáng có độ mở thay đổi được. Tốt nhất là soi trong buồng tối nếu có thể.

– Vị trí nguồn sáng, viên đá và phổ hấp thụ phải thay đổi (lên xuống, xa gần, trái phải...) rất linh hoạt cho đến khi nào thấy được phổ rõ nhất.

– Đá quý dị hướng có thể có phổ hấp thụ khác nhau theo các phương khác nhau. Khi xác định cần xoay viên đá đến khi nào phổ dễ thấy nhất.

– Đối với phổ kế lăng kính, trước hết cần chỉnh tiêu cự (bằng cách kéo ra đẩy vào ống kính) cho đến khi nào ảnh phổ cầu vồng rõ nét. Sau đó mới đưa viên đá vào để soi phổ hấp thụ, khe của phổ kế phải điều chỉnh rộng

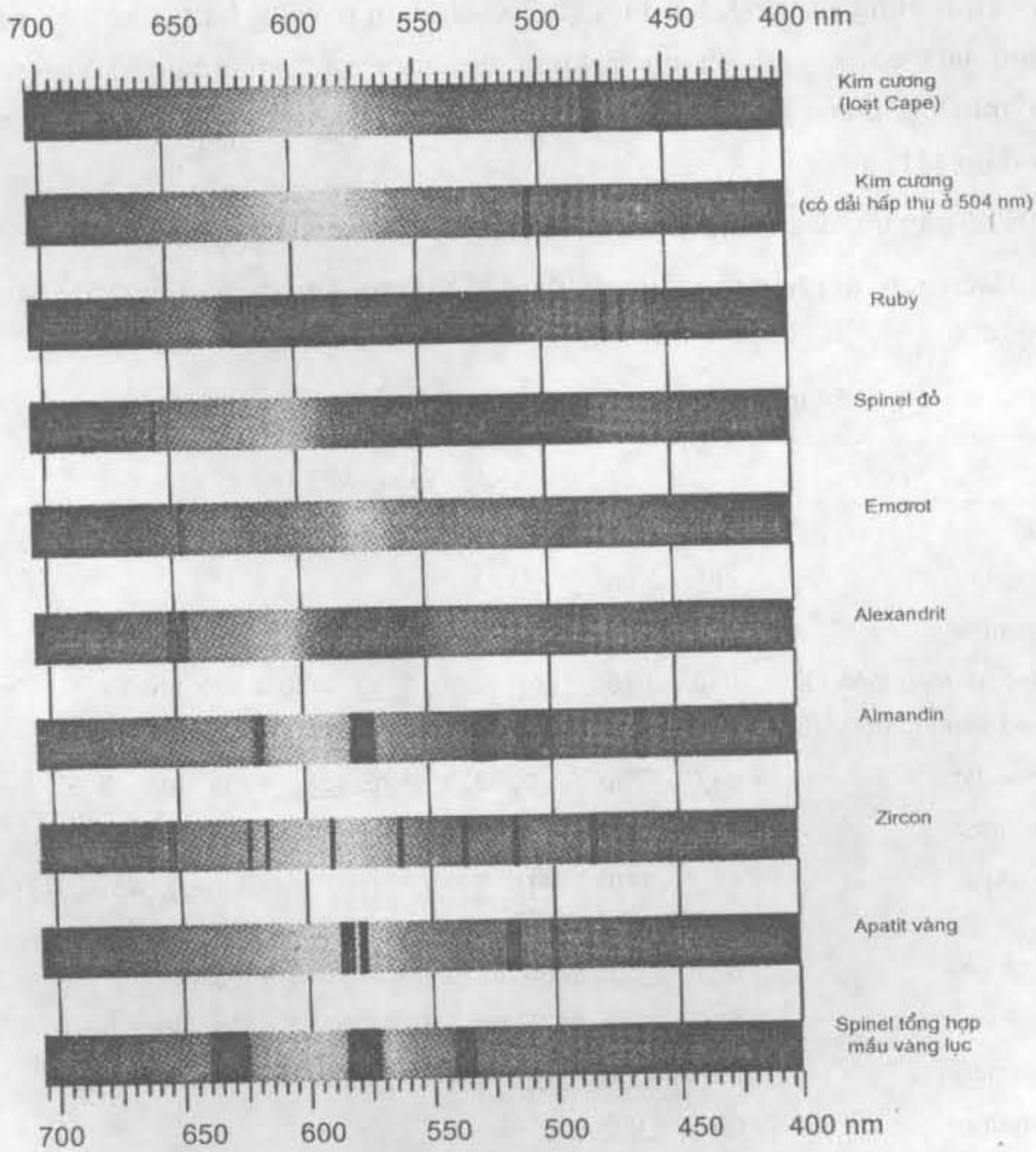
hẹp tới khi nào phổ hấp thụ rõ ràng nhất. Phổ hấp thụ rõ nét khi có thể thấy được đầy đủ các vạch, các dải màu đen; màu cầu vồng chỉ là phụ.

Có hai cách ghi kết quả xác định phổ hấp thụ:

– Bằng hình vẽ:

Phổ hấp thụ được vẽ lại như quan sát được trên phổ kế (xem Hình 4.52).

Nếu phổ kế có thang đo bước sóng thì chỉ cần chỗ nào có vạch, dải hấp thụ thì ta đọc bước sóng, sau đó vẽ lại. Trường hợp không có thang đo bước sóng thì dựa vào vị trí của các vạch, dải hấp thụ trong các vùng màu khác nhau ta cũng có thể ước lượng được bước sóng.



Hình 4.56. **Phổ hấp thụ của một số đá quý thường gặp**

– Ghi bằng số:

Ví dụ, phổ hấp thụ của ruby như trên Hình 4.52 có thể ghi lại bằng số như sau: 694, 693, 668, 559, 610 – 500, 476, 475, 468, trong đó vạch hấp thụ đậm được gạch dưới, dải hấp thụ ghi vị trí đầu và vị trí cuối có gạch ngang ở giữa.

Đối với mục đích giám định đá quý, điều quan trọng không phải là xác định vị trí chính xác của các vạch, các dải hấp thụ mà chính là vị trí tương đối của chúng. Hầu như có rất ít đá quý có phổ hấp thụ giống nhau.

Chẳng hạn như phổ của ruby luôn có 2 vạch mảnh ở vùng đỏ đậm, một dải đen ở vùng từ vàng đến lam và 2 vạch đậm ở vùng lam, phổ của jadeit (ngọc jat) có 3 vạch mảnh ở vùng đỏ, một vạch rất đậm ở vùng tím (437mm); phổ của kim cương không màu luôn có một vạch rất đậm ở vùng tím đậm (415mm).

Phổ hấp thụ đặc trưng của một số đá quý được dẫn ra trên Hình 4.56.

Các vạch, dải hấp thụ của các đá quý thường gặp được dẫn ra trong Bảng 4.8.

***Bảng 4.8.* Phổ hấp thụ của các đá quý thường gặp**

Tên đá quý	*Các vạch, dải hấp thụ*
Agat	7000, 6650, 6340
Actinolit	5030, 4310
Alexandrit:	
theo phương màu lục	6805 , 6785, 6650, 6550, 6490, 6450, 6400, 5550
theo phương màu đỏ	6805, 6785, 6550, 6450, 6050, 5400, 4720
Almandin	6170, 5760, 5270, 5050, 4620, 4380, 4280, 4040, 3930
Amethyst	5500, 5200
Andalusit	5535, 5505, 5475, 5250, 5180, 5060, 4950, 4550, 4475, 4360
Apatit lam	6310, 6220, 5250, 5120, 5070, 4910, 4640
Apatit vàng lục	6053, 6025, 5975, 5855, 5772, 5742, 5335, 5295, 5270
Aquamarin	5370, 4560, 4270
Aventurin	6820, 6490
Axinit	5320, 5120, 4920, 4660, 4400, 4150

Tên đá quý	*Các vạch, dải hấp thụ*
Azurit	5000
Beryl nhuộm màu lơ	7050, 6850, 6450, 6250, 6050, 5870
Biruza	4600, 4320, 4220
Calcit	5820
Canxedon:	
nhuộm màu lam	6900, 6600, 6270
nhuộm màu lục	7050, 6700, 6450
Chrysoberyl	5040, 4950, 4850, 4450
Chrysopras nhuộm màu	6320, 4439
Chrysopras	4439
Danburit	5900, 5860, 5845, 5840, 5830, 5820, 5805, 5780, 5760, 5730, 5710
Demantoid	7010, 6930, 6400, 6220, 4850, 4640, 4430
Diopsid (crom)	5470, 5080, 5050, 4930, 4560
Diopsid	6700, 6550, 6350, 5080, 5050, 4900
Dioptas	5700, 5600, 4650–4000
Ekanit	6651, 6375
Emerald	6835, 6806, 6620, 6460, 6370, 6060, 5940, 6300–5800
Emerald tổng hợp	6830, 6805, 6620, 6460, 6375, 6300–5800, 6060, 5940, 4774
Enstatit	5475, 5090, 5058, 5025, 4830, 4720, 4590, 4490, 4250
Enstatit (crom)	6880, 6690, 5060
Epidot	7500, 4550, 4350
Euclas	7065, 7040, 6950, 6880, 6600, 6500, 6390, 4680, 4550
Fluorit lục	6400, 6006, 5850, 5700, 5530, 5500, 4520, 4350
Fluorit vàng	5450, 5150, 4900, 4700, 4520
Ganit	6320, 5920, 5770, 5520, 5080, 4800, 4590, 4430, 4330
Grossular	6300
Hematit	7000, 6400, 5950, 5700, 4800, 4500, 4250, 4000
Hesonit	5470, 4900, 4545, 4350
Hidenit	6905, 6860, 6690, 6460, 6200, 4375, 4330
Hypersten	5510, 5475, 5058, 4820, 4485

Tên đá quý	*Các vạch, dải hấp thụ*
Idocras lục	5300, 4870, 4610
Idocras nâu	5910, 5880, 5845, 5820, 5775, 5745
Idocras vàng lục	4650
Iolit	6450, 5930, 5850, 5350, 4920, 4560, 4360, 4260
Jadeit màu lục tự nhiên	6915, 6550, 6300, 4950, 4500, 4375, 4330
Jadeit màu lục nhân tạo	6650, 6550, 6450
Kim cương không màu đến vàng	4780, 4650, 4510, 4350, 4230, 4155, 4015, 3900
Kim cương nâu – lục	5370, 5040, 4980
Kim cương vàng nâu	5760, 5690, 5640, 5580, 5500, 5480, 5230, 4935, 4800,4600
Kim cương có màu vàng nhân tạo	5940, 5040, 4980, 4780, 4650, 4510, 4350, 4230, 4155
Kim cương màu lục nhân tạo	7410, 5040, 4980, 4650, 4510, 4350, 4230, 4155
Kim cương có màu nâu nhân tạo	7410, 5940, 5040, 4980, 4780, 4650, 4510, 4350, 4230, 4155
Kornerupin	5400, 5080, 4630, 4460, 4300
Kyanit	7060, 6890, 6710, 4460, 4330
Nephrit	6890, 5090, 4900, 4600
Obsidian	6800, 6700, 6600, 6500, 6350, 5950, 5550, 5000
Opal lửa	7000–6400, 5900–4000
Orthoclas	4480, 4200
Peridot	6530, 5530, 5290, 4970, 4950, 4930, 4730, 4530
Petalit	4540
Pyrop	6870, 6850, 6710, 6500, 6200–5200, 5050
Rodocrosit	5510, 4545, 4100, 3910, 3830, 3780, 3630
Rodonit	5480, 5030, 4550, 4120, 4080
Ruby	6942, 6928, 6680, 6592, 6100–5000, 4765, 4750, 4685
Saphir lam	4710, 4600, 4550, 4500
Saphir lục	4710, 4600–4500
Saphir vàng	4710, 4600, 4500
Sielit	5840

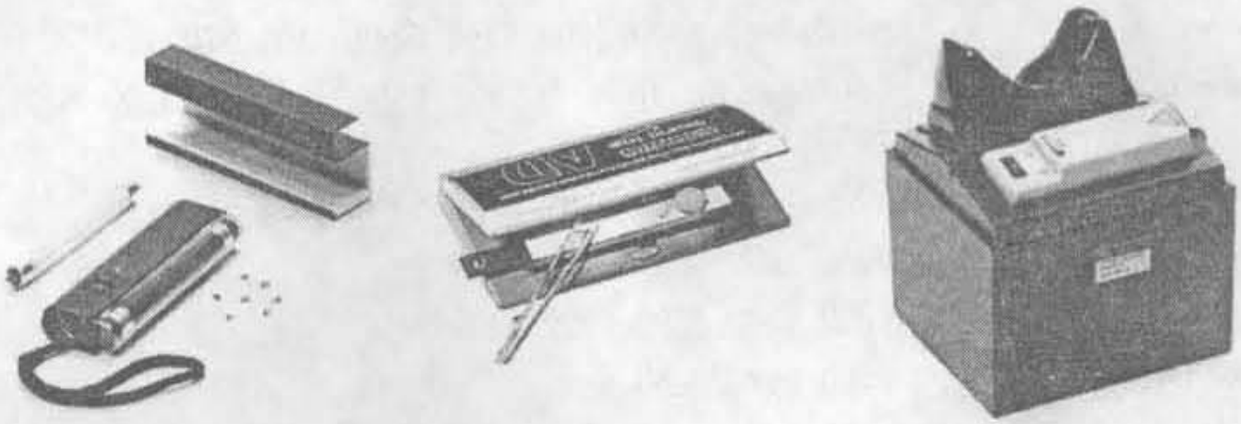
Tên đá quý	*Các vạch, dải hấp thụ*
Serpentin	4970, 4640
Silimanit	4620, 4410, 4100
Sinhalit	5260, 4925, 4760, 4630, 4520, 4355
Scapolit hồng	6630, 6520
Spesartin	4950, 4845, 4810, 4750, 4620, 4570, 4550, 4400, 4350, 4320, 4240, 4120, 4060, 3940
Sphalerit	6900, 6650, 6510
Sphen	5900, 5860, 5820, 5800, 5750, 5340, 5300, 5280
Spinel đỏ	6855, 6840, 6750, 6650, 6560, 6500, 6420, 6320, 5950–4900, 4650, 4550
Spinel lam	6350, 5850, 5550, 5080, 4780, 4580, 4430, 4330
Spinel lam tổng hợp	6340, 5800, 5440, 4850, 4490
Spinel lục tổng hợp	6200, 5800, 5700, 5500, 5400
Taafeit	5580, 5530, 4780
Tanzanit	7100, 6910, 5950, 5280, 4550
Thạch anh màu lơ nhân tạo	6450, 5850, 5400, 5000–4900
Topaz hồng	6828
Tremolit	6840, 6500, 6280
Turmalin đỏ	5550, 5370, 5250–4610, 4560, 4510, 4280
Turmalin lục	4970, 4610, 4150
Varixit	6880, 6500
Wilemit	5830, 5400, 4900, 4425, 4315, 4210
Zircon bình thường	6910, 6890, 6625, 6605, 6535, 6210, 6150, 5895, 5620, 5375, 5160, 4840, 4600,4320
Zircon thấp	6530, 5200

Ghi chú: đơn vị đo bước sóng là Å (ăngstrom)

4.3.6. Xác định tính phát quang dưới tia cực tím

Trong giám định đá quý ngày nay người ta chủ yếu sử dụng tính phát quang dưới tia cực tím, còn các tính chất phát quang khác như phát quang dưới tia X, tia catod, nhiệt phát quang... chủ yếu được sử dụng trong các phòng thí nghiệm lớn. Để xác định tính chất phát quang này, người ta chủ

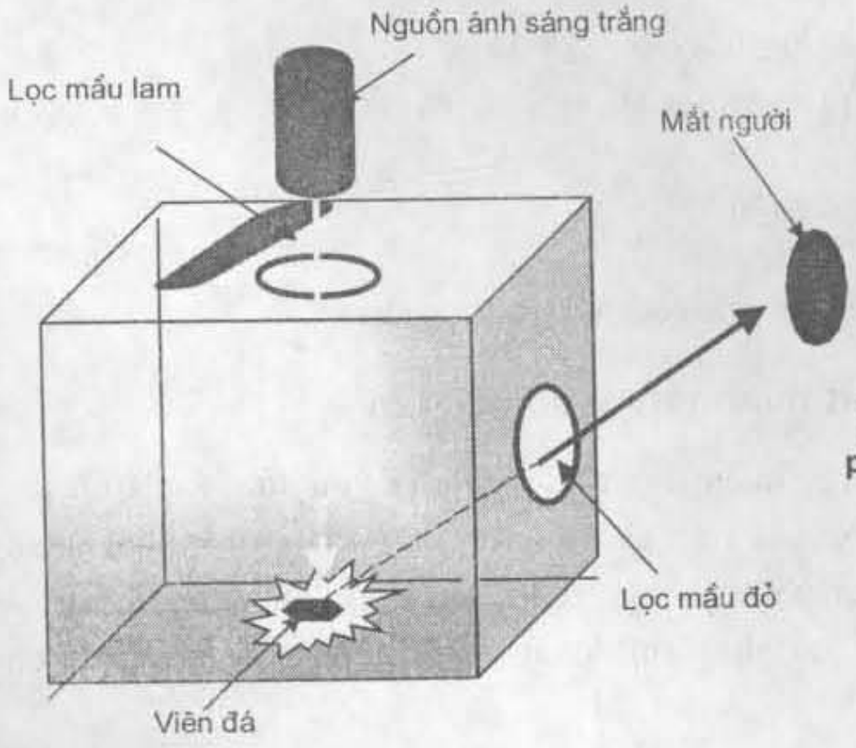
yếu sử dụng các loại đèn cực tím khác nhau (UV lamps), tốt nhất là các đèn chuyên dụng (Hình 4.57) cho cả tia cực tím sóng dài (LW = 365 nm) và cực tím sóng ngắn (SW = 254 nm). Việc quan sát tính phát quang nên tiến hành trong buồng tối. Mặc dù các đèn cực tím dùng trong ngọc học thường cho bức xạ cực tím không mạnh nhưng ta cũng không nên nhìn trực tiếp vào chúng. Thường người ta dùng các kính bảo vệ chuyên dụng. Trường hợp không có đèn cực tím chuyên dụng người ta có thể sử dụng một kỹ thuật gọi là "*lọc kép*" (crossed filters).



Hình 4.57. **Một số loại đèn cực tím được sử dụng trong giám định đá quý**

Bằng cách sử dụng 2 kính lọc màu (màu lam và màu đỏ) như trên Hình 4.58 ta có thể tách được phần ánh sáng cực tím sóng dài trong thành phần của ánh sáng trắng và quan sát tính phát quang của đá quý.

Tính chất phát quang của đá quý được dẫn ra trong Bảng 4.9.



Hình 4.58. **Sơ đồ phương pháp lọc kép xác định tính phát quang của đá quý**

Bảng 4.9. **Tính chất phát quang của đá quý**

Màu phát quang	*LW UV*	*SW UV*	*Tia X*
Trắng	Ngà voi Nhựa copal Hổ phách Mai rùa, opal	Spinel tổng hợp không màu Ngà voi Nhựa copal Hổ phách Mai rùa, opal	Kim cương Scapolit
Đỏ	Ruby tổng hợp Ruby tự nhiên Saphir hồng tự nhiên và tổng hợp Spinel đỏ Saphir da cam tổng hợp Alexandrit Saphir đổi màu tổng hợp Saphir lục tổng hợp Spinel lam tổng hợp Saphir lam Sri Lanka Emerald tổng hợp (một số) Calcit (một số) Kyanit Opal lửa (đỏ phớt nâu)	Ruby tự nhiên và tổng hợp Saphir hồng tự nhiên Spinel đỏ Saphir da cam tổng hợp Calcit (một số) Alexandrit Saphir đổi màu tổng hợp Emerald tổng hợp Saphir lam Sri Lanka Emerald tự nhiên (một số) Opal lửa (đỏ phớt nâu)	Ruby tự nhiên và tổng hợp Saphir hồng tự nhiên và tổng hợp Spinel đỏ Saphir da cam tổng hợp Saphir lam Sri Lanka Saphir đổi màu tổng hợp Spinel lam tổng hợp (một số) Spinel lục tổng hợp Emerald tổng hợp Morganit Emerald tự nhiên Thulit
Da cam	Kunzit Saphir vàng Sri Lanka Scapolit Kim cương Saphir lam Sri Lanka Saphir đổi màu tổng hợp Saphir trắng tự nhiên	Saphir vàng Sri Lanka Scapolit Kim cương Saphir lam Sri Lanka Saphir da cam tổng hợp	Kunzit Saphir vàng Sri Lanka Calcit (kể cả đá hoa) Scapolit Saphir trắng tổng hợp Saphir đổi màu tổng hợp. Saphir lục tổng hợp

Màu phát quang	*LW UV*	*SW UV*	*Tia X*
Da cam	Saphir lục tổng hợp Saphir da cam tổng hợp Spinel tự nhiên màu hoa cà (một số) Topaz (một số) Sodalit (đốm da cam) Lapis lazuli (đốm da cam)	Saphir lục tổng hợp (da cam phớt nâu) Saphir trắng tự nhiên Saphir đổi màu tổng hợp	Granat lục dạng khối đặc xít Petalit Sinhalit vàng nhạt Topaz (một số)
Vàng	Kim cương Hổ phách Apatit Zircon Topaz Opal lửa (phớt nâu) Thuỷ tinh	Kim cương Zircon Hổ phách	Kim cương Zircon Casiterit Ngọc trai nuôi Ngọc trai nước ngọt Rodizit Diopsit Lapis lazuli Sodalit (đốm vàng)
Lục	Spinel vàng tổng hợp Spinel vàng lục tổng hợp Wilemit Opal (một số) Kim cương Spinel tự nhiên lam nhạt (một số) Emerald (một số) Apatit Thuỷ tinh (một số) Hổ phách Spinel và saphir không màu tổng hợp (rất yếu)	Spinel vàng và lục tổng hợp Wilemit Opal (một số) Spinel lục tổng hợp Kim cương Hổ phách Thuỷ tinh	Spinel vàng tổng hợp Spinel vàng lục tổng hợp Wilemit Spinel không màu tổng hợp Kim cương Thuỷ tinh Opal (một số) Spinel tự nhiên (một số) Taafeit Rodizit Amblygonit Topaz

Màu phát quang	*LW UV*	*SW UV*	*Tia X*
Lam	Kim cương Danburit Fluorit Thuỷ tinh Ngọc trai Ngà voi Hổ phách Đá Mặt Trăng	Benitoit Sielit Fluorit Danburit Kim cương Spinel lam tổng hợp Saphir lam tổng hợp Thuỷ tinh (một số) Ngà voi Hổ phách Copal	Fluorit Benitoit Berylonit Sielit Saphir lam tổng hợp Kyanit Phenakit Spinel tổng hợp không màu (một số) Spinel lam tổng hợp Thuỷ tinh (một số) Lapis lazuli Sodalit Topaz Zircon Đá Mặt Trăng
Tím	Fluorit Kim cương Apatit Scapolit Morganit Diopsit	Fluorit Kim cương Morganit Saphir hồng tổng hợp	Fluorit Danburit Saphir vàng tổng hợp (một số) Saphir không màu tổng hợp (một số) Scapolit Turmalin hồng Zircon

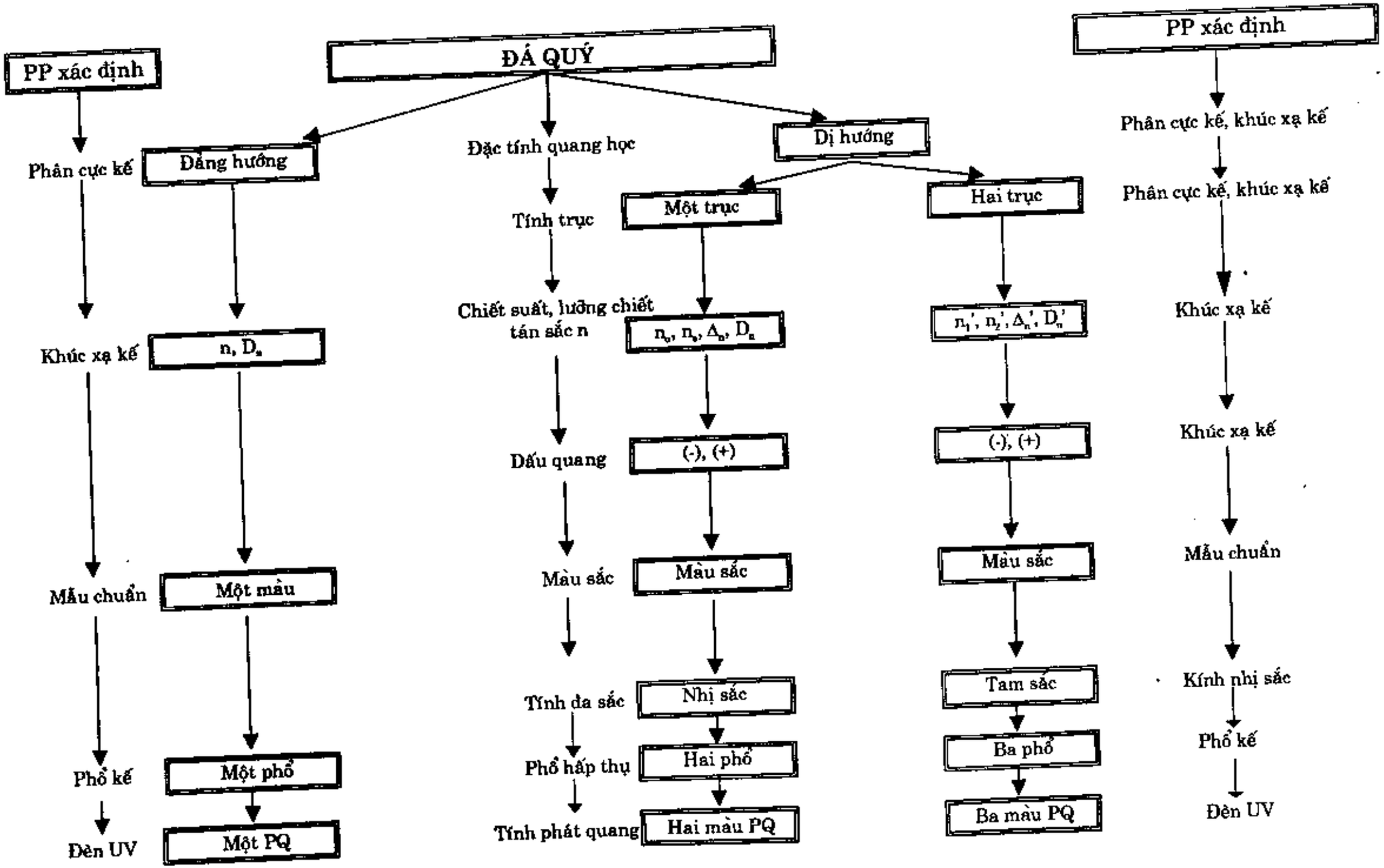
Khi xác định tính phát quang dưới tia cực tím cần chỉ rõ:

– Viên đá có phát quang dưới sóng dài (LW), sóng ngắn (SW) hay cả hai.

– Nếu có phát quang thì phát màu gì.

– Cường độ phát quang: mạnh, trung bình hay yếu.

Trình tự xác định các tính chất quang học được dẫn ra trong Hình 4.59.



Hình 4.59. **Trình tự xác định các tính chất quang học của đá quý**

Topaz Hoàng gia (hoàng ngọc)

Topaz chiếu xạ

Almandin (granat)

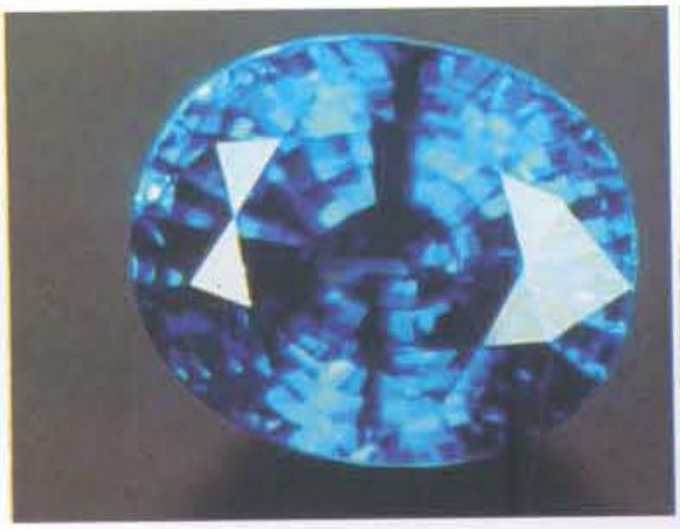
Tsavolit (grosular màu lục)

Pyrop

Spesartin

Demantoid (andradit màu lục)

Một số màu khác nhau của zircon



Zircon đã xử lý

Các tinh thể turmalin

Các màu khác nhau của turmalin

Turmalin đã chế tác

5 ĐẶC ĐIỂM BÊN TRONG CỦA ĐÁ QUÝ VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH

5.1. PHÂN LOẠI CÁC ĐẶC ĐIỂM BÊN TRONG

Đặc điểm bên trong là tất cả các dấu hiệu nằm trên bề mặt cũng như trong lòng viên đá. Đó có thể là các đới màu, đốm màu, các bao thể khoáng vật, các bao thể khí lỏng, các vết nứt, lỗ trống trong lòng viên đá. Tất cả các đặc điểm trên của đá quý đều là những dấu hiệu phản ánh quá trình sinh trưởng cũng như biến đổi về sau của viên đá. Các đặc điểm bên trong được các nhà chuyên môn phân loại như sau.

5.1.1. Các dấu hiệu sinh trưởng

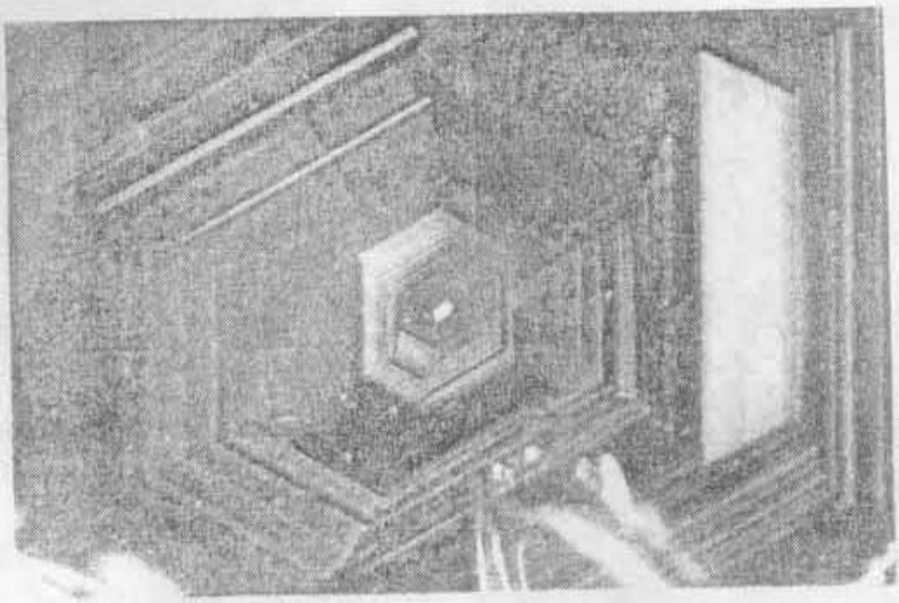
Các dấu hiệu sinh trưởng thường gặp trong đá quý là:

a) Hiện tượng phân đới

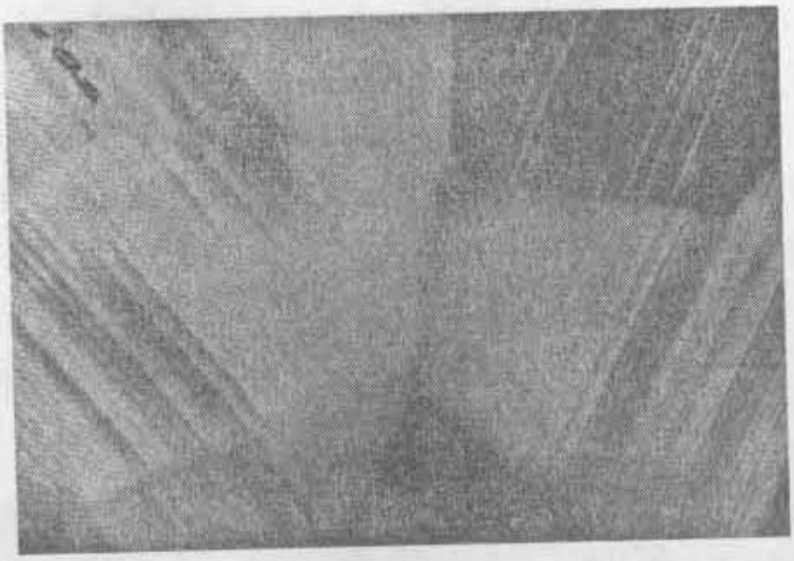
Đây là dấu hiệu phản ánh quá trình sinh trưởng không đồng nhất của viên đá, tạo nên những đới khác nhau về tính chất vật lý, về thành phần...Các đới có ranh giới có thể thẳng góc song song (Hình 5.1) hoặc cong queo, có độ dầy thay đổi. Tùy thuộc vào độ dầy của các đới mà người ta phân biệt:

- *Đới sinh trưởng*

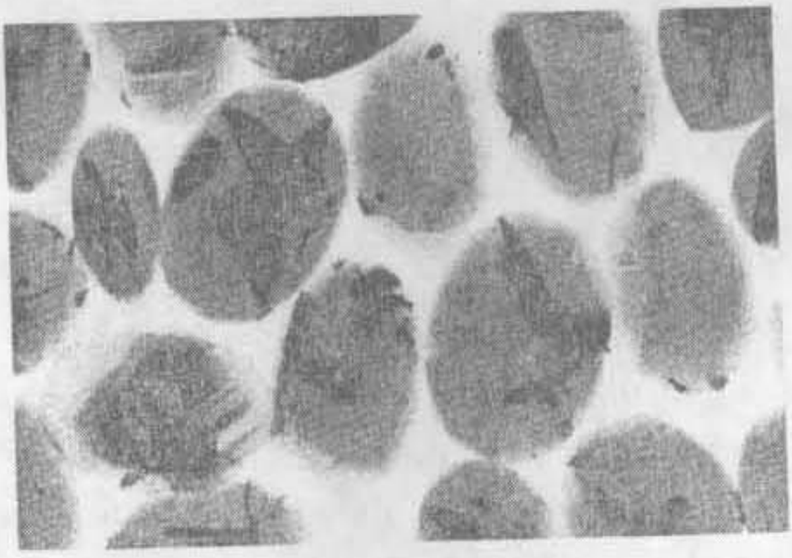
Đới sinh trưởng thường gặp nhất là *đới màu*, thể hiện dưới dạng các các dải, các lớp tương đối song song và có màu sắc khác nhau. Trong trường hợp này ranh giới giữa các đới có thể thấy khá rõ. Hiện tượng phân đới màu rất đặc trưng cho một số loại đá quý như turmalin, corindon, thạch anh (Hình 5.2). Có khi các đới có ranh giới không song song, trong trường hợp này người ta gọi là *đốm màu, vết màu* (Hình 5.3)...



Hình 5.1. Phân đới màu hình lục giác trong saphir tự nhiên



Hình 5.2. Đới màu trong corindon Việt Nam



Hình 5.3. Các đốm, đới màu trong corindon Việt Nam

• *Đường sinh trưởng*

Về bản chất đường sinh trưởng cũng tương tự như đới sinh trưởng, nhưng trong trường hợp này các đới có độ dầy rất nhỏ, vì vậy các đới chỉ còn là các đường rất mảnh. Tương tự như đới sinh trưởng, đường sinh trưởng có thể thẳng, gấp khúc, hoặc cong queo.

b) Vết khía, vết hằn, chạm trổ trên bề mặt tinh thể đá quý

Mặt tinh thể có thể không hoàn toàn phẳng, mặc dù ấn tượng ban đầu khi quan sát chúng bằng mắt thường là khá phẳng và nhẵn. Bề mặt của chúng thường bị phủ bởi những vết khía, vết hằn hoặc hoa văn, chạm trổ khác nhau. Chúng là dấu vết của quá trình sinh trưởng hay quá trình hoà tan, ăn mòn tinh thể về sau... Về hình thái những dấu vết này tuân theo quy luật đối xứng của tinh thể đá quý. Về nguyên nhân xuất hiện, chúng liên quan với bản chất của mạng tinh thể đá quý và chịu ảnh hưởng bởi đặc điểm của môi trường sinh thành chúng.

• *Vết khía*

Vết khía là một trong những loại trạm trổ thường gặp nhất và có thể quan sát bằng mắt thường trên bề mặt tinh thể. Nó cũng là dấu hiệu chỉ thị điều kiện thành tạo một pha rắn, bởi vì nó chỉ xuất hiện trong những điều kiện nhất định của môi trường hình thành khoáng vật, sự ra đời của nó phụ thuộc nồng độ của dung dịch nuôi. Ví dụ, hệ thống vết khía dọc phổ biến trên mặt lăng trụ của tinh thể turmalin (Hình 5.4). Mặt khác, mặt tinh thể cùng loại của cùng một khoáng vật có thể bộc lộ các vết khía khác nhau. Chẳng hạn, trên tinh thể beryl xanh lơ (aquamarin) mặt lăng trụ thường chứa hệ khía dọc, trong khi trên những mặt tương tự của beryl không màu đôi khi thấy hệ khía xiên song song.

Đối với nhiều khoáng vật đá quý ở dạng thô (chưa chế tác) vết khía là dấu hiệu giám định quan trọng. Ở một số cá thể chúng thể hiện dưới dạng các vết khía ngang song song, ở một số khác – dưới dạng các vết khía giao nhau với những góc nhất định. Tính chất này rất đặc trưng cho các tinh thể corindon tự nhiên (Hình 5.5, 5.6).

Vết khía trên mặt tinh thể không chỉ phụ thuộc điều kiện sinh thành khoáng vật, mà còn do những yếu tố khác, như lực liên kết trong mạng tinh thể khoáng vật, hiện tượng song tinh đa hợp...

Hình 5.4. Vết khía dọc trên tinh thể turmalin

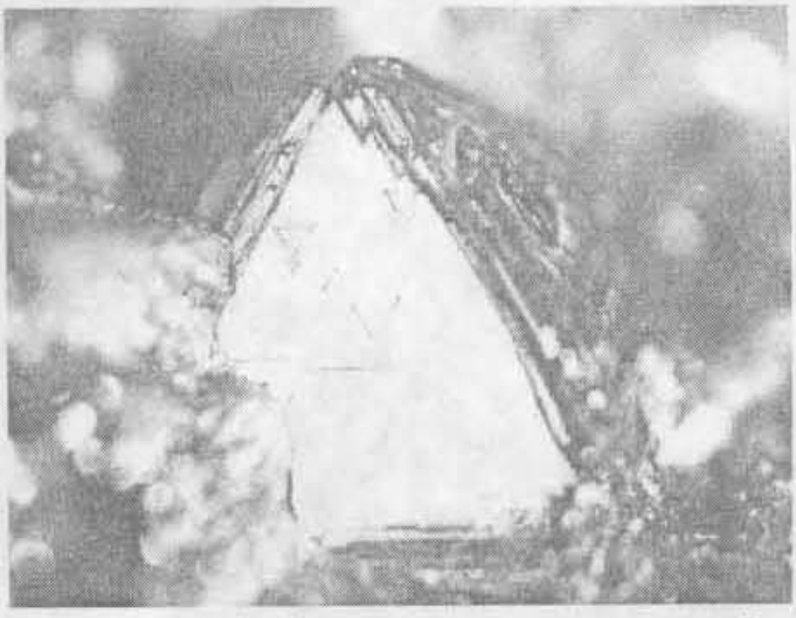
Hình 5.5. Vết khía ngang trên tinh thể ruby Việt Nam (mỏ Lục Yên)

Hình 5.6. Các vết khía chéo góc trên tinh thể ruby

• *Hoa văn trạm trổ*

Đường nét chạm trổ trên bề mặt cá thể khoáng vật được xem xét như những dấu hiệu bên ngoài, nhưng trong mối quan hệ nhân quả, chúng biểu hiện bản chất mạng của tinh thể khoáng vật và hoàn cảnh ra đời của khoáng vật. Vì vậy chúng được sử dụng như những dấu hiệu quan trọng để nhận biết khoáng vật và để luận giải điều kiện sinh thành pha rắn trong tự nhiên.

Bề mặt tinh thể không phải là một khối hoàn toàn liên tục, mà bị chia cắt, gián đoạn thành những mảnh không bằng nhau, liên kết yếu với nhau. Vì vậy, mặt tinh thể thực có những khâu yếu, dễ dàng bị xâm thực, gặm mòn bởi những tác nhân của ngoại lực. Sự phân bố của các vết hằn xâm thực này trên mặt tinh thể không đồng đều và tùy thuộc mật độ sai hỏng của từng khu vực trên bề mặt. Những vết hằn hình dạng xác định này (tròn hoặc đa diện) có tính đối xứng tương ứng với đối xứng của mặt tinh thể. Ví dụ, hình dạng của vết hằn xâm thực trên mặt hình đơn tám mặt của tinh thể kim cương có dạng tam giác với cạnh song song với cạnh của hình tám mặt, còn trên mặt hình đơn lập phương thì có dạng vuông với cạnh song song với cạnh của hình lập phương (Hình 5.7).



Hình 5.7. **Vết hằn hình tam giác trên tinh thể kim cương hình tám mặt**

5.1.2. Bao thể

Theo nghĩa rộng, bất cứ một dấu hiệu nào xuất hiện trong tinh thể đá quý đều gọi là bao thể. Trong Ngọc học và Khoáng vật học bao thể là những vật thể ngoại lai được tinh thể chủ bao lấy trong quá trình sinh trưởng và bảo tồn của nó. Trong giáo trình này khái niệm bao thể được hiểu theo nghĩa thứ hai.

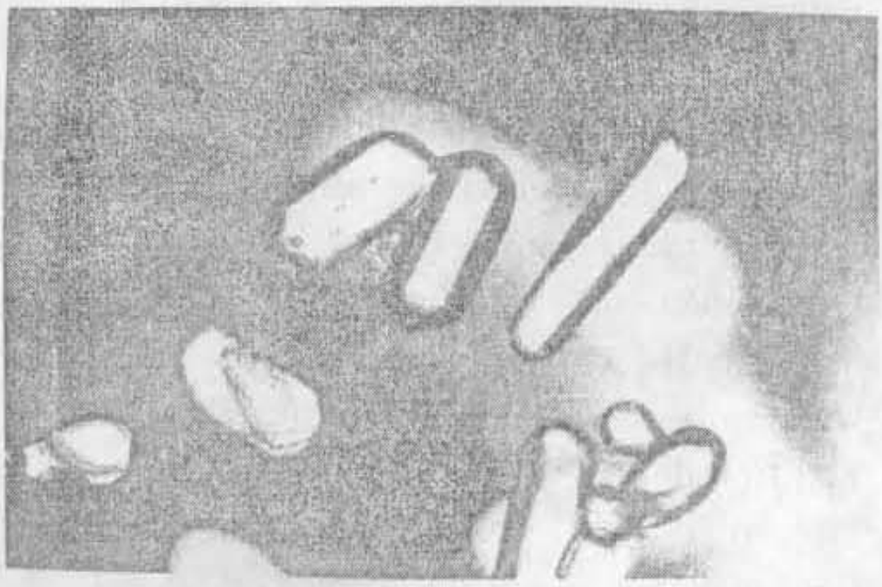
Theo trạng thái vật lý bao thể được chia thành:

– Bao thể rắn, chủ yếu là các tinh thể khoáng vật (Hình 5.8).

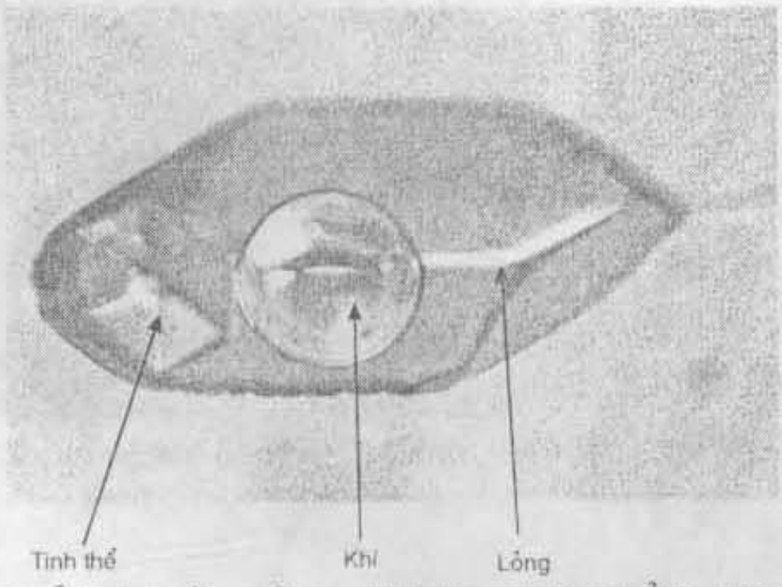
– Bao thể lỏng.

– Bao thể khí.

– Các bao thể hỗn hợp, có thể là khí – lỏng, lỏng – rắn hoặc khí – lỏng – rắn (Hình 5.9).



Hình 5.8. **Bao thể rắn (tinh thể) trong đá quý**



Hình 5.9. **Bao thể 3 pha rắn – lỏng – khí, dạng "tinh thể âm" trong thạch anh**

Theo nguồn gốc, bao thể được Gubelin (1983) chia thành: bao thể *tiền sinh* (protogenetic), bao thể *đồng sinh* (syngenetic) và bao thể *hậu sinh* (postgenetic):

a) Bao thể tiền sinh

Bao thể tiền sinh là những bao thể hình thành trước tinh thể chủ và được tinh thể chủ bao lấy trong quá trình kết tinh. Hầu hết bao thể tiền sinh

đều ở trạng thái rắn và là thành phần của các đá vây quanh. Các bao thể tiền sinh đều bị gặm mòn, mài tròn, vì vậy chúng thường có dạng khung xương hoặc có ranh giới cong queo.

b) Bao thể đồng sinh

Đây là những bao thể xuất hiện đồng thời với khoáng vật chủ, chúng thường phân bố có quy luật trong khoáng vật chủ. Theo trạng thái vật chất bao thể đồng sinh thường được chia thành:

- *Bao thể rắn đồng sinh*

Bao thể rắn đồng sinh hình thành từ chính môi trường (dung dịch, dung thể...) đã nuôi khoáng vật chủ. Mối quan hệ khăng khít giữa khoáng vật chủ và bao thể rắn đồng sinh giúp cho việc phân biệt các loại đá quý khác nhau. Ví dụ về những bao thể rắn đồng sinh đặc trưng cho một số đá quý như sau: apatit, biotit trong chrysoberyl, saphir; cromit trong peridot; olivin trong kim cương; pyrit trong saphir và emerald; pyrotin trong corindon, kim cương và emerald; sphen trong ruby và spinel; zircon trong corindon; calcit trong spinel, ruby.

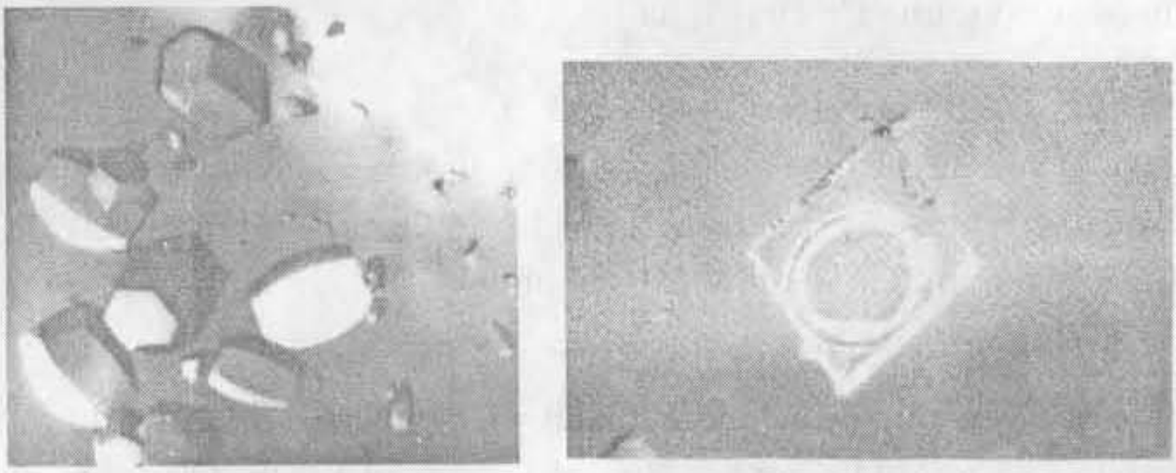
- *Bao thể lỏng đồng sinh*

Bao thể lỏng đồng sinh thường xuất hiện trong các khoang trống của tinh thể chủ và thường đi kèm với khí. Đây chính là di tích của môi trường tạo khoáng. Chúng có thể phân bố rời rạc không có quy luật, nhưng thường là phát triển theo các đới sinh trưởng trong khoáng vật chủ. Tùy thuộc vào hình dạng cụ thể Gubelin lại chia loại bao thể này thành:

– *"Tinh thể âm":* Là các bao thể có hình dạng bên ngoài giống như khoáng vật chủ nhưng lại được lấp đầy bằng chất lỏng hoặc chất khí (Hình 5.10). Cơ chế hình thành loại "tinh thể âm" này như sau: Trong quá trình đang phát triển, vì một lý do nào đó, trong tinh thể chủ có thể xuất hiện các khe nứt được lấp đầy bởi dung dịch tạo khoáng. Cùng với sự phát triển tiếp tục của tinh thể chủ, các khe nứt này cũng được lấp kín dần theo quy luật sinh trưởng chung. Cuối cùng chỉ còn sót lại các khoảng trống có hình dạng giống như tinh thể chủ, nhưng bên trong lại là chất lỏng hoặc khí hoặc hỗn hợp.

– *Bao thể dạng vân tay:* Là loại bao thể có hình dạng như dấu vân tay (Hình 5.11). Chúng có thể có nhiều hình dạng khác nhau, có thể dài ngắn,

méo mó hoặc tròn. Loại bao thể này được hình thành do sự hàn gắn không hoàn toàn các khe nứt trong tinh thể chủ bởi các chất lỏng.



Hình 5.10. Các bao thể dạng "tinh thể âm" trong đá quý

Hình 5.11. Bao thể dạng vân tay

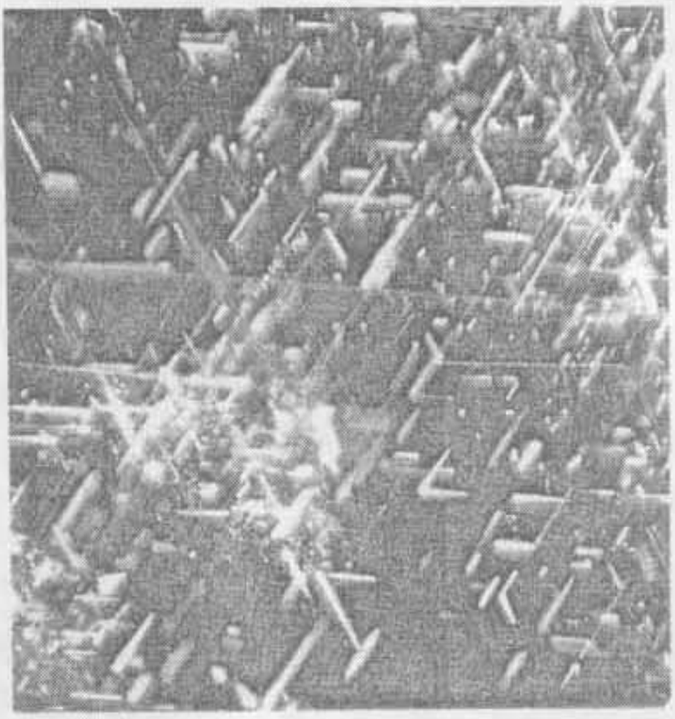
c) Bao thể hậu sinh

Bao thể hậu sinh là những bao thể xuất hiện sau khi tinh thể chủ đã ngừng phát triển. Về trạng thái, chúng có thể ở dạng lỏng, dạng rắn hoặc hỗn hợp.

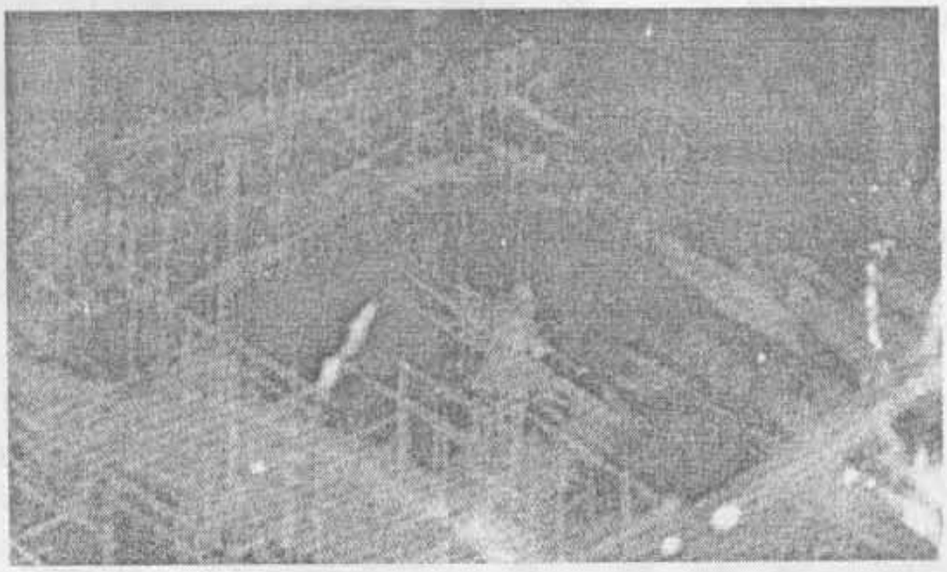
Bao thể hậu sinh xuất hiện trong các trường hợp:

– Hình thành các khoáng vật mới trong quá trình phá huỷ dung dịch cứng. Ví dụ điển hình của loại bao thể này là các tinh thể rutil, hematit hình kim, que trong corindon. Ở nhiệt độ cao khi corindon mới hình thành ở dưới sâu, cả rutil và hematit đều hoà tan trong khoáng vật corindon dưới dạng các dung dịch cứng $Al_2O_3 - TiO_2$ và $Al_2O_3 - Fe_2O_3$. Khi nhiệt độ bên ngoài giảm xuống trong điều kiện khoáng vật corindon lộ lên mặt đất, các

dung dịch này trở nên không bền vững và sẽ bị phân huỷ. TiO_2 và Fe_2O_3 sẽ bị tách ra và kết tinh tại những nơi xung yếu trong cấu trúc của corindon. Chính sự có mặt của các bao thể hình kim que rất nhỏ của rutil (TiO_2) và hematit (Fe_2O_3) là nguyên nhân gây nên các hiệu ứng sao (xem Hình 4.13), mắt mèo, ánh lụa (Hình 5.12) hoặc các hiện tượng màng mây, màng sữa (Hình 5.13)... trong corindon.



Hình 5.12. Hiệu ứng ánh lụa trong corindon



Hình 5.13 . Hiện tượng màng mây trong corindon

– Các khe nứt xuất hiện sau khi tinh thể chủ đã hình thành (do va đập...). Các chất lỏng từ bên ngoài sẽ chui vào và lấp kín. Đôi khi chất lỏng có thể kết tủa thành chất rắn.

5.2. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC ĐIỂM BÊN TRONG

Trong giám định đá quý, các đặc điểm bên trong của đá quý chủ yếu được xác định bằng phương pháp quan sát trực quan, nghĩa là phải nhìn thấy được chúng bằng mắt. Chỉ trong một số trường hợp cần thiết hoặc với

mục đích nghiên cứu người ta mới xác định chính xác thành phần hoặc bản chất vật lý của chúng bằng các phương pháp khác như phân tích microsond, phân tích phổ Raman, đồng hoá bao thể,...

Để nhận dạng được các đặc điểm bên trong người ta phải dựa vào rất nhiều dấu hiệu khác nhau, trong đó quan trọng nhất là:

- Hình dạng và kích thước.
- Màu sắc.
- Độ nổi.
- Tính đẳng hướng dị hướng (đặc tính quang học) của các bao thể.
- Tính cát khai.
- Đặc điểm phân bố.
- Tập hợp đặc trưng các bao thể.

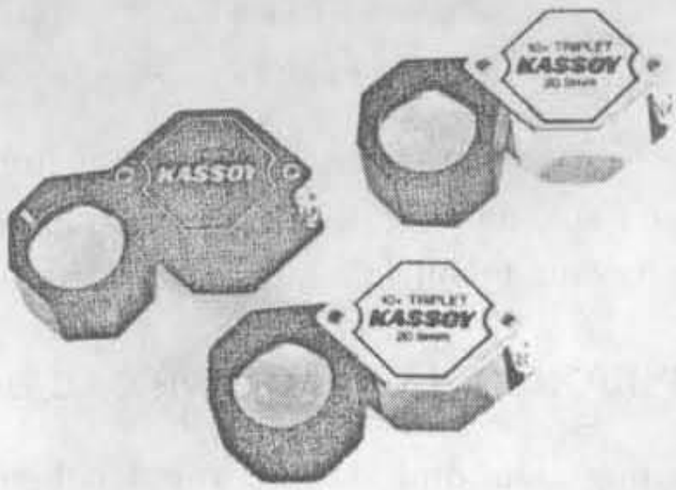
5.2.1. Các thiết bị

a) Bằng mắt thường

Nhiều đặc điểm bên trong của đá quý có thể quan sát bằng mắt thường, không cần trợ giúp của bất kỳ một phương tiện hay thiết bị nào. Tuy nhiên, để xác định chính xác chúng, người ta có thể sử dụng các thiết bị giám định chuyên dụng là kính lúp và kính hiển vi.

b) Kính lúp

Có nhiều loại kính lúp với hình dạng và độ phóng đại khác nhau, nhưng trong giám định đá quý người ta quy ước sử dụng loại lúp chuyên dụng. Đó là loại kính lúp được cấu tạo từ 3 lớp thấu kính (triplet) có độ phóng đại X10 (Hình 5.14). Tác dụng của việc ghép 3 lớp thấu kính là để loại trừ các hiệu ứng *quang sai cầu* và *quang sai sắc*, hình ảnh quan sát được sẽ không bị biến dạng và có màu sắc trung thực.



Hình 5.14. Kính lúp 3 lớp X10 của hãng Kassoy

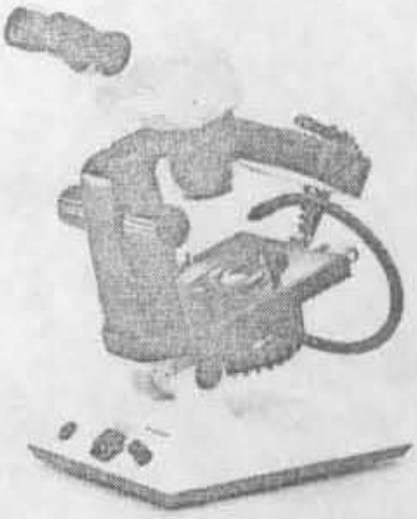
c) Kính hiển vi

Về nguyên tắc, người ta có thể sử dụng bất kỳ một loại kính hiển vi soi nổi nào. Tuy vậy, để xác định một cách tin cậy các đặc điểm bên trong, các cơ sở ngọc học trên thế giới đã có những thay đổi và bổ sung cần thiết đối với các loại kính hiển vi trên thành các kính hiển vi ngọc học chuyên dụng. Một số yêu cầu cần thiết đối với các kính hiển vi này là:

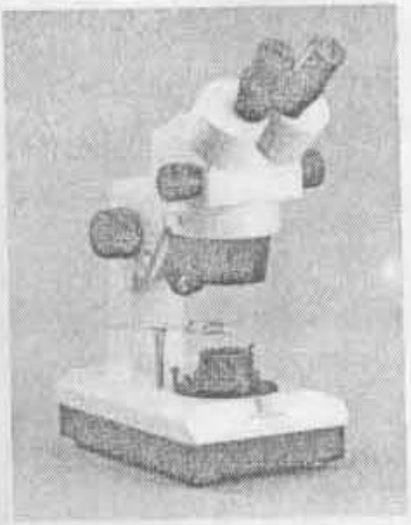
– Phải có các phương pháp chiếu sáng khác nhau: trường sáng, trường tối, chiếu xiên, phân cực...

– Có panh kẹp và giữ viên đá quý có thể xoay theo các góc khác nhau.

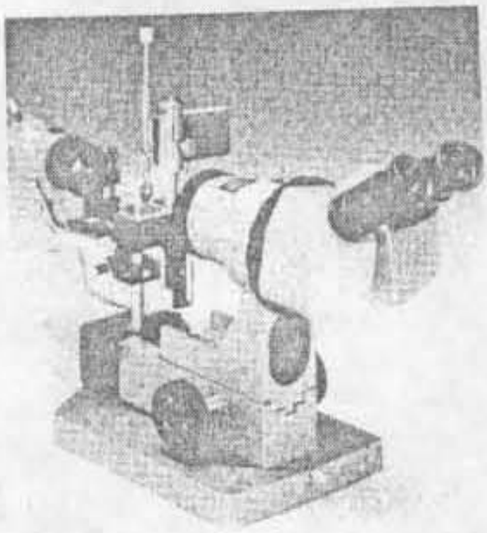
– Có thể quan sát viên đá trong không khí cũng như trong dung dịch nhúng. Trên Hình 5.15, 5.16, 5.17 là một số loại kính hiển vi ngọc học.



Hình 5.15. Kính hiển vi ngọc học thẳng đứng hãng Leica



Hình 5.16. Kính hiển vi ngọc học thẳng đứng hãng Kruss



Hình 5.17. Kính hiển vi ngọc học nằm ngang hãng Kruss

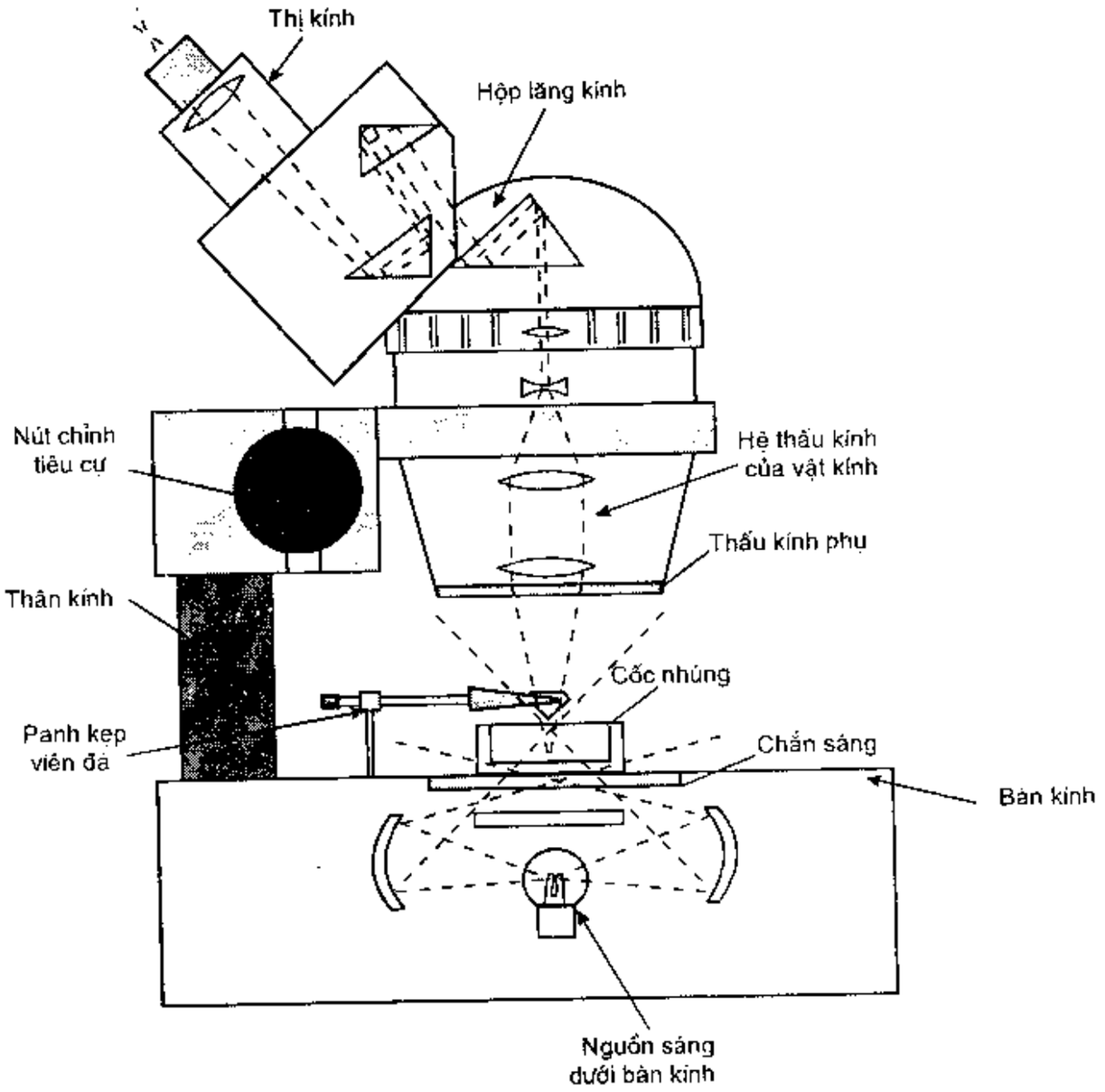
Sơ đồ cấu tạo của một kính hiển vi ngọc học được thể hiện trên Hình 5.18.

d) Các kỹ thuật chiếu sáng

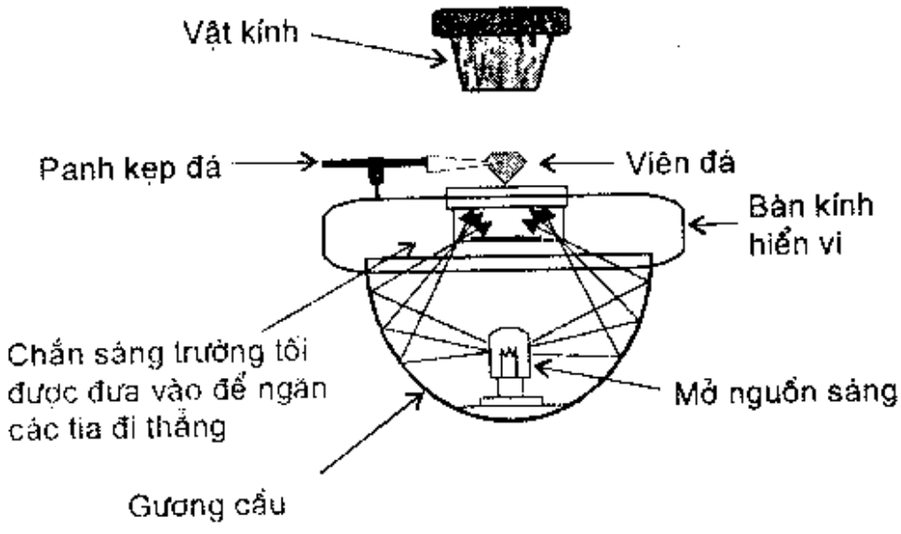
Như đã nói ở trên, một trong những yêu cầu bắt buộc đối với người giám định đá quý là phải biết sử dụng thành thạo các kỹ thuật chiếu sáng khác nhau.

- *Chiếu sáng trường tối* (Hình 5.19)

Đây là kỹ thuật chiếu sáng chuẩn trong giám định đá quý. Kỹ thuật này rất thích hợp để quan sát các bao thể, các đường sinh trưởng.



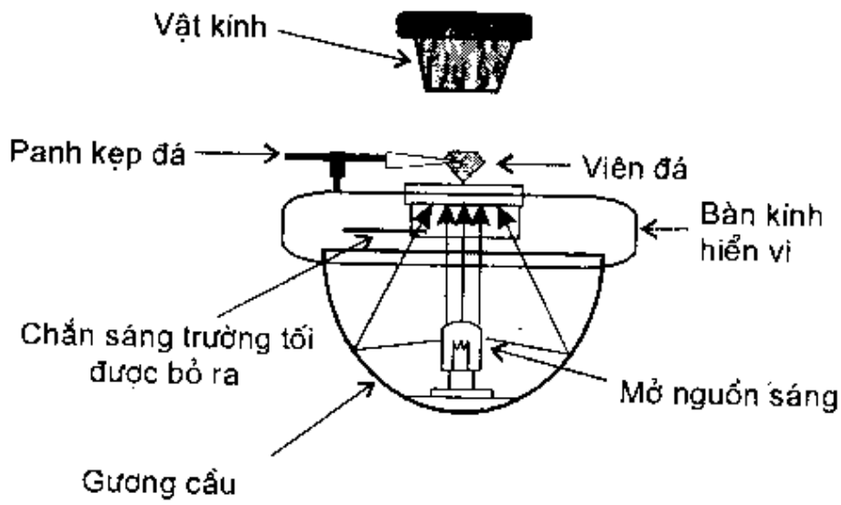
***Hình 5.18.* Sơ đồ cấu tạo của một kính hiển vi ngọc học**



***Hình 5.19.* Kỹ thuật chiếu sáng trường tối**

- *Chiếu sáng trường sáng* (Hình 5.20)

Kỹ thuật này rất hiệu quả khi quan sát các đới sinh trưởng rộng, các dải, đới màu.



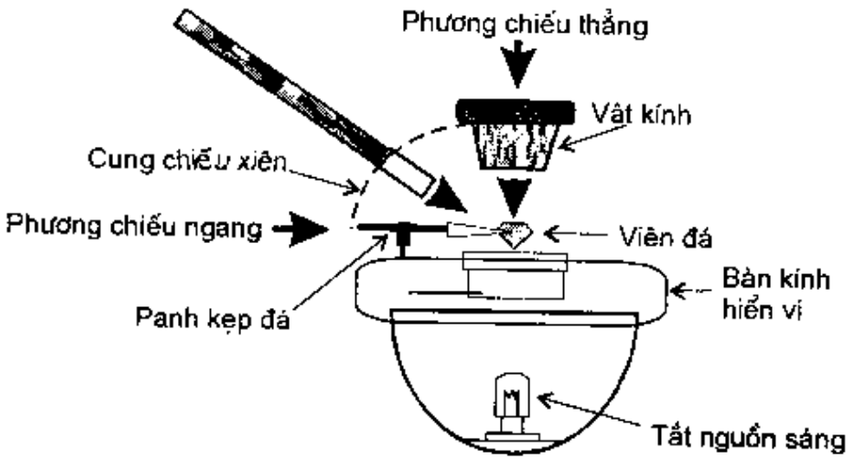
Hình 5.20. **Kỹ thuật chiếu sáng trường sáng**

- *Quan sát trong dung dịch nhúng*

Dung dịch nhúng rất có hiệu quả trong việc loại trừ ảnh hưởng của mặt ngoài thô nhám của viên đá quý cũng như ảnh hưởng của việc phản chiếu ánh sáng. Nhằm mục đích này người ta sản xuất các cốc đựng dung dịch nhúng hoặc kính hiển vi nằm ngang.

- *Kỹ thuật chiếu xiên* (Hình 5.21)

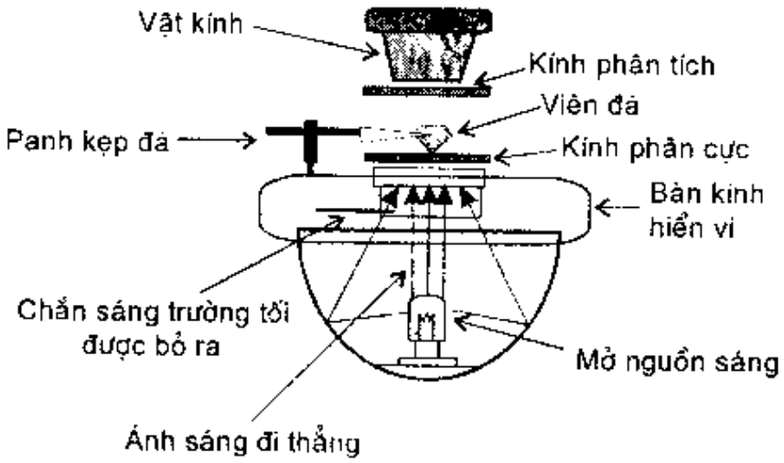
Trong kỹ thuật này người ta sử dụng một nguồn sáng mạnh, tập trung (thường là nguồn sáng lạnh bằng đèn sợi quang) chiếu vào viên đá từ bên cạnh theo một góc nào đó. Với kỹ thuật này các bao thể rất nhỏ (như các bao thể khí trong corindon Verneuil) có thể được phát hiện không khó khăn lắm.



Hình 5.21. **Kỹ thuật chiếu sáng xiên**

- *Kỹ thuật sử dụng ánh sáng phân cực* (Hình 5.22)

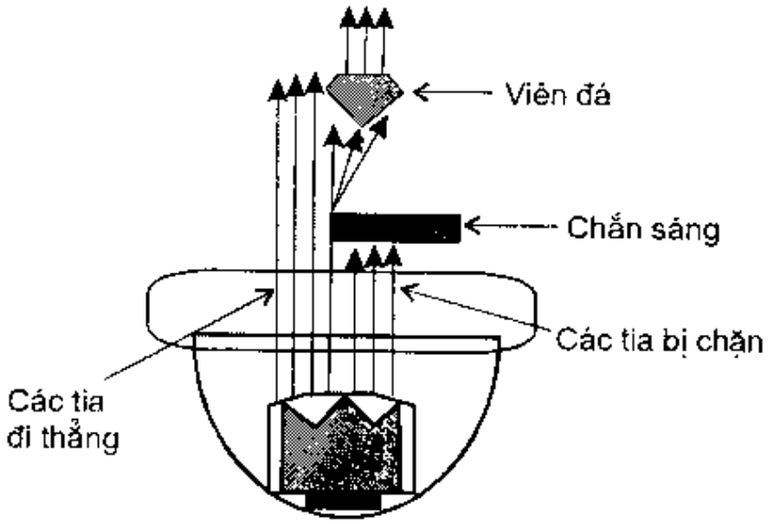
Kỹ thuật này rất có ích trong việc quan sát các song tinh trong đá quý, ví dụ như song tinh dạng tấm trong corindon tự nhiên hoặc song tinh biến dạng (đường Plato) trong song tinh tổng hợp Verneuil.



***Hình 5.22.* Kỹ thuật chiếu sáng phân cực**

- *Kỹ thuật che bóng* (Hình 5.23)

Trong phương pháp này người ta dùng một tấm cac màu đen đưa dần vào trường sáng giữa viên đá và nguồn sáng, hoặc bằng cách đóng dần chắn sáng thị trường. Bằng cách này người ta có thể làm tăng độ tương phản của các đặc điểm bên trong lên đáng kể, nhất là các dấu hiệu có chiết suất không khác nhau lắm.



***Hình 5.23.* Kỹ thuật che bóng**

- *Kỹ thuật chiếu sáng bằng tia cực tím*

Trong kỹ thuật này viên đá được quan sát dưới kính hiển vi và được chiếu sáng bằng tia cực tím sóng ngắn. Các đường cong sinh trưởng rất mảnh trong ruby Verneuil có thể được phát hiện bằng phương pháp này.

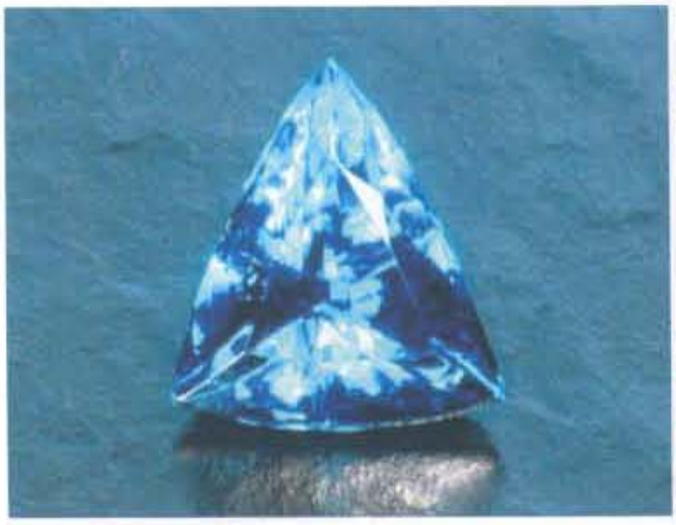
5.3. Ý NGHĨA CỦA VIỆC NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM BÊN TRONG CỦA ĐÁ QUÝ

Nghiên cứu các đặc điểm bên trong của đá quý có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong Ngọc học.

– Giúp nghiên cứu nguồn gốc và môi trường thành tạo của khoáng vật chủ, trong một số trường hợp cho phép xác lập kiểu nguồn gốc mỏ đá quý cũng như phát hiện mỏ mới.

– Đặc điểm bên trong, nhất là các bao thể thường đặc trưng cho môi trường nơi đá quý được sinh ra, vì vậy chúng cho phép, trong những trường hợp nhất định, xác lập được xuất xứ của viên đá. Ví dụ, ruby ở các mỏ Lục Yên và Quỳ Châu của Việt Nam có những đặc điểm bên trong hoàn toàn khác với ruby của Thái Lan (Chanthabury) và Campuchia (Pailin).

– Đặc điểm bên trong đặc biệt có ý nghĩa trong việc phân biệt đá quý tự nhiên và đá tổng hợp, đá quý tự nhiên và đá xử lý, cũng như giữa các loại đá quý tự nhiên khác nhau. Như đã trình bày trong Chương 1, đá quý tự nhiên và đá tổng hợp có thành phần hoá học, cấu trúc tinh thể và tính chất vật lý về cơ bản là giống nhau. Từ khi xuất hiện đá tổng hợp trên thị trường đá quý thế giới (với giá trị thấp hàng trăm, hàng nghìn lần so với đá quý tự nhiên) thì vấn đề phân biệt chúng với đá quý tự nhiên trở thành một thách thức lớn nhất của chuyên ngành Ngọc học. Các phương pháp ngọc học thông thường (xác định các tính chất cơ lý, các tính chất quang học), thậm chí kể cả các phương pháp hiện đại, nhìn chung không cho phép phân biệt chúng với nhau. Nghiên cứu đặc điểm bên trong có thể coi là phương tiện duy nhất trong trường hợp này (xem Chương 6).



Turmalin Paraiba (Brasil)

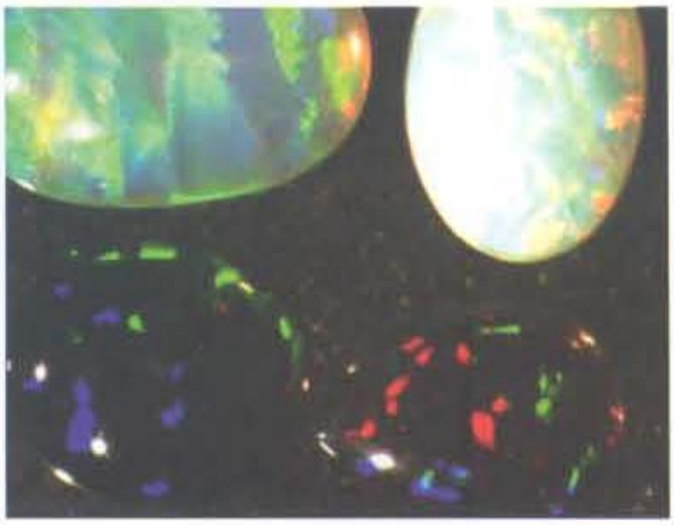
Thạch anh các màu

Amethyst (thạch anh tim)

Citrin (thạch anh vàng)

Agat (thạch anh ẩn tinh)

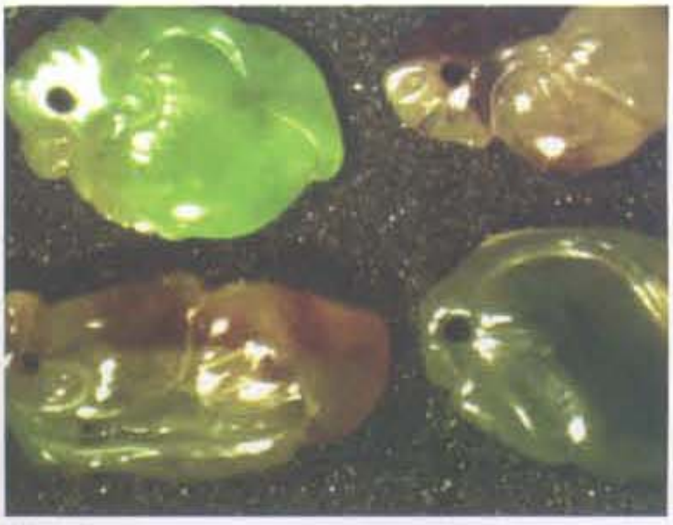
Các sản phẩm mỹ nghệ từ agat



Opal quý

Opal lửa

Jadeit (ngọc jade)



Ngọc jat

Các mẫu khác nhau của jadeit

Mẫu peridot (olivin) trong đá

6 ĐÁ TỔNG HỢP VÀ ĐÁ XỬ LÝ

6.1. ĐÁ TỔNG HỢP

6.1.1. Tổng quan về các phương pháp tổng hợp đá quý

Vì đá quý tự nhiên thường là rất đắt tiền và ngày một khan hiếm nên đã từ lâu con người đã cố gắng tìm cách tổng hợp chúng. Cho đến nay kỹ nghệ tổng hợp đá quý đã có lịch sử hơn một trăm năm, nhiều loại đá quý khác nhau, kể cả các loại đắt tiền nhất đã được con người tổng hợp bằng các phương pháp khác nhau.

Việc tổng hợp đá quý chỉ thực sự bắt đầu từ thế kỷ 19 khi lần đầu tiên nhà hoá học người Pháp Gaudin nuôi được tinh thể ruby. Tiếp theo đó, năm 1887, một nhà hoá học người Pháp khác, Fremy đã thành công trong việc sử dụng chất trợ dung chì để tổng hợp một số lượng rất lớn các tinh thể ruby rất nhỏ. Đây có thể coi là khởi nguồn của phương pháp chất trợ dung tổng hợp đá quý (flux method). Vài năm sau, trên thương trường Châu Âu xuất hiện loại ruby "tái tạo" ("reconstructed ruby") hay còn gọi là ruby "Geneva". Lúc đầu người ta nghĩ rằng ruby "tái tạo" được tạo thành bằng cách cho nóng chảy các viên ruby tự nhiên nhỏ lại với nhau, nhưng dần dần bản chất của loại ruby này đã được làm sáng tỏ: đây thực chất là quá trình tái kết tinh ruby trong ngọn lửa (kết tinh từ dung thể).

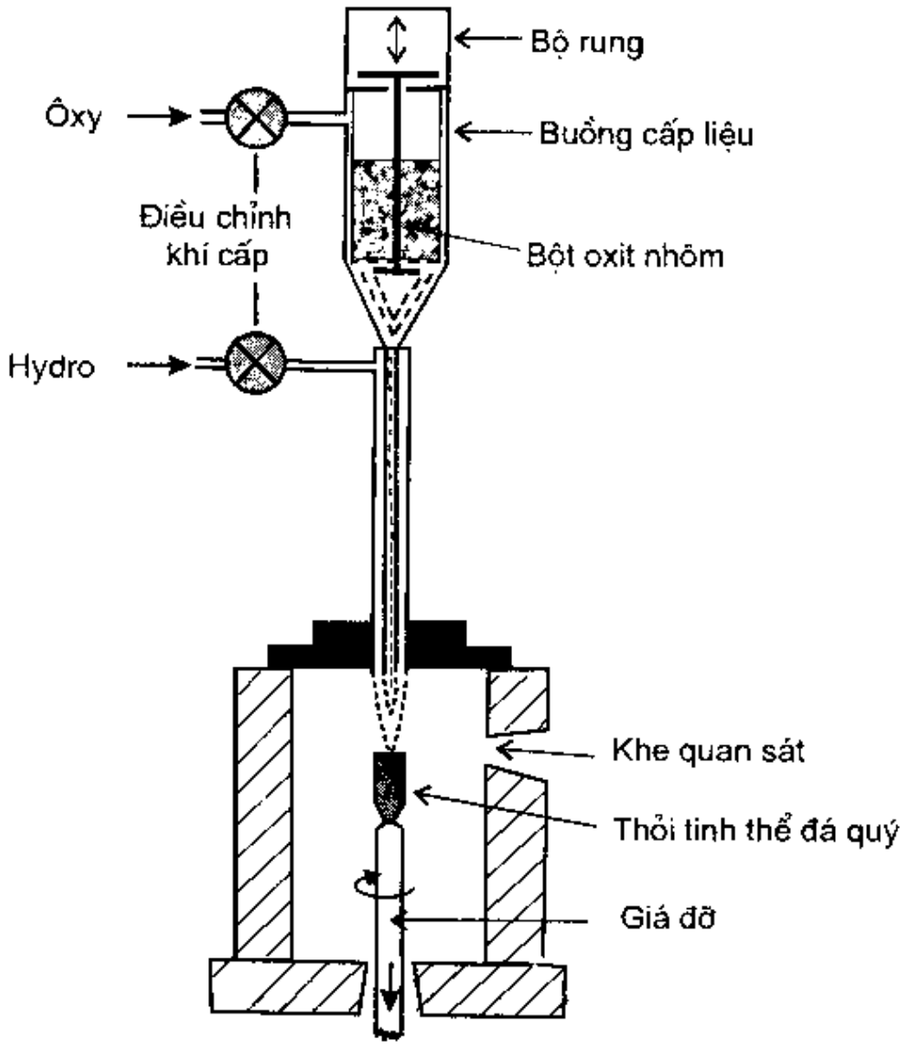
Trước nhu cầu cần phải tổng hợp các viên ruby có kích thước lớn hơn, một học trò của Fremy là Verneuil đã từ bỏ phương pháp chất trợ dung và chuyển sang nghiên cứu và thực nghiệm phương pháp nóng chảy trong ngọn lửa (flame–fusion). Cuối cùng ông đã thành công trong việc sản xuất hàng loạt ruby có kích thước lớn trong các lò Verneuil.

6.1.2. Các phương pháp tổng hợp đá quý từ dung thể

Trong nhóm phương pháp này, các tinh thể được kết tinh trực tiếp từ dung thể (khối nóng chảy), trong điều kiện khống chế chặt chẽ về nhiệt độ, áp suất và thành phần.

a) Phương pháp nóng chảy trong ngọn lửa (flame–fusion)

Phương pháp này lần đầu tiên được Verneuil đề xuất nên còn có tên gọi là phương pháp Verneuil. Bản chất của phương pháp này là cho kết tinh trực tiếp các tinh thể đá quý từ dung thể trong lò Verneuil (Hình 6.1).



Hình 6.1. **Sơ đồ phương pháp Verneuil**

Lần đầu tiên phương pháp này được sử dụng để tổng hợp ruby. Corindon là khoáng vật có điểm nóng chảy rất cao (2050°C), do vậy rất khó tổng hợp. Để vượt qua trở ngại đó, Verneuil đã sử dụng ống thổi ôxi – hydro lộn ngược thổi thẳng đứng từ trên xuống.

Bột nguyên liệu ôxit nhôm (Al_2O_3), theo nhịp đập của một cơ cấu búa gõ, sẽ từ buồng cấp liệu ở phía trên qua hệ thống rây và rơi vào buồng đốt.

Tại đây, trong khu vực ngọn lửa của hỗn hợp ôxi – hyđro, với nhiệt độ lên tới 2200°C, bột ôxit nhôm sẽ bị nóng chảy và rơi lên bề mặt của một giá đỡ bằng sứ hoặc sét trắng đã thiêu kết được đặt ở khu vực có nhiệt độ thấp hơn. Trên giá đỡ này một thỏi ruby sẽ dần dần được kết tinh. Bằng một cơ cấu truyền động, giá đỡ này sẽ được dần dần hạ xuống theo tỷ lệ lớn của thỏi ruby, sao cho phần trên của thỏi luôn nằm ở phần nóng nhất của ngọn lửa và phần đã kết tinh thì ở phần nguội hơn để không bị nóng chảy trở lại. Thông thường sau 4 h, một thỏi ruby dài khoảng 40 – 80 mm và nặng 200 – 500 ct sẽ được tổng hợp (Hình 6.2).

Hình 6.2. **Corindon tổng hợp theo phương pháp Verneuil**

Chất tạo màu được bỏ thêm vào bột ôxit nhôm. Bằng cách sử dụng các chất tạo màu thích hợp ta sẽ thu được các thỏi corindon có màu khác nhau (Bảng 6.1).

Như có thể thấy từ Bảng 6.1, các tác nhân gây màu trong corindon tự nhiên và corindon tổng hợp Verneuil không phải bao giờ cũng như nhau.

Vào thời gian đầu một thỏi ruby thường chỉ nặng khoảng 15 ct (đường kính 5–6mm), dần dần người ta đã nuôi được những thỏi >100ct (9mm đường kính). Thông thường ngày nay hầu hết các thỏi ruby có chiều dài 6,5cm và nặng từ 150 đến 200ct. Để nuôi một thỏi dài 6,5 cm cần thời gian là 6,5 h.

Khi ruby Verneuil mới xuất hiện trên thương trường, một trong những vấn đề người ta rất quan ngại là làm sao phân biệt chúng với ruby tự nhiên, cũng giống như đối với ruby Geneva trong thời kỳ 1885–1886. Khác với ruby Geneva, ruby Verneuil có màu và độ tinh khiết cao hơn hẳn ruby tự nhiên. Khi mới xuất hiện, ruby Verneuil đã làm ngành công nghiệp đá quý thế giới chao đảo vì chúng quá giống đá tự nhiên. Từ năm 1907 đến 1914,

giá ruby tự nhiên đã tụt hẳn xuống. Ruby tổng hợp không chỉ tràn ngập thị trường Châu Âu, Châu Mỹ mà còn được đưa rất nhiều đến các khu vực có khai thác ruby tự nhiên như Colombo, Rangoon, Calcuta... Cuối cùng, người ta đã phải đánh thuế rất cao vào các hàng nhập khẩu này, đồng thời tìm ra được cách thức phân biệt chúng. Chính Verneuil năm 1904 đã công bố một bài báo trong đó chỉ ra các đặc điểm phân biệt ruby tổng hợp với ruby tự nhiên.

Bảng 6.1. **Các tác nhân gây màu trong corindon tổng hợp bằng phương pháp Verneuil và corindon tự nhiên**

Loại corindon	*Tác nhân gây màu*	
	Corindon Verneuil	*Corindon tự nhiên*
Saphir không màu	Tinh khiết	Tinh khiết
Ruby – loại bình thường	Cr	Cr
Ruby – loại đỏ tối	Cr + Fe	Cr + Fe
Saphir hồng	Cr	Cr
Saphir lam	Fe + Ti	Fe + Ti
Saphir tía và tím	Cr + Fe + Ti	Cr + Fe + Ti
Saphir vàng	Ni	Fe + Tâm màu trong một số loại hoặc các tấm hematit
Saphir da cam	Ni + Cr	Fe + Cr + Tâm màu trong một số loại hoặc các tấm hematit
Saphir lục	Co + V + Ni	Fe
Saphir đổi màu	V	Cr + Fe + Ti (+V trong vài loại)
Saphir sao đen	–	Các tấm hematit

Sau khi chế tạo thành công ruby (năm 1904), Verneuil đã tập trung vào nghiên cứu công nghệ nuôi *saphir lam*, và mãi đến cuối năm 1909 ông mới thành công. So với ruby, việc nuôi saphir khó hơn nhiều do nguyên tố tạo màu là sắt (Fe) có tính linh động rất cao: hầu hết Fe đều bị cháy trong ngọn lửa, chỉ một phần nhỏ còn sót lại và tập trung ở phần ngoài của thỏi. Chính vì vậy mà saphir lam tổng hợp thường có màu không đều, phần bên trong thường nhạt màu hơn bên ngoài.

Còn corindon có hiệu ứng sao thì mãi đến năm 1947 hãng Linde (Union Carbide, Mỹ) mới sản xuất được. Trong công nghệ này người ta cho thêm một lượng 0,1 – 0,3% TiO_2 nhiều hơn vào nguyên liệu nuôi so với quy trình nuôi corindon bình thường. Thỏi corindon trước hết được chế tạo bằng phương pháp thông thường, trong đó có một lượng TiO_2 nhất định dưới dạng dung dịch cứng. Sau khi để nguội lại nung tiếp thỏi corindon này ở nhiệt độ 1100–1500°C trong thời gian từ 3 ngày đến hơn 2 tuần để cho các phân tử TiO_2 tách ra khỏi dung dịch cứng và kết tinh thành các sợi kích thước vi mô. Chính các sợi rutil này là nguyên nhân gây ra hiệu ứng sao trong corindon. Xu hướng Ti thường tập trung ở lớp ngoài làm cho hiệu ứng sao yếu được khắc phục bằng cách thường xuyên thay đổi nhiệt độ của ngọn lửa, tạo ra các lớp liên tục cỡ 0,10 mm. Chính vì vậy rất khó tạo ra được các thỏi corindon sao có kích thước lớn. Viên lớn nhất được Linde tặng cho Viện Bảo tàng Tự nhiên Mỹ nặng 109 ct. Linde bắt đầu bán ruby sao vào tháng 9/1947 với giá 30USD/ct (đã chế tác), và sau đó vài năm là saphir sao.

Ngày nay, mỗi năm người ta sản xuất được hơn 1.000 triệu cara corindon bằng phương pháp này, đa số để dùng trong kỹ nghệ đồng hồ, công nghệ dệt và kỹ nghệ laser. Những nhà sản xuất corindon chủ yếu theo quá trình Verneuil là công ty Djeva (Thuỵ Sĩ) và Nakazumi (Nhật Bản). Giá trung bình 1ct nguyên liệu thô ruby là vài cent, giá saphir lam khoảng gấp đôi, còn giá saphir lục gấp ~10 lần.

Ngoài corindon, bằng phương pháp này người ta còn tổng hợp spinel (1926), rutil, titanat stronxi...

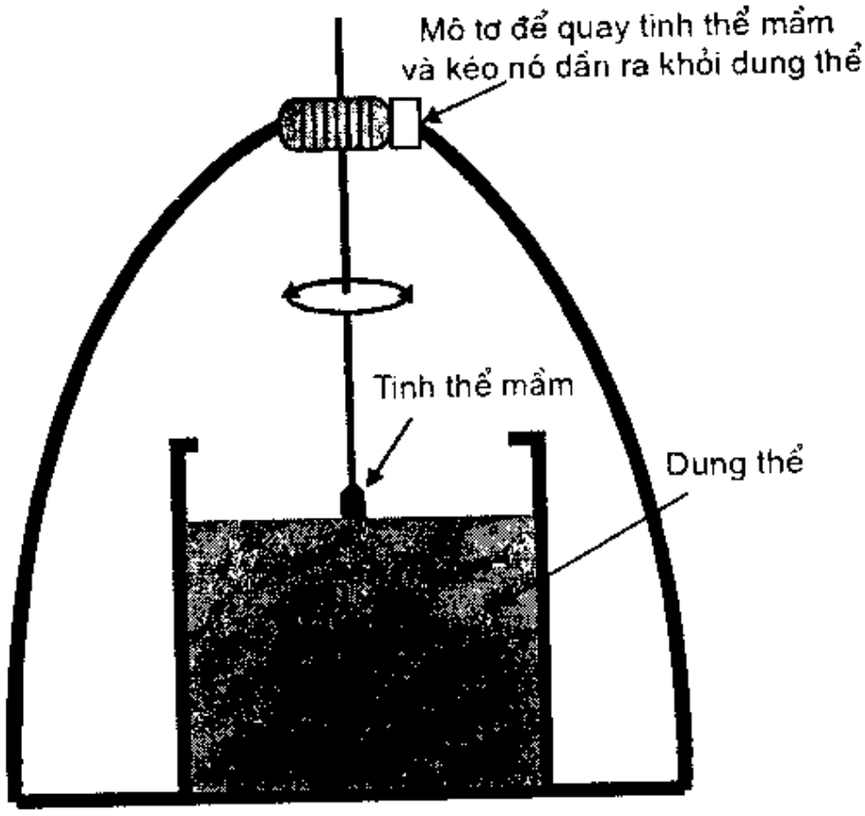
Sự sinh trưởng nhanh và quá trình làm nguội sau đó làm cho các thỏi thường chứa các ứng suất bên trong, có thể gây nứt vỡ chúng. Để tránh hiện tượng này người ta thường tách các thỏi thành 2 mảnh theo chiều dài trong khi chúng vẫn còn đang nóng (nhằm giải phóng các ứng suất).

b) Phương pháp kéo

Các yêu cầu sử dụng trong công nghệ, nhất là trong công nghệ laser, đòi hỏi corindon được chế tạo phải có độ tinh khiết và hoàn hảo rất cao, mà phương pháp Verneuil không đáp ứng được. Người ta đã phải tìm ra các kỹ thuật mới, trong đó có phương pháp kéo do Czochralski đề xuất năm 1918 (vì vậy phương pháp này còn có tên gọi là *phương pháp Czochralski).*

Ngày nay phương pháp này chủ yếu được sử dụng để nuôi các tinh thể có độ tinh khiết cao dùng trong công nghệ quang học và laser.

Tinh thể mầm được gắn vào thanh kéo và nhúng vào dung thể nuôi trong buồng iridi (iridi và platin là 2 trong số rất ít kim loại chịu được nhiệt độ cao cũng như các tác dụng hoá chất khác liên quan đến quá trình tổng hợp đá quý). Nồi iridi được đốt nóng bằng một cuộn cao tần (Hình 6.3).



Hình 6.3. **Phương pháp kéo (Czochralski)**

Khi tinh thể mầm tiếp xúc với bề mặt của dung thể nó sẽ được quay và nâng dần với một tốc độ được điều chỉnh rất chính xác. Vật chất nuôi sẽ kết tinh trên tinh thể mầm và mọc dần về phía dưới đồng thời với việc nó được kéo dần ra khỏi dung thể. Nhiệt độ của dung thể đóng vai trò quyết định và được giữ ở nhiệt độ vài độ cao hơn điểm nóng chảy. Nhiệt độ quá cao sẽ làm tinh thể mầm chảy ra, ngược lại, nhiệt độ quá thấp sẽ làm các tinh thể nảy mầm tự phát trong dung thể. Nồi đựng dung thể cũng xoay ngược chiều với tinh thể trong quá trình nuôi.

Sản phẩm có dạng thỏi hình trụ, dài khoảng vài chục cm, đường kính tới 10 cm, quá trình nuôi diễn ra khoảng 25 h, tốc độ kéo 6 – 25 mm/1h.

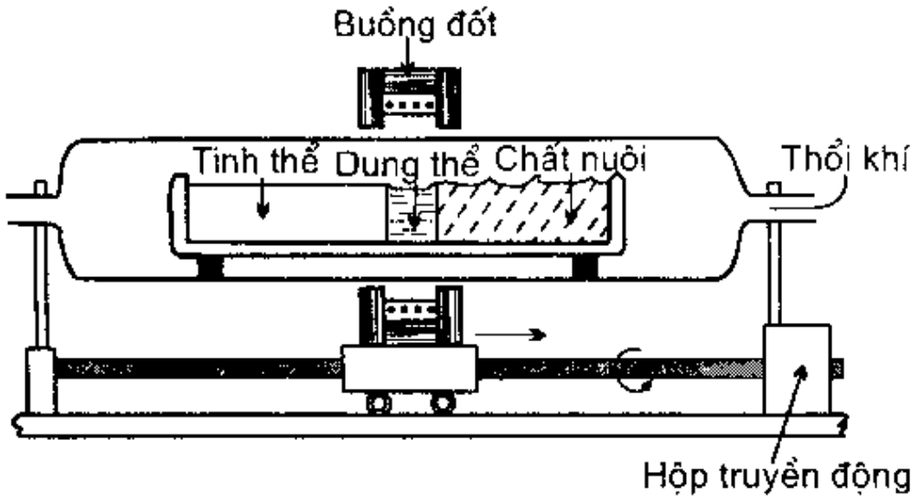
Ngoài ruby, saphir, phương pháp này còn được dùng để sản xuất sielit, YAG, GGG, alexandrit (Công ty Kyocera, Nhật Bản), fluorit, niobat liti.

Trước năm 1980 sản phẩm này chỉ được dùng trong công nghệ laser và đồng hồ. Từ 1980 hãng Kyocera (Nhật Bản) đã bán các sản phẩm của mình trong các hàng trang sức dưới thương hiệu "Inamori". Giá của corindon tổng hợp bằng phương pháp này cao hơn nhiều so với corindon Verneuil. Ví dụ giá bán buôn các viên 0,2–0,5 ct là 190USD/viên, còn các viên 4ct là 343 USD/viên.

c) Phương pháp nóng chảy vùng (zone melting)

Phương pháy này còn có tên là *phương pháp đới di động (float zoning)*, được dùng để tinh chế các tinh thể đã có sẵn hoặc nuôi tinh thể mới. Nguyên lý phương pháp này như sau.

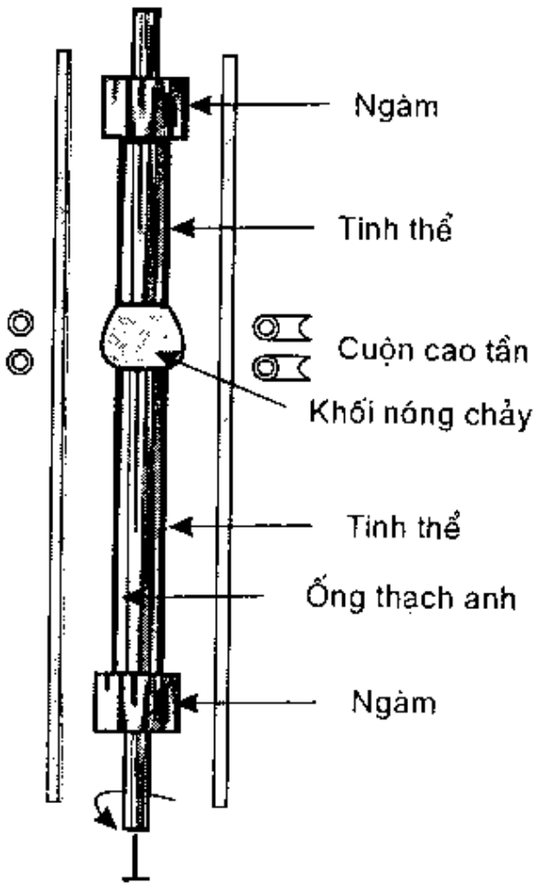
Ở một đầu của một thuyền đựng nguyên liệu nuôi (dưới dạng bột) người ta đặt một tinh thể giống (đơn tinh thể). Nhờ một bộ phận đốt nóng đặc biệt (cuộn cao tần), nguyên liệu nuôi sẽ bị chảy lỏng (nóng chảy) tại một vùng hẹp cạnh tinh thể giống (Hình 6.4). Bằng cách cho thuyền di chuyển trong lò (hoặc cho lò chuyển động tương đối so với thuyền), vùng nóng chảy sẽ di chuyển bắt đầu từ tinh thể giống hướng dọc theo vùng nguyên liệu nuôi và tinh thể sẽ lớn dần lên.



***Hình 6.4.* Sơ đồ phương pháp nóng chảy vùng theo chiều nằm ngang**

Trong trường hợp cần tinh chế, tinh thể được kẹp giữa 2 cái ngàm theo chiều thẳng đứng (Hình 6.5) và được quay khi nó di chuyển về phía dưới qua cuộn cao tần. Vùng nóng chảy được giữ ở giữa phần tinh thể cứng nhờ lực hút bề mặt. Khi tinh thể di chuyển về phía dưới, các tạp chất sẽ bị kéo theo trong vùng nóng chảy về một phía của tinh thể. Lặp lại quá trình này nhiều lần sẽ loại bỏ được hầu hết các tạp chất có trong tinh thể.

Phương pháp nóng chảy vùng được sử dụng để sản xuất những tinh thể tinh khiết của ruby, saphir, sielit, alexandrit, fluorit,...



Hình 6.5. **Sơ đồ phương pháp nóng chảy vùng theo chiều thẳng đứng**

6.1.3. Các phương pháp dùng chất trợ dung (Flux or flux–fusion methods)

Nhiều hợp chất ôxit, đặc biệt là các silicat, đông cứng rất nhanh từ dung thể khi nhiệt độ giảm xuống, tạo ra các loại thuỷ tinh (không kết tinh), vì vậy không thể tổng hợp được bằng phương pháp nóng chảy trong ngọn lửa. Để tổng hợp chúng người ta phải sử dụng các chất trợ dung (flux) khác nhau.

Chất trợ dung là những chất có khả năng làm giảm nhiệt độ nóng chảy của các chất khác khi nó được trộn lẫn và đốt nóng. Ở nhiệt độ phòng, chất trợ dung ở trạng thái rắn, nhưng khi nóng chảy, chúng trở thành các dung môi rất mạnh, có thể hoà tan các nguyên liệu nuôi. Lúc này ta có một dung dịch, trong đó dung môi là chất trợ dung nóng chảy, còn chất hoà tan là các nguyên liệu để nuôi tinh thể. Quá trình kết tinh sẽ xảy ra từ dung dịch (chứ không phải là từ dung thể như nhóm phương pháp trên) một khi dung dịch này trở nên quá bão hoà.

Phương pháp này được dùng để tổng hợp nhiều loại đá quý khác nhau: ruby, saphir, emerald, spinel, alexandrit, thạch anh..., trong đó nhiều nhất là corindon và emerald.

Corindon. Corindon hiện nay được nhiều nhà sản xuất tổng hợp bằng phương pháp chất trợ dung. Mỗi nhà sản xuất lại sử dụng các chất trợ dung khác nhau, với các kỹ thuật khác nhau (Bảng 6.2). Cho đến nay đã có đến 6 nhà sản xuất tổng hợp corindon bằng phương pháp này, trong đó xuất hiện trên thị trường nhiều nhất là các sản phẩm của các hãng Chatham và Ramaura.

Người ta tạo ra dung dịch bão hoà bằng cách hoà tan nguyên liệu nuôi (Al_2O_3 + chất tạo màu) trong chất trợ dung ở nhiệt độ hơi cao hơn điểm bão hoà. Trong giai đoạn này người ta thường cho lò quay để đảm bảo các chất hoà tan hết. Quá trình kết tinh bắt đầu khi nhiệt độ được hạ từ từ trong khoảng nhiệt độ kết tinh của corindon. Thường người ta để một phần của lò nguội hơn phần khác để tạo ra các dòng đối lưu, tinh thể bắt đầu sinh trưởng ở phần nguội này thông qua sự kích thích hạt nhân hoặc phát triển trên các tinh thể mầm. Khi đạt đến kích thước cần thiết, người ta lấy các tinh thể ra bằng cách gạn dung thể còn lại qua một lỗ khoét ở đáy lò (Hình 6.6).

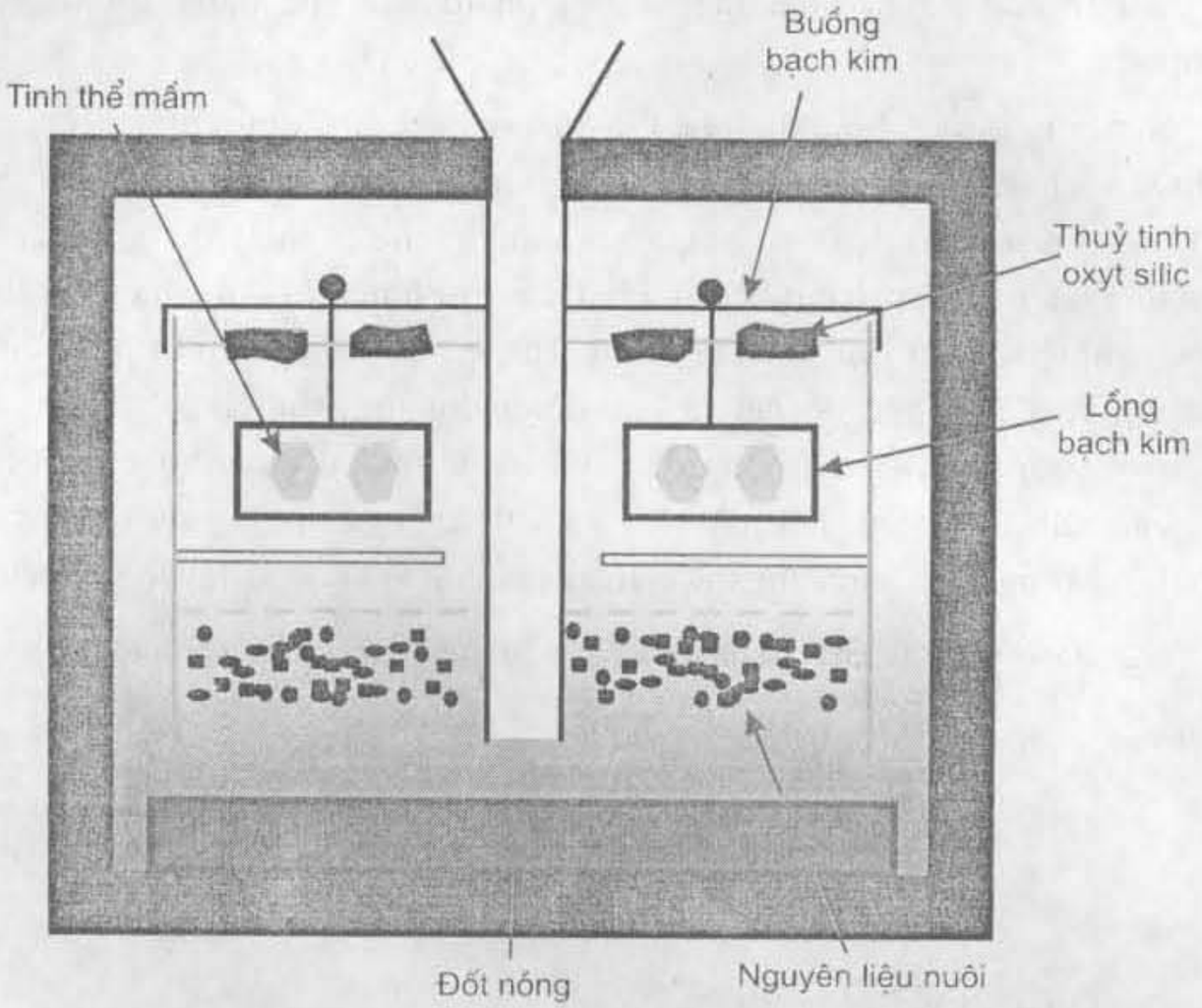
***Bảng 6.2.* Các chất trợ dung được sử dụng để tổng hợp corindon**

Nhà sản xuất	*Chất trợ dung sử dụng*	*Loại corindon được tổng hợp*
Chatham (Mỹ)	Li_2O–MoO_3–PbF_2 (PbO_2)	Ruby (đỏ, hồng), saphir da cam – hồng (padparadja), saphir lam
Kashan (Mỹ)	Na_3AlF_6	Ruby
Ramaura (Mỹ)	Bi_2O_3–La_2O_3–PbF_2 (PbO_2)	Ruby
Knischka (Áo)	Li_2O–WO_3–PbF_2 (PbO_2)	Ruby
Lechleitner (Áo)	Không rõ	Ruby, saphir lam
Douros (Hy Lạp)	Không rõ	Ruby

Emerald. Emerald hiện nay được rất nhiều hãng và công ty trên thế giới sản xuất công nghiệp theo phương pháp chất trợ dung dưới các tên gọi khác nhau. Các nhà sản xuất khác nhau có thể có các kỹ thuật tổng hợp không như nhau, nhưng nhìn chung sơ đồ tổng hợp emerald bằng phương pháp chất trợ dung được minh hoạ như trên Hình 6.6.

Phương pháp này sử dụng một buồng bằng bạch kim, trong đó các nguyên liệu nuôi (oxit Be và Al + oxit Cr là chất gây màu) được hoà tan trong một dung môi (chất trợ dung) của molipdat liti đã được đốt nóng đến

800°C. Các tấm thuỷ tinh SiO_2 nổi trên bề mặt của dung thể và các oxit Be và Al sẽ kết hợp với chúng để tạo nên dung dịch beryl. Các tinh thể mầm từ beryl tự nhiên hoặc nhân tạo trong các lồng bạch kim sau đó được thả vào trong dung dịch, nhiệt độ của lò được hạ dần đến mức đã đặt trước.



Hình 6.6. **Thiết bị tổng hợp emerald bằng phương pháp chất trợ dung của I. G. Farbenindustrie (Đức)**

Khi dung dịch beryl trở nên quá bão hoà, các tinh thể emerald sẽ được kết tủa và phát triển trên các tinh thể mầm. Quá trình này diễn ra rất chậm chạp và nhiệt độ cần được điều chỉnh rất chính xác để tạo nên gradient nhiệt độ và các dòng đối lưu: ở phần dưới nhiệt độ cao hơn để hoà tan các nguyên liệu nuôi, được các dòng đối lưu đưa lên phần trên có nhiệt độ thấp hơn và kết tủa trên các tinh thể mầm. Trong quá trình nuôi, nguyên liệu được cấp phối tiếp qua một cửa ở đỉnh lò trong những khoảng thời gian đều nhau.

Quá trình tổng hợp tinh thể bằng phương pháp chất trợ dung diễn ra rất chậm chạp, từ 2 đến 10 tháng (phụ thuộc vào từng nhà sản xuất) để có thể nuôi được những tinh thể có kích thước đủ lớn có thể chế tác được. Đương

nhiên khoảng thời gian này hoàn toàn không thể so sánh được với các quá trình địa chất kéo dài hơn rất nhiều, vì vậy phương pháp này thường cho ra số lượng lớn các tinh thể nhỏ.

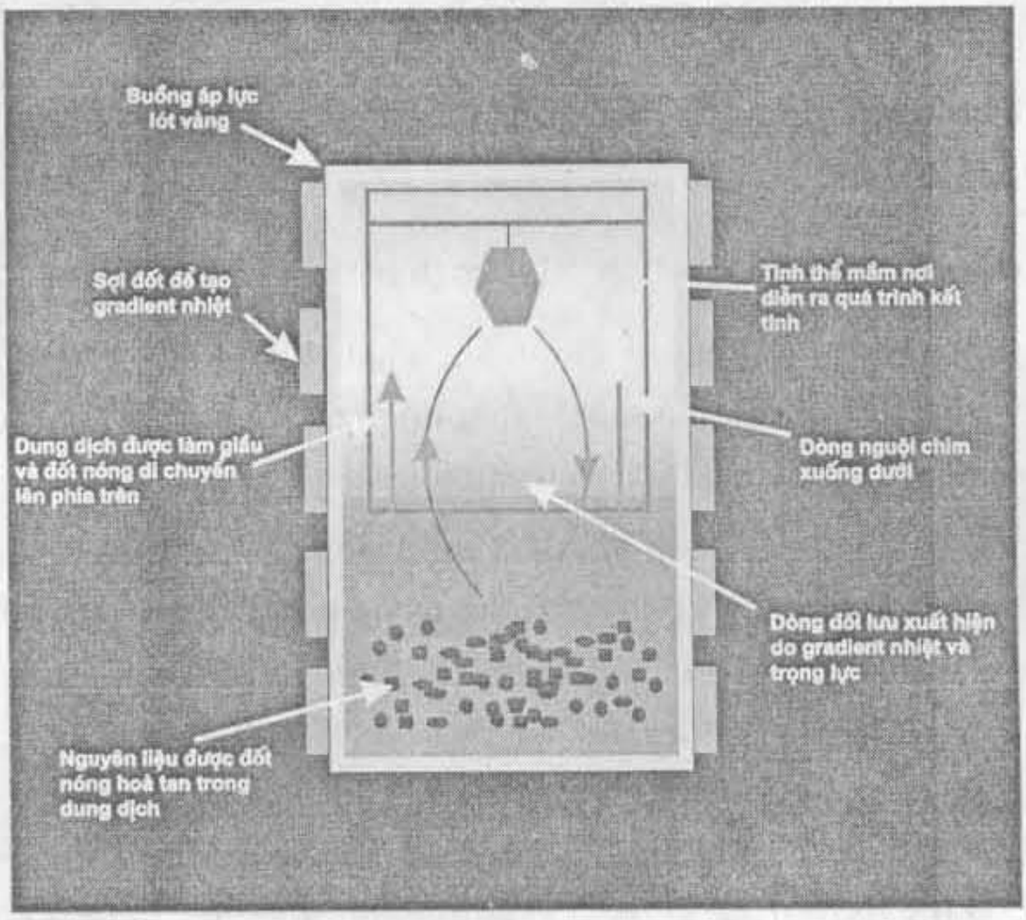
6.1.4. Phương pháp nhiệt dịch (Hydrothermal method)

Phương pháp này mô phỏng chính xác nhất các quá trình thành tạo đá quý trong tự nhiên về các điều kiện: nhiệt độ, áp suất và môi trường (giống như các quá trình nhiệt dịch diễn ra trong lòng đất).

Bản chất của phương pháp này như sau (Hình 6.7): Ở nhiệt độ phòng, corindon, beryl...hoàn toàn không hoà tan trong nước và chỉ hoà tan chút ít ở nhiệt độ sôi của nước (100°C). Tuy nhiên, dưới áp suất cao (trong nồi áp lực) và ở nhiệt độ tương đối cao, độ hoà tan của chúng sẽ tăng lên rất nhiều. Nguyên liệu nuôi (Al_2O_3 hoặc $Al(OH)_3$ khi tổng hợp corindon hoặc $Al_2O_3 + Be_2O_3 + SiO_2$ – khi tổng hợp beryl...) được đặt ở đáy của nồi áp lực có áp suất có thể đạt tới 1700 – 3000 atm. Nồi được đốt nóng ở phía dưới lên đến khoảng 400°C. Dưới áp suất và nhiệt độ cao, nguyên liệu nuôi và các chất khoáng hoá (Na_2CO_3, NaOH) sẽ dễ dàng bị hoà tan trong dung dịch nước cho đến khi đạt tới dung dịch quá bão hoà. Dung dịch này được các dòng đối lưu vận chuyển lên phía trên và kết tủa trên các tinh thể mầm treo trên các dây bạc. Tốc độ lớn của các tinh thể thường là rất chậm so với các phương pháp khác, chỉ khoảng 0,05 – 0,25mm/ngày, đồng thời trong phương pháp này ta cũng không thể cung cấp tiếp nguyên liệu nuôi vào lò vì buồng áp lực phải được gắn kín. Vì vậy, phương pháp này ít khi cho các tinh thể lớn, muốn có các tinh thể lớn người ta phải lặp lại quá trình nuôi nhiều lần. Các tinh thể thường có hình dạng và các đặc điểm bên trong (bao thể các loại) khá giống tự nhiên và vì vậy giá thành khá cao.

Ngày nay, phương pháp này được dùng để nuôi thạch anh, corindon, emerald. Các nhà sản xuất chủ yếu trên thế giới là Chatham (Mỹ), Gilson (Pháp) và Phân viện Novosibirsk của Viện Hàn lâm Khoa học Nga.

Ngoài 3 nhóm phương pháp trên đây, một số loại đá quý chỉ có thể được tổng hợp bằng các phương pháp chuyên biệt đặc thù như các phương pháp tổng hợp kim cương, opal, CZ (phương pháp "hộp sọ"), lapis lazuli... (Bảng 6.3).



Hình 6.7. Phương pháp nhiệt dịch

Bảng 6.3. Tổng quan về các phương pháp tổng hợp đá quý

Nhóm phương pháp	*Tên phương pháp*	*Bản chất và đặc điểm phương pháp*	*Sản phẩm*
Phương pháp nóng chảy trong ngọn lửa	Phương pháp Verneuil	– Kết tinh trực tiếp từ dung thể: nhiệt độ rất cao, áp suất trong phòng. Quá trình kết tinh diễn ra rất nhanh. – Chỉ áp dụng cho các ôxit và một vài hợp chất không đông cứng quá nhanh khi dung thể nguội đi. – Các sản phẩm không có hình dạng tinh thể rõ ràng, không có các đặc điểm bên trong giống tự nhiên. – Sản phẩm thường có giá thành thấp, chủ yếu để sử dụng cho các ngành công nghiệp, ít dùng làm hàng trang sức.	Corindon hầu như tất cả các màu (kể cả corindon sao), spinel, rutil, titanat stronxi
	Phương pháp Czochralski		Ruby, saphir lam, fluorit, nhóm granat đất hiếm (YAG, GGG)
	Phương pháp nóng chảy vùng		Corindon, sielit, fluorit, alexandrit

Nhóm phương pháp	*Tên phương pháp*	*Bản chất và đặc điểm phương pháp*	*Sản phẩm*
Phương pháp chất trợ dung		– Kết tinh từ dung dịch chất trợ dung ở dạng nóng chảy. Nhiệt độ tương đối cao, áp suất trong phòng. – Áp dụng được cho cả các ôxit và các hợp chất đông cứng quá nhanh khi dung thể nguội đi (silicat...). – Quá trình diễn ra chậm chạp, tạo ra các tinh thể khá hoàn chỉnh và có các đặc điểm bên trong khá giống các tinh thể tự nhiên. – Giá thành tương đối cao, được dùng khá nhiều để làm hàng trang sức.	Ruby, spinel, emerald, alexandrit
Phương pháp nhiệt dịch		– Mô phỏng chính xác nhất quá trình tự nhiên: tinh thể được kết tinh từ dung dịch nước – khoáng, ở nhiệt độ và áp suất đều tương đối cao. – Quá trình diễn ra rất chậm chạp, tạo nên các tinh thể có đặc điểm rất giống tự nhiên. – Giá thành rất cao, vì vậy chưa được sản xuất nhiều.	Thạch anh, ruby, emerald.
Các phương pháp đặc thù	Tổng hợp kim cương	– Hoà tan graphit trong Fe, Ni, Mn hoặc Co nóng chảy dưới T và P rất cao: các kim loại trên đóng vai trò là các chất xúc tác để làm giảm đáng kể T và P cần thiết để biến cấu trúc nguyên tử 6 phương thành lập phương. – P khoảng 110.000atm, T khoảng 3300°C.	Những nhà sản xuất chính: General Electric, De Beers, Sumimoto Electric Industries, Nga.
	Tổng hợp ôxit zirconi lập phương (CZ)	– CZ (ZrO_2 lập phương) là chất thay thế kim cương phổ biến nhất hiện nay (không gặp trong tự nhiên). – Phương pháp sử dụng có tên là phương pháp "hộp sọ" ("skull method").	
	Tổng hợp opal	Công nghệ tổng hợp vẫn đang còn bí mật	Đều do hãng Gilson (Pháp) sản xuất.
	Tổng hợp lapis lazuli		

6.1.5. Phân biệt đá quý tự nhiên và đá tổng hợp

Việc phân biệt giữa các loại đá quý khác nhau với nhau và giữa đá quý với các đá thay thế (xem các chương 2, 3) là tương đối dễ dàng do chúng có các tính chất vật lý (tỷ trọng, độ cứng, các tính chất quang học,...) khác hẳn nhau. Trong khi đó việc phân biệt đá quý tự nhiên với đá quý tổng hợp lại phức tạp hơn nhiều, vì chúng đều cùng là một chất, có thành phần hoá học, cấu trúc tinh thể và các tính chất vật lý nói chung là giống hệt nhau. Khác biệt duy nhất mà các nhà ngọc học có thể sử dụng để phân biệt đá quý tự nhiên và đá tổng hợp là các di tích của môi trường thành tạo để lại trong chúng. Môi trường sinh ra đá quý tự nhiên là lòng đất với các điều kiện nhiệt độ, áp suất và nồng độ khác hẳn với môi trường sinh ra đá quý tổng hợp. Hơn nữa, các dấu hiệu này hầu hết đều mang tính mô tả định tính, đòi hỏi người làm công tác giám định phải tích luỹ kinh nghiệm nhiều năm. Các dấu hiệu này có tên gọi là *đặc điểm bên trong*, bao gồm: các *dấu hiệu sinh trưởng* (đường sinh trưởng, đới sinh trưởng, song tinh) và các *bao thể* (xem Chương 5).

Cho đến nay, chỉ có một số không nhiều các loại đá quý được con người tổng hợp (bằng các phương pháp khác nhau), trong đó đáng quan tâm nhất là corindon (ruby, saphir), kim cương, alexandrit, emerald, spinel và opal.

Các dấu hiệu phân biệt corindon tổng hợp được trình bày trong Bảng 6.4 và các ảnh từ 6.1 đến 6.11.

Bảng 6.4. **Dấu hiệu phân biệt corindon tổng hợp bằng các phương pháp khác nhau**

Phương pháp	*Nhà sản xuất*	*Biến loại corindon*	*Dấu hiệu giám định*
Phương pháp Verneuil	Rất nhiều	– Tất cả các màu – Ruby, saphir sao (ảnh 6.5)	– Đường (đới) sinh trưởng cong (Ảnh 6.1, 6.2, 6.3) – Bọt khí (Ảnh 6.2) – Đường Plato (Ảnh 6.4) – Một phần: Phổ hấp thụ (saphir lam, lục) và phát quang UV (ruby)
Phương pháp kéo	Kyocera (Nhật Bản): "Inamori"	– Ruby – Saphir padparadscha – Ruby sao	– Đường sinh trưởng hơi cong – Bao thể lỏ dạng bọt – Các đới gợn sóng có màu giao thoa – Một phần: Phát quang UV
Phương pháp nóng chảy vùng	Seiko (Nhật Bản): "Bijoreve"	– Ruby – Saphir lam – Saphir padparadscha	– Dấu hiệu sinh trưởng xoắn – Các đới gợn sóng có màu giao thoa – Một phần: Phát quang UV

Phương pháp	*Nhà sản xuất*	*Biến loại corindon*	*Dấu hiệu giám định*
Phương pháp chất trợ dung	Chatham (Mỹ)	– Ruby – Saphir lam – Saphir Padparadscha – Saphir hồng (Ảnh 6.6)	– Bao thể chất trợ dung và bao thể bạch kim từ buồng lò (Ảnh 6.7 và 6.8) – Một phần: Phát quang UV, đường sinh trưởng cong
	"Kashan" (Ardon Associates, Mỹ)	– Ruby	– Bao thể chất trợ dung và bao thể buồng lò (Ảnh 6.9) – Một phần: Phát quang UV
	"Ramaura" (J.O.Crystals, Mỹ)	– Ruby	– Bao thể chất trợ dung và bao thể buồng lò (Ảnh 6.11) – Sinh trưởng không đồng nhất (Ảnh 6.10) – Một phần: Dựa vào phát quang UV
	Knischka (Áo)	– Ruby – Nuôi phủ lên mầm ruby tự nhiên hoặc tổng hợp	– Bao thể chất trợ dung và bao thể buồng lò – Ranh giới rõ giữa mầm tinh thể và phần mới nuôi – Một phần: Các khoảng trống chứa các bọt màu đen; các đường sinh trưởng cong
	Lechleitner (Áo)	– Ruby nuôi phủ lên mầm tự nhiên hoặc tổng hợp	– Ranh giới rõ giữa mầm tinh thể và phần mới nuôi – Bao thể chất trợ dung – Một phần: Đường sinh trưởng cong
Phương pháp chất trợ dung	Douros (Hy Lạp)	– Ruby	– Bao thể chất trợ dung và buồng lò – Một phần: Các khoảng trống chứa các bọt màu đen; phát quang UV
	Nga	– Ruby	– Bao thể chất trợ dung và buồng lò – Một phần: Các khoảng trống chứa các bọt màu đen; phát quang UV
Phương pháp nhiệt dịch	Nga	– Ruby – Saphir lam	– Các bao thể kim loại từ buồng lò – Bọt khí – Đới sinh trưởng và đới màu – Sinh trưởng không đồng nhất

6.2. ĐÁ XỬ LÝ

Trong số nguyên liệu khai thác từ các mỏ đá quý, số có thể chế tác sử dụng ngay trong hàng trang sức thường chiếm tỷ lệ không lớn, nhất là đối với các loại đá quý đắt tiền (kim cương, ruby, saphir, emerald). Để tăng được giá trị của các sản phẩm khai thác, tận thu triệt để tài nguyên, đã từ lâu trên thế giới người ta tìm mọi cách nhằm nâng cấp chất lượng của đá quý. Các phương pháp nâng cấp đá quý được sử dụng nhiều nhất hiện nay là:

A. Xử lý nhiệt

B. Tẩm, hàn và nhuộm đá quý bằng các vật liệu khác nhau:

– Tẩm dầu và tẩm sáp

– Hàn khe nứt bằng thuỷ tinh, chất dẻo...

– Phủ bằng các chất khác nhau...

C. Chiếu xạ:

– Bằng các tia phóng xạ

– Bằng tia X

– Bằng tia cực tím

– Bằng chùm điện tử

6.2.1. Phương pháp xử lý nhiệt

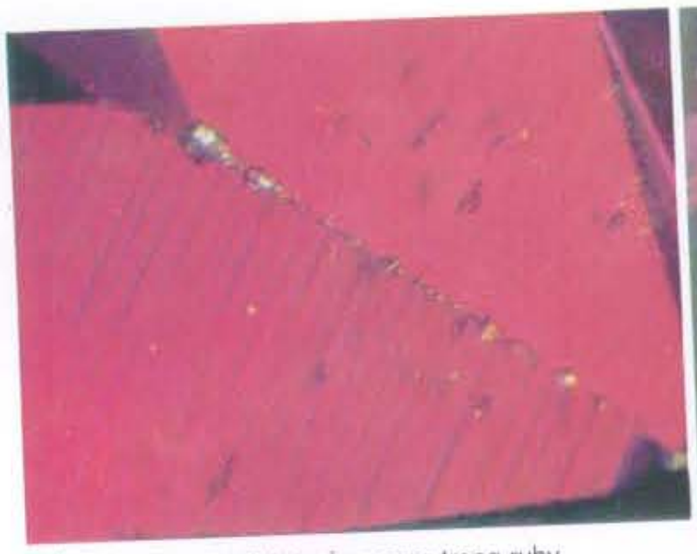
Bản chất của phương pháp này là sử dụng nhiệt độ cao và môi trường thích hợp tác dụng lên đá quý, làm thay đổi tính chất (trạng thái hoá trị) và đặc điểm phân bố của các nguyên tố tạo màu trong viên đá, dẫn đến sự thay đổi về màu sắc và độ tinh khiết của đá quý.

Ngày nay, phương pháp xử lý nhiệt được hầu hết các nước sử dụng để nâng cấp chất lượng đá quý vì những lý do sau đây:

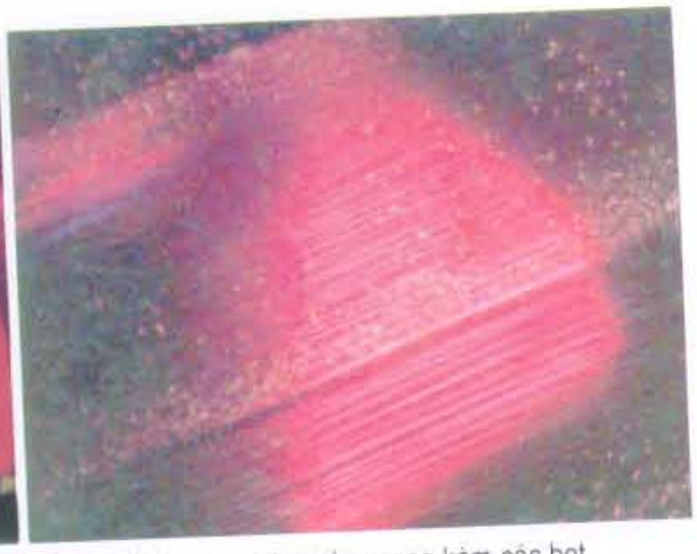
– Phương pháp xử lý nhiệt chỉ làm điều mà tự nhiên đã làm, tức là mô phỏng đúng những gì đã diễn ra trong tự nhiên.

– Nếu viên đá tiếp tục nằm sâu trong lòng đất, trong nó cũng sẽ diễn ra những thay đổi như trong quá trình xử lý nhiệt.

– Màu sắc tạo nên sau xử lý nhiệt là ổn định dưới tác dụng của nhiệt độ và theo thời gian.



Ảnh 6.1. Đường sinh trưởng cong trong ruby tổng hợp Verneuil



Ảnh 6.2. Đường sinh trưởng cong kèm các bọt khí màu trắng trong ruby Verneuil

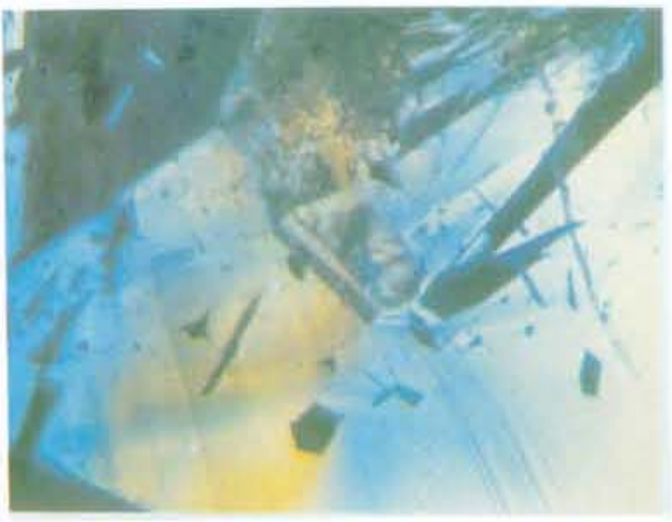
Ảnh 6.3. Đới màu cong trong saphir lam tổng hợp bằng phương pháp Verneuil

Ảnh 6.4. Đường Plato (quan sát theo trục quang dưới ánh sáng phân cực vuông góc) Corindon Verneuil

Ảnh 6.5. Saphir sao tổng hợp bằng phương pháp nóng chảy trong ngọn lửa

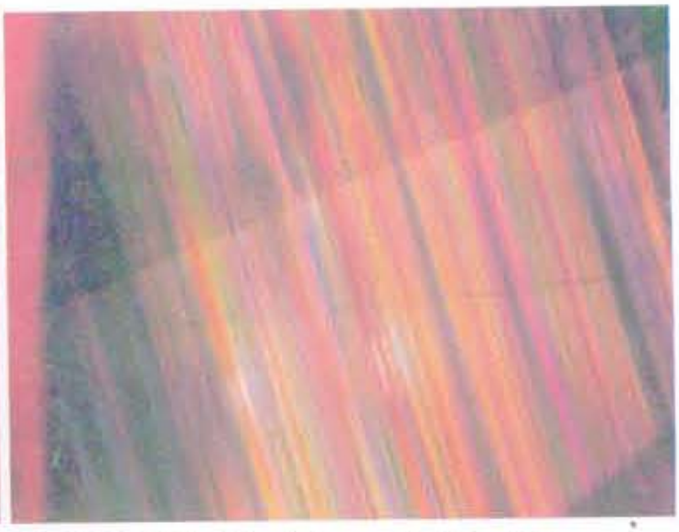
Ảnh 6.6. Ruby và saphir tổng hợp Chatham

Ảnh 6.7. Bao thể chất trợ dung trong ruby tổng hợp Chatham



Ảnh 6.8. Các bao thể bạch kim (platin) trong saphir tổng hợp Chatham

Ảnh 6.9. Bao thể chất trợ dung trong ruby tổng hợp Kashan



Ảnh 6.10. Phân đới màu trong ruby tổng hợp Ramaura

Ảnh 6.11. Bao thể chất trợ dung trong ruby tổng hợp Ramaura

– Trong quá trình xử lý nhiệt không có chất gì được cho thêm, cũng như không có gì được lấy ra khỏi viên đá. Cấu trúc của viên đá vẫn được bảo tồn.

– Phương pháp này không gây hại gì đối với sức khoẻ con người.

Đây là phương pháp xử lý truyền thống, đã được con người áp dụng từ hàng trăm năm nay.

Để xử lý nhiệt đá quý người ta có thể sử dụng các loại lò đốt khác nhau, từ những lò thủ công đơn giản nhất đến các loại lò hiện đại nhất với những chương trình xử lý tự động. Tùy thuộc vào nguồn nhiệt mà ta có các loại là đốt sau:

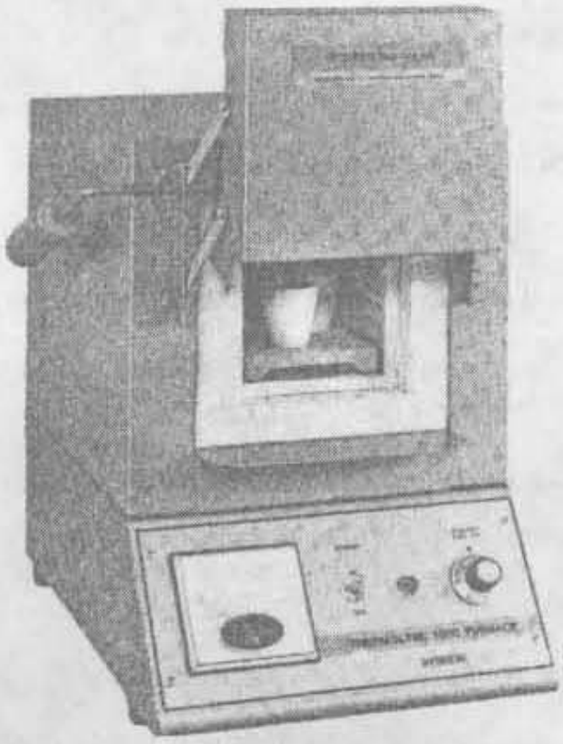
– Lò điện. Đây là kiểu lò được sử dụng nhiều nhất hiện nay trên thế giới (Hình 6.10).

– Lò gas

– Lò dầu

– Lò than

Môi trường xử lý có thể là môi trường ôxi hoá hoặc môi trường khử. Để tạo được môi trường thích hợp người ta có thể thổi khí (ôxi hoặc hydro) trực tiếp vào buồng đốt hoặc sử dụng các loại hoá chất khác nhau trộn lẫn với đá quý trong quá trình nung.



Hình 6.10. **Một kiểu lò điện được sử dụng để xử lý nhiệt đá quý**

Một quy trình công nghệ xử lý nhiệt đá quý nói chung gồm các công đoạn sau đây:

– Làm sạch mẫu trước xử lý

– Phân loại và tuyển chọn mẫu

– Xác định các thông số xử lý (nhiệt độ cực đại, tốc độ tăng giảm nhiệt độ, thời gian ủ nhiệt...)

– Chuẩn bị các chất phụ gia, nạp cốc nung

– Nung xử lý

– Làm sạch mẫu sau khi nung

Phương pháp xử lý nhiệt hiện nay được con người sử dụng để nâng cấp chất lượng các loại đá quý sau đây (Bảng 6.5).

***Bảng 6.5.* Các loại đá quý có thể nâng cấp bằng phương pháp xử lý nhiệt**

Loại đá quý	*Tác dụng*
Corindon (ruby, saphir)	Loại bỏ hoặc làm giảm ánh tím, sắc nâu trong ruby, saphir hồng. Giảm bớt các đốm, đới, vết màu lam. Loại bỏ hoặc làm giảm màng mây, màng sữa...trong corindon (do rutil gây ra). Tạo màu lam từ loại saphir màu trắng đục (Geuda). Tạo hiệu ứng sao
Ngà voi	Ngà voi trở thành màu đen
Thạch anh	Thạch anh tím có thể trở thành màu lục hoặc màu vàng ở 400–500°C Thạch anh tím thành trắng sữa ở khoảng 600°C
Topaz	Topaz vàng, nâu hoặc lơ có thể trở thành không màu
Zircon	Zircon màu nâu có thể chuyển thành không màu hoặc màu lơ
Kim cương	Dùng nhiệt độ và áp suất rất cao có thể nâng kim cương cấp màu thấp lên một vài cấp (kim cương GE)
Beryl	Beryl màu lục hoặc lục phớt lơ có thể chuyển thành màu lơ Beryl màu nâu da cam chuyển thành màu hồng trong khoảng 250 – 500°C
Topaz	Topaz phớt nâu đỏ có thể chuyển thành màu hồng
Zoisit	Zoisit màu nâu chuyển thành màu lam (tanzanit)
Turmalin	Loại màu lục phớt lơ có thể thành màu lục tinh khiết
Peridot	Loại bỏ hoặc làm giảm sắc nâu hoặc vàng

Ngoài kỹ thuật xử lý nhiệt thông thường, gần đây công nghệ này đã có những bước tiến mới. Đó là kỹ thuật xử lý nhiệt kèm theo khuếch tán chất tạo màu vào ruby, saphir (heat treatment with diffusion), kỹ thuật xử lý kim cương nhóm không màu ở nhiệt độ và áp suất cao (high temperature, high pressure – HTHP) do Hãng General Electrics thực hiện (kim cương GE).

6.2.2. Tẩm, hàn, nhuộm đá quý bằng các vật liệu khác nhau

Những kỹ thuật thường được áp dụng trong nhóm phương pháp này bao gồm

a) Tẩm dầu

Nhiều viên đá sau khi chế tác vẫn còn nhiều vết vỡ và khe nứt rõ. Để che bớt các vết nứt vỡ này, từ hàng trăm năm nay người ta đã áp dụng kỹ thuật tẩm dầu. Đá sau khi làm sạch được nhúng vào các loại dầu không màu có chiết suất gần với chiết suất của đá. Để dầu có thể thấm sâu vào các khe nứt, trước khi nhúng đá có thể được nung ở nhiệt độ thích hợp.

Kỹ thuật này được áp dụng nhiều đối với emerald, ruby...

b) Tẩy và nhuộm màu

Trong kỹ thuật này chủ yếu người ta dùng các loại hoá chất khác nhau để tẩy đi những màu không mong muốn trong viên đá, hoặc nhuộm màu cho viên đá, hoặc kết hợp cả hai.

Kỹ thuật tẩy màu thường được áp dụng đối với ngọc trai, san hô, còn kỹ thuật nhuộm màu áp dụng đối với ngọc jat, canxedon... Kỹ thuật nhuộm màu được chấp nhận với một số loại đá quý (như canxedon), trong khi lại không được chấp nhận đối với một số loại đá quý khác như nhuộm màu ngọc jat, nhuộm màu ruby...

Ngày nay đối với ngọc jat (jadeit) người ta hay sử dụng phương pháp tẩy màu bằng axit sau đó ép bằng một loại polime đặc biệt không màu (epoxy). Kỹ thuật này có tên gọi là *tẩy và ép polime* (bleaching and impregnating with polimers), gần như duy nhất được tiến hành ở Hồng Kông. Có thể nói hầu hết ngọc jadeit buôn bán trên thương trường hiện nay đều thuộc loại này. Tương ứng với các kỹ thuật xử lý khác nhau, người ta phân biệt:

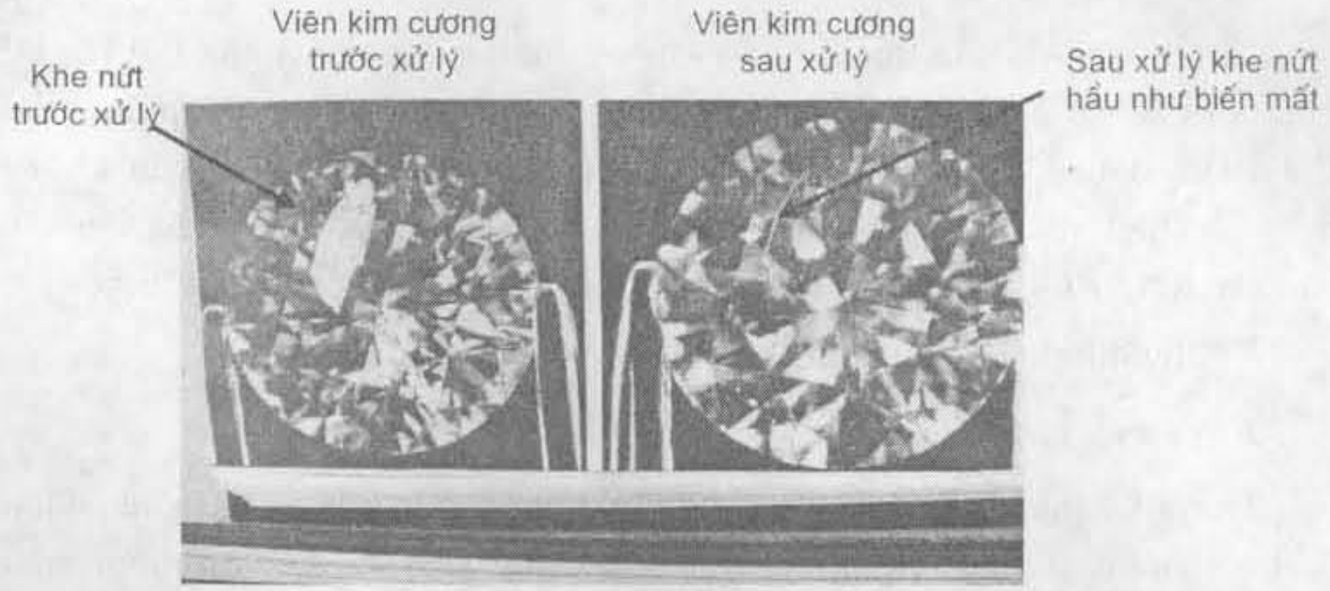
– Ngọc jat loại A: loại jat tự nhiên chưa xử lý (trừ tẩm sáp).

– Ngọc jat loại B: loại jat xử lý bằng kỹ thuật tẩy màu và ép polimer.

– Ngọc jat loại C: loại jat nhuộm màu bằng các thuốc nhuộm khác nhau.

c) Hàn lấp các khe nứt, các lỗ trống trong viên đá bằng các vật liệu có tính chất quang học tương tự như đá quý

Ví dụ, các khe nứt trong kim cương, trong ruby thường được hàn lấp bằng thuỷ tinh có chiết suất cao; emerald được hàn bằng chất dẻo...Bằng kỹ thuật này có thể tăng cấp độ tinh khiết của kim cương không màu lên một vài cấp (Hình 6.11). Các công ty nắm bản quyền về công nghệ này là Ehuda (Israel) và Goldman (Mỹ).



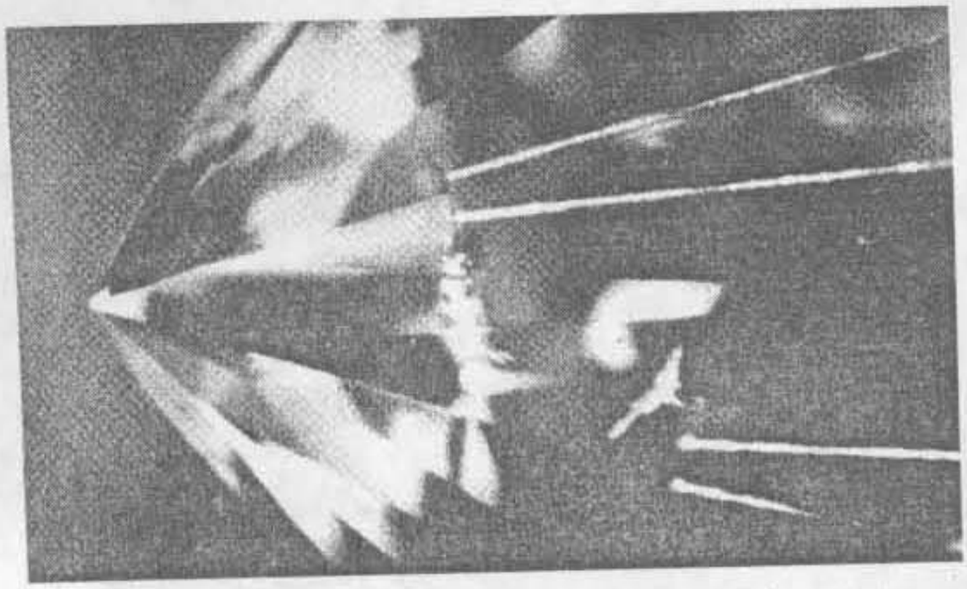
Hình 6.11. **Viên kim cương được xử lý bằng phương pháp hàn khe nứt**

d) Khoan laser

Trong kỹ thuật này người ta dùng một tia laser xuyên thẳng vào các bao thể xẫm màu trong viên đá, bắn phá chúng và hút ra nhằm làm tăng độ tinh khiết của chúng. Phương pháp này thường được áp dụng đối với kim cương (Hình 6.12).

6.2.3. Phương pháp chiếu xạ

Bản chất của phương pháp chiếu xạ đá quý là tác dụng lên chúng bằng các bức xạ điện từ khác nhau: tia cực tím sóng ngắn (5 eV), tia X (10.000 eV) và tia γ (1.000.000 eV), trong đó tia γ được sử dụng nhiều nhất. Dưới tác dụng của các bức xạ này có thể hình thành các *tâm màu* (tâm điện tử hoặc tâm lỗ trống), dẫn tới sự thay đổi về màu sắc của đá quý.



Hình 6.12. **Viên kim cương được khoan bằng tia laser để lấy ra các bao thể graphit ("bọt than")**

Để xử lý đá quý theo phương pháp này người ta sử dụng các máy gia tốc khác nhau.

Màu tạo ra theo phương pháp này trong một số đá quý (màu lam trong topaz...) là khá ổn định, trong khi ở một số đá quý khác (màu vàng trong saphir...) lại kém ổn định, bị phai theo thời gian và dưới tác dụng của nhiệt độ.

Phương pháp chiếu xạ được sử dụng để xử lý nhiều loại đá quý khác nhau như topaz, beryl, thạch anh, corindon, kim cương, ngọc trai... (Bảng 6.6).

Bảng 6.6. **Các loại đá quý có thể nâng cấp bằng phương pháp chiếu xạ**

Loại đá quý	*Tác dụng*
Corindon (ruby, saphir)	Saphir vàng nhạt thành vàng đậm Saphir hồng thành hồng tím (padparadscha)
Thạch anh	Thạch anh không màu, màu vàng nhạt thành ám khói, tím, vàng đậm (kết hợp xử lý nhiệt)
Topaz	Topaz không màu thành màu lơ, vàng, da cam hoặc nâu
Zircon	Zircon không màu chuyển thành màu nâu, nâu đỏ
Kim cương	Kim cương không màu hoặc màu nhạt thành màu đen, lam, lục, vàng, cánh sen, nâu, đỏ
Beryl	Aquamarin từ lơ nhạt thành lơ đậm (kiểu Maxixe)
Turmalin	Turmalin không màu hoặc màu nhạt chuyển thành màu vàng, nâu, cánh sen, đỏ, lam, tía
Ngọc trai	Ngọc trai sáng màu chuyển thành xám, nâu, lam, đen

7 MÔ TẢ ĐÁ QUÝ

7.1. ĐÁ QUÝ NGUỒN GỐC VÔ CƠ

Để giúp người đọc thuận tiện trong việc tra cứu, việc mô tả các loại đá quý được tiến hành theo vần chữ cái, dưới dạng các bảng tính chất giám định của chúng. Dưới đây là những đá quý tương đối thông dụng.

ACTINOLIT (ACTINOLITE)			
Thành phần	$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Vàng/lục sẫm
Dạng quen	Tinh thể dẹt, thường kéo dài; tập hợp dạng sợi, cột, đặc sít	**Chiết suất**	1,619 – 1,644
Độ cứng Mohs	5½ – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,022 – 0,026
Tỷ trọng	3,0 – 3,05	**Biến thiên chiết suất**	
Cát khai	Tốt theo hai phương	**Phát quang**	Không rõ
Vết vỡ	Á vỏ sò đến không đều; giòn	**Phổ hấp thụ**	503, 431
Biến loại (màu sắc)	Lục nhạt đến lục sẫm, lục hơi đen; trắng đen. Loại không có Fe gọi là tremolit. Có hiệu ứng mắt mèo	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Thành tạo trong đá vôi và dolomit biến chất tiếp xúc; trong đá vôi và đá siêu mafic giầu Mg; trong các đá biến chất khu vực

Những nơi phân bố chính: Gặp nhiều nơi trên thế giới

AMBLYGONIT (AMBLYGONITE)			
Thành phần	(Li,Na)$AlPO_4$(F,OH)	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh đến ánh dầu
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Lăng trụ ngắn	**Chiết suất**	1,578 – 1,646
Độ cứng Mohs	51/2 – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,024 – 0,030; dương
Tỷ trọng	3,01 – 3,11	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,014 – 0,015)
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Rất yếu: lục
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Vàng đến không màu, đỏ tía	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Thành tạo trong các đá xâm nhập granit hạt thô, trong pegmatit

Những nơi phân bố chính: Myanma, Brasil, Mỹ, Namibia

ANDALUSIT (ANDALUSITE)			
Thành phần	Al_2SiO_5	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong đến đục	**Đa sắc**	Mạnh: vàng, ôliu, đỏ nâu đến đỏ tối
Dạng quen	Lăng trụ (giả bốn phương)	**Chiết suất**	1,627 – 1,649
Độ cứng Mohs	71/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,007 – 0,013; âm
Tỷ trọng	3,18 (3,05 – 3,20)	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,016)
Cát khai	Rõ (theo mặt lăng trụ)	**Phát quang**	Yếu: lục, vàng lục
Vết vỡ	Á vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	553, 550, 547, (525), (518), (495), 455, 447, 436
Biến loại (màu sắc)	Lục phớt nâu và lục. –Chiastolit: biến loại không trong suốt, màu trắng, xám phớt vàng, chứa nhiều bao thể carbonat.	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Thành tạo trong các đá granit, pegmatit, nhiều loại đá biến chất (đá phiến, gneis) và sa khoáng. Gặp cùng kyanit, cordierit, silimanit và corindon

Những nơi phân bố chính: Brasil, Sri Lanka, Tây Ban Nha

– Chiastolit: Australia, Pháp, Nga, Zimbabwe

APATIT (APATITE)			
Thành phần	$Ca_5 (F,Cl)(PO_4)_3$	**Màu vết vạch**	Phớt lục
Hệ tinh thể	Sáu phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	– Lam: rất mạnh (lam/vàng) – Lục: rõ (vàng/lục)
Dạng quen	Lăng trụ (kết thúc bằng tháp đôi cụt)	**Chiết suất**	1,628 – 1,649
Độ cứng Mohs	51/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,002 – 0,006; âm
Tỷ trọng	3,20 (3,16 – 3,23)	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,013)
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	Apatit vàng: tím đến hồng
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	– Apatit vàng và lục: 597, 585, 577, 533, 529, 527, 525, 521, 514, 469 – Apatit lam: 512, 507, 491, 464
Biến loại (màu sắc)	Lam, lục, vàng, tím, hồng, không màu.	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Thành tạo trong các đá xâm nhập và đá vôi biến chất

Những nơi phân bố chính: Brasil, Myanma, Canada, Mexico, Sri Lanka, Mỹ

AXINIT (AXINITE)			
Thành phần	$Ca_2 (Fe,Mg,Mn)Al_2 (BO_3) (OH) [Si_4O_{12}]$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Đục, trong suốt	**Đa sắc**	Mạnh: xanh oliu/đỏ nâu/vàng nâu
Dạng quen	Tinh thể dẹt	**Chiết suất**	1,656 – 1,704
Độ cứng Mohs	61/2 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,010 – 0,012; âm
Tỷ trọng	3,26 – 3,36	**Biến thiên chiết suất**	0,018 – 0,020 (0,011)
Cát khai	Tốt	**Phát quang**	Đỏ, da cam
Vết vỡ	Vỏ sò, giòn	**Phổ hấp thụ**	532, 512, 492, 466, 444, 415
Biến loại (màu sắc)	Nâu, tím, lam	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Nhiệt dịch, gặp trong các khe nứt, các mạch thạch anh, các đới skarn hoá

Những nơi phân bố chính: Brasil, Anh, Pháp, Mexico, Nga, Sri Lanka, Tanzania và Mỹ

AZURIT (AZURITE)			
Thành phần	$Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$	**Màu vết vạch**	Xanh da trời
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Rõ: lam nhạt/lam thẫm
Dạng quen	Dạng cột ngắn, dạng tập hợp	**Chiết suất**	1,720 – 1,848
Độ cứng Mohs	31/2 – 4	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,108 – 0,110; dương
Tỷ trọng	3,70 – 3,90	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò, không đều; giòn	**Phổ hấp thụ**	500
Biến loại (màu sắc)	Lam thẫm, xanh da trời	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Gặp cùng malachit trong đới ôxi hoá của các mỏ đồng

Những nơi phân bố chính: Australia (Queensland), Chile, Mexico, Namibia, Nga (Ural), Mỹ

BENITOIT (BENITOITE)			
Thành phần	$BaTiSi_3O_9$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến bán trong	**Đa sắc**	Mạnh: lam/không màu
Dạng quen	Tháp đôi ba phương	**Chiết suất**	1,757 – 1,804
Độ cứng Mohs	61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,047; dương
Tỷ trọng	3,64 – 3,68	**Biến thiên chiết suất**	Cao (0,046)
Cát khai	Không có	**Phát quang**	Phát quang màu lam mạnh ở sóng ngắn
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Lam nhạt, lam tối, hồng, không màu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Tạo thành trong các mạch trong đá serpentinit, cũng như trong đá phiến

Những nơi phân bố chính: San Benito County, California (Mỹ), New Zealand

BERYL (BERYL)			
Thành phần	$Be_3Al_2(Si_6O_{18})$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Sáu phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong đến đục	**Đa sắc**	Trung bình đến yếu
Dạng quen	Lăng trụ	**Chiết suất**	1,564 – 1,596
Độ cứng Mohs	71/2 – 8	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,005 – 0,008; âm
Tỷ trọng	2,68 – 2,80 (tuỳ biến loại)	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,014)
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	Emerald: đôi khi phát màu đỏ đến hồng
Vết vỡ	Vỏ sò đến không đều	**Phổ hấp thụ**	– Emerald: 683, 681, 662, 646, 637, (606), (594), 630–580, 477, 472 – Aquamarin: 537, 456, 427
Biến loại (màu sắc)	Aquamarin (lơ), bixbit (đỏ), goshenit (không màu), emerald (lục), heliodor (vàng), morganit (hồng),...	**Tổng hợp và xử lý**	– Hiện nay con người chỉ tổng hợp emerald (bằng các phương pháp chất trợ dung và nhiệt dịch). – Xử lý: nhiệt, tẩm polimer, tẩm dầu

Nguồn gốc: Tạo thành trong pegmatit, granit và một số đá biến chất khu vực
Những nơi phân bố chính:
–Aquamarin: Brasil, Myanma, Madagasca, Namibia, Nigeria, Mỹ, Nga
–Emerald: Afghanistan, Brasil, Colombia, Ấn Độ, Pakistan, Nam Phi, Nga, Zambia, Zimbabwe
–Heliodor: Brasil, Madagasca, Namibia, Mỹ
–Morganit: Brasil, Madagasca, Mỹ, Zimbabwe

BERYLONIT (BERYLLONITE)			
Thành phần	$NaBe(PO_4)$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Lăng trụ ngắn	**Chiết suất**	1,552 – 1,561
Độ cứng Mohs	51/2 – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,009; âm
Tỷ trọng	2,80 – 2,87	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,010)
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò; giòn	**Phổ hấp thụ**	Không rõ
Biến loại (màu sắc)	Không màu, trắng, vàng nhạt	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hiếm, gặp trong pegmatit
Những nơi phân bố chính: Brasil, Phần Lan, Zimbabwe, Mỹ

BIRUZA (TURQUOISE)			
Thành phần	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8.4H_2O$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba nghiêng	**Ánh**	Ánh sáp
Độ trong suốt	Không thấu quang	**Đa sắc**	Yếu: không màu/lơ nhạt hoặc lục nhạt
Dạng quen	Tập hợp dạng chùm nho, đặc sít, dạng hạt đến vi tinh	**Chiết suất**	1,610 – 1,650
Độ cứng Mohs	5 – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,040; dương
Tỷ trọng	2,31 – 2,84	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Yếu: lục vàng, lơ nhạt
Vết vỡ	Vỏ sò, không đều	**Phổ hấp thụ**	(460), 432, (422)
Biến loại (màu sắc)	Xanh da trời, lơ lục, lục	**Tổng hợp và xử lý**	– "Biruza tổng hợp" của Gilson – Biruza được xử lý bằng: *Nhuộm màu *Tẩm dầu *Gia cố bằng chất dẻo

Nguồn gốc: Hình thành trong các đá xâm nhập và trầm tích giầu nhôm bị biến đổi, thường là do nước bề mặt

Những nơi phân bố chính: Afghanistan, Trung Quốc (Tây Tạng), Iran, Israel (Sinai), Mỹ

BRAZILIANIT (BRAZILIANITE)			
Thành phần	$NaAl_3(OH)_2(PO_4)_2$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt, đục	**Đa sắc**	Rất yếu
Dạng quen	Lăng trụ ngắn	**Chiết suất**	1,602 – 1,623
Độ cứng Mohs	5½	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,019 – 0,021; dương
Tỷ trọng	2,98 – 2,99	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,014)
Cát khai	Tốt	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò; giòn	**Phổ hấp thụ**	Không rõ
Biến loại (màu sắc)	Vàng, vàng lục	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Chủ yếu gặp trong pegmatit

Những nơi phân bố chính: Brasil, Mỹ

CALCIT (CALCITE)			
Thành phần	$CaCO_3$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến bán trong	**Đa sắc**	Không rõ
Dạng quen	Lăng trụ	**Chiết suất**	1,486 – 1,658
Độ cứng Mohs	3	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,172; âm
Tỷ trọng	2,69 – 2,71	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,02)
Cát khai	Hoàn toàn (theo mặt thoi)	**Phát quang**	Rất khác nhau
Vết vỡ	Vỏ sò (ít khi thấy do cát khai hoàn toàn)	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Không màu, nâu, vàng	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được con người tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Tạo thành trong nhiều loại đá. Là thành phần chính của đá vôi và đá hoa
Những nơi phân bố chính: Khắp nơi trên thế giới

CANXEDON (CHALCEDONY)			
Thành phần	SiO_2	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Thuỷ tinh, ánh sáp.
Độ trong suốt	Đục xỉn	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng khối	**Chiết suất**	1,53 – 1,54
Độ cứng Mohs	61/2 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,004 – 0,009
Tỷ trọng	2,58 – 2,64	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Lơ trắng
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	Loại nhuộm màu lam: 690 – 660, 627
Biến loại (màu sắc)	– Mã não (agat): tất cả các màu với cấu tạo dải đồng tâm – Aventurin: màu lục, chứa các vẩy mica – Đá máu: màu lục tối chứa các đốm ngọc bích đỏ nâu – Chrysopras: màu lục – Carnelian: màu đa cam phớt đỏ – Onyx: các dải thẳng nâu và trắng xen kẽ	**Tổng hợp và xử lý**	Chủ yếu được nhuộm thành các màu khác nhau

Nguồn gốc: Tạo thành trong các lỗ hổng trong nhiều loại đá khác nhau, đặc biệt là trong dung nham núi lửa. Phần lớn canxedon thành tạo ở nhiệt độ tương đối thấp, là sản phẩm kết tủa từ các dung dịch giầu SiO_2. Canxedon còn là sản phẩm mất nước của opal
Những nơi phân bố chính: Khắp nơi trên thế giới

CASITERIT (CASSITERITE)			
Thành phần	SnO_2	**Màu vết vạch**	Trắng đến vàng nhạt
Hệ tinh thể	Bốn phương	**Ánh**	Kim cương
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Yếu đến mạnh: lục vàng/nâu/đỏ nâu
Dạng quen	Lăng trụ dạng cột ngắn	**Chiết suất**	1,997 – 2,098
Độ cứng Mohs	6 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,096 – 0,098; dương
Tỷ trọng	6,70 – 7,10	**Biến thiên chiết suất**	Rất cao (0,071)
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò; dòn	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Nâu với các sắc thái khác nhau, không màu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Thành tạo trong các mạch nhiệt dịch nhiệt độ cao, đi cùng thạch anh, chalcopyrit, turmalin

Những nơi phân bố chính: Australia, Bolivia, Anh, Malaysia, Mexico, Namibia, Tây Ban Nha, Mỹ, Việt Nam

CHRYSOBERYL (CHRYSOBERYL)			
Thành phần	$BeAl_2O_4$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Rất yếu: đỏ đến vàng/vàng đến lục nhạt
Dạng quen	Dạng tấm hoặc lăng trụ; song tinh chu kỳ	**Chiết suất**	1,746 – 1,763
Độ cứng Mohs	8½	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,007 – 0,011; dương
Tỷ trọng	3,70 – 3,78 (3,73)	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,015)
Cát khai	Tốt (theo mặt lăng trụ)	**Phát quang**	Thường không có; alexandrit: đỏ ở sóng dài, đỏ yếu ở sóng ngắn.
Vết vỡ	Vỏ sò đến không đều	**Phổ hấp thụ**	Alexandrit: 504, 495, 485, 445
Biến loại (màu sắc)	– Alexandrit: trong suốt, đổi màu (màu lục dưới ánh sáng ban ngày và đỏ dưới ánh sáng đèn dây tóc) – Mắt mèo (cimophan): đục, phớt vàng – Các màu lục, vàng và nâu	**Tổng hợp và xử lý**	– Alexandrit được tổng hợp bằng các phương pháp: Czochralski, nóng chảy vùng, phương pháp chất trợ dung và thuỷ nhiệt – Xử lý: chiếu xạ (mắt mèo)

Nguồn gốc: Tìm thấy trong pegmatit (chrysoberyl) và đá phiến, gneis (alexandrit cùng emerald), trong sa khoáng (aluvi)

Những nơi phân bố chính:

– Alexandrit: Brasil, Myanma, Sri Lanka, Nga, Zimbabwe, Tanzania, Ấn Độ

– Các loại chrysoberyl khác: Brasil, Myanma, Madagasca, Sri Lanka, Zimbabwe

CHRYSOCOLA (CHRYSOCOLLA)			
Thành phần	$(Cu,Al)_2H_2(OH)_4\|Si_2O_5\|.nH_2O$	**Màu vết vạch**	Lục trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Bán trong đến đục	**Đa sắc**	Yếu
Dạng quen	Dạng khối vi tinh	**Chiết suất**	1,460 – 1,570
Độ cứng Mohs	2 – 4 (có thể đến 7 khi mọc ghép với thạch anh)	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,023 – 0,040; âm
Tỷ trọng	2,00 – 2,35	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Đều	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Màu lục, lơ	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong đới ôxi hoá của các mỏ đồng. Gặp cùng azurit, malachit và cuprit.

Những nơi phân bố chính: Chile, Peru, Mỹ, Nga, Zair

CORDIERIT (CORDIERITE) TÊN GỌI KHÁC: IOLIT (IOLITE) HOẶC DICROIT (DICHROITE)			
Thành phần	$Mg_2Al_3(AlSi_5O_{18})$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Rất mạnh: vàng/lam tím tối/lam nhạt
Dạng quen	Dạng lăng trụ, khối	**Chiết suất**	1,542 – 1,578
Độ cứng Mohs	71/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,008 – 0,012; âm
Tỷ trọng	2,58 – 2,66	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,017)
Cát khai	Rõ (theo mặt cơ sở)	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Á vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	645, 593, 585, 535, 492, 456, 436, 426
Biến loại (màu sắc)	Lam, tím, phớt nâu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Thành tạo trong các đá xâm nhập và biến chất tiếp xúc

Những nơi phân bố chính: Brasil, Ấn Độ, Madagasca, Myanma, Sri Lanka

CORINDON (CORUNDUM)			
Thành phần	Al_2O_3	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Thuỷ tinh đến á kim cương
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	– Ruby: mạnh, đỏ đậm/đỏ da cam – Saphir: trung bình; lam (lam/lam phớt lục); vàng và lục (có cường độ khác nhau); da cam (da cam/không màu); tím (tím/da cam)
Dạng quen	– Saphir: tháp đôi dạng thùng rượu – Ruby: lăng trụ và các hình ghép	**Chiết suất**	1,762 – 1,778
Độ cứng Mohs	9	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,008; âm
Tỷ trọng	3,95 – 4,05 (3,99)	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,018)
Cát khai	Kém (có các vết khía song song các mặt cơ sở và mặt thoi)	**Phát quang**	– Ruby: mạnh, đỏ – Saphir lam: không. – Saphir không màu: da cam vàng, tím
Vết vỡ	Vỏ sò đến không đều	**Phổ hấp thụ**	– Ruby: 694, 693, 668, 659, 610–500, 476, 475, 468 – Saphir: *Lam: 471, 460, 455, 450, 379 *Vàng: 471, 460, 450 *Nâu: 471, 460–450
Biến loại (màu sắc)	– Ruby: đỏ đến hồng – Saphir: không màu, lam, da cam, hồng tím ("padparadscha"), vàng, lục, tím	**Tổng hợp và xử lý**	– Ruby được tổng hợp bằng các phương pháp: Verneuil, Czochralski, nóng chảy vùng, chất trợ dung (Chatham, Kashan, Ramaura, Knischka, Lechleitner, Durois), thuỷ nhiệt. – Saphir các màu khác nhau: Verneuil; ngoài ra: *Hồng: Chatham *Padparadscha: Czochralski, nóng chảy vùng, Chatham. *Lam: nóng chảy vùng, Chatham. – Ruby, saphir sao: Verneuil, Czochralski. – Các phương pháp xử lý: nhiệt, chiếu xạ, nhuộm màu

Nguồn gốc: Magma, pegmatit, biến chất và biến chất trao đổi, sa khoáng

Những nơi phân bố chính:

– Ruby: Myanma, Thái Lan, Campuchia, Việt Nam, Sri Lanka, Kenya, Tanzania, Madagasca, Afghanistan, Pakistan,...

– Saphir: Đông Phi, Australia, Myanma, Việt Nam, Campuchia, Cashmir, Nigeria, Madagasca, Thái Lan, Mỹ,...

DANBURIT (DANBURITE)			
Thành phần	$CaB_2(SiO_4)_2$	**Màu vết vạch**	Lục trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh đến á kim cương
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	Yếu
Dạng quen	Lăng trụ thoi dạng cái đục	**Chiết suất**	1,630 – 1,636
Độ cứng Mohs	7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,006 – 0,008; âm
Tỷ trọng	2,97 – 3,03	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,009 – 0,017)
Cát khai	Không	**Phát quang**	Xanh da trời
Vết vỡ	Á vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	590, 586, 585, 584, 583, 582, 580, 578, 573, 571, 558, 566, 564
Biến loại (màu sắc)	Không màu, vàng nhạt, hồng nhạt	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Gặp trong các mỏ tiếp xúc biến chất trao đổi, trong các mạch pegmatit và greisen

Những nơi phân bố chính: Myanma, Nhật Bản, Madagasca, Mexico, Mỹ

ĐÁ MẶT TRĂNG (MOONSTONE)			
Thành phần	Tạo thành từ các lớp xen kẽ của 2 khoáng vật felspat $KAlSi_3O_8$ (orthoclas) và $NaAlSi_3O_8$ (plagioclas)	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng lăng trụ	**Chiết suất**	1,518 – 1,526
Độ cứng Mohs	6 - 61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,008; âm
Tỷ trọng	2,56 – 2,59	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,012)
Cát khai	Hoàn toàn theo 2 phương gần vuông góc với nhau	**Phát quang**	Yếu: phớt lơ; da cam
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Không màu, trắng, hồng, vàng lấp lánh ánh lơ hoặc tím phớt lơ (hiệu ứng lấp lánh nhiều màu)	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý ý

Nguồn gốc: Xem felspat

Những nơi phân bố chính: Chủ yếu ở Sri Lanka, ngoài ra là Ấn Độ, Madagasca, Myanma, Mỹ

DIOPSIT (DIOPSIDE)			
Thành phần	$CaMgSi_2O_6$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Yếu đến trung bình
Dạng quen	Các tinh thể lăng trụ dạng tấm	**Chiết suất**	1,664 – 1,730
Độ cứng Mohs	5 – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,024 – 0,031; dương
Tỷ trọng	3,22 – 3,38	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,017 – 0,020)
Cát khai	Tốt	**Phát quang**	Tím, da cam, vàng, lục
Vết vỡ	Không đều, thô	**Phổ hấp thụ**	(505), (493), (446); Cromdiopsit: (690), (670), (655), (635), 508, 505, 490
Biến loại (màu sắc)	Lục, vàng, không màu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Thành tạo trong nhiều loại đá biến chất, cũng như trong các đá xâm nhập mafic

Những nơi phân bố chính: Áo, Brasil, Myanma, Madagasca, Nam Phi, Sri Lanka, Mỹ

DIOPTAS (DIOPTASE)			
Thành phần	$CuSiO_3.H_2O$	**Màu vết vạch**	Phớt lục
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt, đục	**Đa sắc**	Yếu
Dạng quen	Các tinh thể lăng trụ ngắn	**Chiết suất**	1,644 – 1,709
Độ cứng Mohs	5	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,051 – 0,053; dương
Tỷ trọng	3,28 – 3,35	**Biến thiên chiết suất**	0,036
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò đến không đều	**Phổ hấp thụ**	550, 465
Biến loại (màu sắc)	Lục, lam lục	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành ở những nơi các mạch quặng đồng bị ôxi hoá, cũng như trong các lỗ hổng của đá xung quanh

Những nơi phân bố chính: Chile, Namibia, Mỹ, Nga, Zair

DUMORTIERIT (DUMORTIERITE)			
Thành phần	$Ca(B_2Si_2O_8)$	**Màu vết vạch**	Phớt lục
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	Mạnh: đen/đỏ nâu/nâu
Dạng quen	Dạng lăng trụ	**Chiết suất**	1,678 – 1,636
Độ cứng Mohs	7 – 81/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,0151 – 0,037; âm
Tỷ trọng	3,26 – 3,41	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Tốt	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Lam xẫm, tím lam, đỏ nâu, không màu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong các đá xâm nhập axit hạt thô, trong đó có các đá pegmatit

Những nơi phân bố chính: Brasil, Pháp, Ấn Độ, Canada, Madagasca, Namibia, Sri Lanka, Mỹ

ENSTATIT (ENSTATITE)			
Thành phần	$(Mg,Fe)_2Si_2O_6$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Mạnh trong các viên màu nâu, yếu hơn trong các viên màu lục
Dạng quen	Dạng lăng trụ, tập hợp đặc sít.	**Chiết suất**	1,650 – 1,680
Độ cứng Mohs	51/2 – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,009 – 0,012; dương
Tỷ trọng	3,20 – 3,30	**Biến thiên chiết suất**	Hầu như không (0,010)
Cát khai	Tốt	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	547, 509, 505, 502, 483, 459, 449; Crom–enstatit: 688, 669, 506
Biến loại (màu sắc)	Nâu lục, lục, không màu, phớt vàng.	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Thường hình thành trong các đá xâm nhập mafic và siêu mafic (gabro, dolerit, norit, và peridotit

Những nơi phân bố chính: Áo, Myanma, Ấn Độ (đá sao), Nam Phi, Sri Lanka (mắt mèo)

EPIDOT (EPIDOTE)			
Thành phần	$Ca_2(Fe^{3+},Al)_3(SiO_4)_3(OH)$	**Màu vết vạch**	Xám
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Mạnh: lục/nâu/vàng
Dạng quen	Dạng lăng trụ, tập hợp đặc sít.	**Chiết suất**	1,729 – 1,768
Độ cứng Mohs	6 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,015 – 0,049; dương
Tỷ trọng	3,35 – 3,50	**Biến thiên chiết suất**	Trung bình (0,030)
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	475, 455, 435
Biến loại (màu sắc)	Lục, nâu đen	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong các đá biến chất và xâm nhập

Những nơi phân bố chính: Brasil, Kenya, Mexico, Mozambic, Na Uy, Áo, Sri Lanka, Mỹ

EUCLAS (EUCLASE)			
Thành phần	$BeAl(OH)[SiO_4]$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	Rất yếu: trắng lục/vàng lục/lơ lục
Dạng quen	Dạng lăng trụ	**Chiết suất**	1,650 – 1,677
Độ cứng Mohs	71/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,019 – 0,025; dương
Tỷ trọng	3,10	**Biến thiên chiết suất**	Trung bình (0,016)
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò; giòn	**Phổ hấp thụ**	497, 495, 493, 473, 453
Biến loại (màu sắc)	Không màu, xanh nước biển, lơ nhạt, lơ đậm	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Pegmatit, tinh hốc, sa khoáng.

Những nơi phân bố chính: Brasil (Minas Gerais), Nga (Ural), Zimbabwe, Tanzania, Zair.

FELSPAT (FELDSPAR)			
Thành phần	– Felspat kali (orthoclas, microclin, sanidin): $KAlSi_3O_8$ – Felspat natri và canxi (plagioclas): $(Ca,Na)Al_2Si_2O_8$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	– Sanidin và orthoclas: một nghiêng. – Microclin và plagioclas: ba nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh, đôi khi ánh xà cừ trên các mặt cat khai
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Yếu
Dạng quen	Lăng trụ; dạng khối đặc sít	**Chiết suất**	– Orthoclas 1,52 – 1,53 – Plagioclas (oligoclas, đá Mặt Trăng, đá mặt Trời) 1,527 – 1,553 – Labrador 1,56 – 1,57
Độ cứng Mohs	6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	– Orthoclas 0,006, âm; – Plagioclas (trừ labrador) 0,007, dương hoặc âm; – Labrador 0,009, dương
Tỷ trọng	– Orthoclas 2,56; – Plagioclas 2,60–2,65; – Labrador 2,70	**Biến thiên chiết suất**	Thấp
Cát khai	Hoàn toàn theo 2 phương gần vuông góc với nhau, rõ theo phương thứ ba	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò đến không đều	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	– Orthoclas: vàng nhạt – Sanidin: không màu đến phớt nâu – Labrador: hiệu ứng nhiều màu – Đá Mặt Trăng: hiệu ứng ánh trăng thu – Oligoclas: vàng. Đá Mặt Trời và aventurin: màu đồng thiếc hoặc có các vẩy mica màu lục. – Albit chứa Cr (maw - sit–sit): màu lục tối chứa các đốm đen (jadeit)	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Tạo thành trong nhiều loại đá magma và biến chất khác nhau

Những nơi phân bố chính: orthoclas – Madagasca; microclin – Brasil, Ấn Độ, Mỹ, Nga; plagioclas – Canada (labrador), Phần Lan, Myanma, Na Uy, Mỹ, Nga

FLUORIT (FLUORITE)			
Thành phần	CaF_2	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Lập phương	**Ánh**	Á thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Khối lập phương, hình 8 mặt	**Chiết suất**	1,434
Độ cứng Mohs	4	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	3,00 – 3,25	**Biến thiên chiết suất**	Rất thấp (0,007)
Cát khai	Hoàn toàn, theo các mặt bát diện	**Phát quang**	Yếu đến mạnh, màu lơ tím ở LW
Vết vỡ	Á vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	Fluorit lục: 634, 610, 582, 445, 427
Biến loại (màu sắc)	Không màu, lơ, tím, lục, vàng, da cam, hồng	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Tạo thành trong các mạch nhiệt dịch, xung quanh các nguồn nước khoáng nóng. Thường đi kèm thạch anh, calcit, dolomit, barit, pyrit, chalcopyrit, galerit, sphalerit,...

Những nơi phân bố chính: Khắp thế giới (Đức, Argentina, Myanma, Anh, Pháp, Namibia, Áo, Thuỵ Sỹ, Mỹ), Việt Nam

GRANAT (GARNET)			
Thành phần	Gồm 2 dãy đồng hình: 1. Dãy pyralspit gồm: – Almandin $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$ – Pyrop $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ – Spesartin $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$ 2. Dãy urgandit gồm: – Andradit $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$ - Grosular $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$ – Uvarovit $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Lập phương	**Ánh**	Thuỷ tinh đến á kim cương
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Hình 12 mặt	**Chiết suất**	Almandin 1,76 – 1,81 Andradit 1,89 Grosular 1,74 – 1,75 Pyrop 1,74 – 1,76 Spesartin 1,80 – 1,82 Uvarovit 1,87

Độ cứng Mohs	Almandin Andradit Grosular Pyrop Spesartin Uvarovit	71/2 61/2 7– 71/2 71/4 71/4 71/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	Almandin Andradit Grosular Pyrop Spesartin Uvarovit	3,80 – 4,20 3,85 3,60 – 3,70 3,70 – 3,80 4,16 3,77	**Biến thiên chiết suất**	Almandin 0,024 Andradit 0,057 Grosular 0,028 Pyrop 0,022 Spesartin 0,027 Uvarovit 0,030
Cát khai	Không rõ		**Phát quang**	Hầu hết không
Vết vỡ	Á vỏ sò		**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý
Biến loại (màu sắc)	*Almandin *Andradit –Demantoit –Melanit *Grosular –Hesonit –Tsavolit *Pyrop –Rodolit *Spesartin *Uvarovit	Đỏ nâu, tía Vàng Lục Đen Vàng Nâu Lục Đỏ, đỏ tím Đỏ hồng Da cam, vàng, Đỏ lục	**Phổ hấp thụ** Almandin Andradit Grosular Pyrop Spesartin Uvarovit	 617, 576, 526, 505, 476, 462, 438, 428, 404, 393 701, 693, 640, 622, 443 697, 630, 605, 505 495,485,462, 432, 424, 412 495,485,462, 432, 424, 412 Không đặc trưng

Nguồn gốc:
Almandin: trong các đá biến chất khu vực (như đá phiến)
Grosular: trong các đá biến chất khu vực và biến chất tiếp xúc
Pyrop: trong một số đá xâm nhập siêu mafic (như peridotit)
Những nơi phân bố chính:
Almandin: Áo, Brasil, Trung Quốc, Séc, Sri Lanka, Việt Nam
Andradit: Thuỵ Sỹ, Nga
Grosular: Brasil, Canada, Kenya, New Zealand, Nam Phi, Sri Lanka, Tanzania, Mỹ
Pyrop: Séc, Nam Phi, Sri Lanka, Mỹ, Nga, Việt Nam
Spersartin: Brasil, Madagasca, Myanma, Sri Lanka, Mỹ
Uvarovit: Canada, Phần Lan, Ba Lan, Mỹ, Nga
Ở Việt Nam: Tây Nghệ An, Tây Nguyên

HEMATIT (HEMATITE)			
Thành phần	Fe_2O_3	**Màu vết vạch**	Đỏ nâu
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Kim loại
Độ trong suốt	Không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Tinh thể dạng tấm hoặc khối bình hành, khối đặc sít	**Chiết suất**	2,940 – 3,220
Độ cứng Mohs	51/2 – 61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,287; âm
Tỷ trọng	5,12 – 5,28	**Biến thiên chiết suất**	Rất cao (0,500)
Cát khai	Không	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	Không rõ
Biến loại (màu sắc)	Đen, xám đen, nâu đỏ	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hematit là một khoáng vật nhiệt dịch và thay thế trao đổi

Những nơi phân bố chính: Brasil, Anh, Pháp, Italia, Thuỵ Sỹ

HEMIMORPHIT (HEMIMORPHITE)			
Thành phần	$Zn_4Si_2O_7(OH)_2.H_2O$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh hoặc ánh lụa
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Tinh thể dạng tấm; khối đặc sít	**Chiết suất**	1,614 – 1,636
Độ cứng Mohs	41/2 – 5	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,022; dương
Tỷ trọng	3,30 – 3,50	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,020)
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Yếu, không đặc trưng
Vết vỡ	Vỏ sò, không đều; giòn	**Phổ hấp thụ**	Không rõ
Biến loại (màu sắc)	Lơ, lục, không màu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Trong đới ôxi hoá các thân quặng kẽm (Zn), gặp cùng smisonit, galenit, calcit, anglesit, sphalerit, serusit,...

Những nơi phân bố chính: Angieri, Australia, Italia, Mexico, Namibia, Áo, Mỹ

JADEIT (JADEITE) CÙNG VỚI NEPHRIT THUỘC NHÓM NGỌC JAT (JADE)			
Thành phần	$NaAl(SiO_3)_2$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Từ ánh dầu đến thuỷ tinh
Độ trong suốt	Đục đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Tập hợp đa tinh thể	**Chiết suất**	1,652 – 1,688
Độ cứng Mohs	61/2 -- 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,020 Không xác định được
Tỷ trọng	3,20 – 3,30	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không quan sát được	**Phát quang**	Rất yếu: phớt trắng mờ
Vết vỡ	Không đều, lỗ chỗ	**Phổ hấp thụ**	Loại màu lục: 691, 655, 630, (495), 450, 437, 433
Biến loại (màu sắc)	Lục, hồng, tim, nâu, đen, trắng	**Tổng hợp và xử lý**	– Hãng General Electric đã tổng hợp thực nghiệm jadeit màu trắng, lục, đen và hồng tím – Các phương pháp xử lý jadeit: nhuộm màu, tẩy và ép polime

Nguồn gốc: Tạo thành trong các đá siêu mafic bị serpentin hoá và trong một số đá phiến

Những nơi phân bố chính: Myanma, Mỹ

KIM CƯƠNG (DIAMOND)			
Thành phần	Carbon C	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Lập phương	**Ánh**	Kim cương (ánh lửa)
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Chủ yếu là hình 8 mặt, ngoài ra: khối lập phương, hình 12 mặt	**Chiết suất**	2,417 – 2,419
Độ cứng Mohs	10	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	3,50 – 3,53	**Biến thiên chiết suất**	Cao (0,044)

Cát khai	Hoàn toàn (theo các mặt của hình 8 mặt)	**Phát quang**	Rất khác nhau: –Loại không màu và vàng: chủ yếu màu lơ; –Màu nâu và phớt lục: thường màu lục
Vết vỡ	Vỏ sò đến không đều	**Phổ hấp thụ** – Không màu và màu vàng: – Màu nâu và phớt lục:	478, 465, 451, 435, 423, 415, 401, 390 (537), 504, (498)
Biến loại (màu sắc)	Không màu, vàng, nâu, đôi khi lục, lơ, hồng, đen	**Tổng hợp và xử lý**	– Các nhà sản xuất kim cương tổng hợp: General Electric, De Beers, Sumimoto, ... – Các phương pháp xử lý: chiếu xạ, hàn khe nứt, khoan laser, GE (dùng T và P cao)

Nguồn gốc: Magma (liên quan với các ống nổ kimberlit và lamproit) sa khoáng

Những nơi phân bố chính: Australia, Brasil, Trung Quốc, Nam Phi, Nga, Ấn Độ.

KORNERUPIN (KORNERUPINE) TÊN GỌI KHÁC: PRISMATIN (PRISMATINE)			
Thành phần	$Mg_4Al_6[(O,OH)_2]$ (BO_4) $[(SiO_4)_4]$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Mạnh: lục/vàng/nâu phớt đỏ
Dạng quen	Dạng lăng trụ dài	**Chiết suất**	1,660 – 1,699
Độ cứng Mohs	61/2 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,012 – 0,017; âm
Tỷ trọng	3,27 – 3,45	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,019)
Cát khai	Tốt	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	540, 503, 463, 446, 430
Biến loại (màu sắc)	Lục, lục nâu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Chưa rõ

Những nơi phân bố chính: Myanma, Canada, Kenya, Madagasca, Nam Phi, Sri Lanka, Tanzania

KYANIT (KYANITE) TÊN GỌI KHÁC: DISTEN (DISTHENE)			
Thành phần	Al_2SiO_5	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt, đục	**Đa sắc**	Mạnh: không màu/lam/lam đậm
Dạng quen	Tinh thể dạng lăng trụ dài, dẹt, dạng lưỡi dao	**Chiết suất**	1,710 – 1,734
Độ cứng Mohs	51/2 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,015 – 0,033; âm
Tỷ trọng	3,53 – 3,67	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,020)
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Yếu: đỏ
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	(706), (689), (671), (652), 446, 433
Biến loại (màu sắc)	Lam đến không màu, lam lục, nâu, trắng, vàng, hồng	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong nhiều đá biến chất, đặc biệt là đá phiến và gneis

Những nơi phân bố chính: Myanma, Brasil, Kenya, Áo, Thuỵ Sỹ, Zimbabwe, Mỹ

LAPIS LAZULI (LAPIS LAZULI) LAZURIT (LAZURITE)			
Thành phần	Là một loại đá có thành phần lazurit (25–40%), hauynit, calcit, diopsit, pyrit...	**Màu vết vạch**	Lam nhạt
Hệ tinh thể	Lazurit: lập phương	**Ánh**	Nhựa đến thuỷ tinh
Độ trong suốt	Không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Tập hợp dạng khối	**Chiết suất**	Trung bình 1,50
Độ cứng Mohs	51/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	2,50 – 3,00	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Mạnh: trắng, ngoài ra: da cam, màu đồng
Vết vỡ	Vỏ sò, dạng hạt	**Phổ hấp thụ**	Không rõ ràng
Biến loại (màu sắc)	Lam, tím, lam phớt lục có các đốm trắng và các hạt pyrit	**Tổng hợp và xử lý**	– Lapis lazuli được tổng hợp bởi nhà sản xuất Gilson (Pháp) – Xử lý: tẩm bằng sáp, nhuộm màu, bọc bằng chất dẻo

Nguồn gốc: Tạo thành trong các đá vôi bị biến chất nhiệt

Những nơi phân bố chính: Afghanistan, Chile, Nga

LAZULIT (LAZULIT)			
Thành phần	$(Mg,Fe)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh đến xỉn
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Mạnh: không màu/lam đậm
Dạng quen	Tinh thể dạng giả tháp đôi, dạng tấm; khối đặc sít	**Chiết suất**	1,612 – 1,646
Độ cứng Mohs	51/2 – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,031 – 0,036; âm
Tỷ trọng	3,04 – 3,14	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không rõ đến tốt	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Không đều đến lỗ chỗ	**Phổ hấp thụ**	Không rõ ràng
Biến loại (màu sắc)	Lam đậm đến lam trắng, lục lam	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong các mạch thạch anh, pegmatit granit, trong các đá biến chất (metaquartzit).

Những nơi phân bố chính: Angola, Bolivia, Brasil, Ấn Độ, Madagasca, Áo, Thuỵ Điển, Mỹ

MALACHIT (MALACHITE)			
Thành phần	$Cu_2(OH)_2CO_3$	**Màu vết vạch**	Lục nhạt
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Lụa đến thuỷ tinh
Độ trong suốt	Không thấu quang	**Đa sắc**	Rất mạnh: hầu như không màu/vàng lục/lục tối
Dạng quen	Dạng khối đặc sít (hình núm vú)	**Chiết suất**	1,655 – 1,909
Độ cứng Mohs	31/2 – 4	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,254; âm
Tỷ trọng	3,25 – 4,10	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Lỗ chỗ, dạng vảy	**Phổ hấp thụ**	Không rõ ràng
Biến loại (màu sắc)	Lục nhạt đến lục tối, cấu tạo phân dải đồng tâm	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong đới oxy hoá các mỏ đồng, thường gặp cùng các khoáng vật đồng thứ sinh (azurit...)

Những nơi phân bố chính: Australia, Chile, Nam Phi, Mỹ, Nga, Zair, Zimbabwe

NEPHRIT (NEPHRITE) CÙNG VỚI JADEIT THUỘC NHÓM NGỌC JAT (JADE)			
Thành phần	$Ca(Mg,Fe)_5(OH,F)[Si_4O_{11}]_2$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Đục đến không thấu quang	**Đa sắc**	Yếu: vàng đến nâu/lục
Dạng quen	Tập hợp dạng sợi mảnh (đa tinh thể)	**Chiết suất**	1,600 – 1,627
Độ cứng Mohs	6 – 61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,027; âm Thường là không rõ
Tỷ trọng	2,90 - 3,03	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Lỗ chỗ, sắc cạnh; giòn	**Phổ hấp thụ**	(689), 509, 490, 460
Biến loại (màu sắc)	Trắng, lục, xám, phớt vàng, nâu, đen	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Biến chất, trong tiếp xúc giữa các đá xâm nhập với đá vôi và dolomit, trong đá phiến kết tinh

Những nơi phân bố chính: Canada, Trung Quốc, New Zealand, Đài Loan, Mỹ, Brasil.

OPAL (OPAL)			
Thành phần	$SiO_2.nH_2O$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Vô định hình	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Tập hợp dạng thận hoặc quả nho	**Chiết suất**	1,37 – 1,52
Độ cứng Mohs	51/2 – 61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	1,98 – 2,50	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	– Opal trắng: phát màu trắng, phớt lơ, phớt nâu, phớt lục – Opal lửa: phớt lục đến nâu
Vết vỡ	Vỏ sò, không đều; giòn	**Phổ hấp thụ**	– Opal lửa: 700–640, 590–400
Biến loại (màu sắc)	Tất cả các màu (trắng, đen, da cam, không màu, hồng, vàng, lục, lam), một số có hiệu ứng ngũ sắc. Chia ra: – Opal quý: có hiện tượng ngũ sắc – Opal lửa: có màu da cam – Opal thường: không có hiện tượng ngũ sắc	**Tổng hợp và xử lý**	– Opal đã được một số nhà sản xuất tổng hợp (Gilson – Pháp; Inamorit – Nhật; Trung Quốc; Australia; Nga) – Opal được xử lý bằng phương pháp nhuộm dầu và tẩm sáp

Nguồn gốc: Hình thành ở nhiệt độ thấp từ nước giàu SiO_2, đặc biệt là xung quanh các nguồn khoáng nóng, đồng thời opal cũng có thể xuất hiện trong bất kỳ môi trường địa chất nào

Những nơi phân bố chính: Chủ yếu Australia (New South Wales, Queensland), Brasil, Mexico (opal lửa), Mỹ

PERIDOT (PERIDOT) TÊN GỌI KHÁC: CRYSOLIT (CHRYSOLITE), OLIVIN (OLIVINE)			
Thành phần	$(Mg,Fe)_2SiO_4$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	Rất yếu: không màu đến lục nhạt/ lục tươi/xanh ôliu
Dạng quen	Dạng lăng trụ, có vết khía thẳng đứng	**Chiết suất**	1,650 – 1,703
Độ cứng Mohs	61/2 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,036 – 0,038; dương
Tỷ trọng	3,28 – 3,48	**Biến thiên chiết suất**	Trung bình (0,020)
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò; giòn	**Phổ hấp thụ**	497, 495, 493, 473, 453
Biến loại (màu sắc)	Vàng lục, màu xanh ôliu, nâu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong các đá xâm nhập mafic và siêu mafic, ngoài ra cũng xuất hiện trong đá hoa

Những nơi phân bố chính: Ai Cập (đảo Zebirget), Myanma; ngoài ra: Australia, Brasil, Trung Quốc, Mexico, Na Uy, Mỹ

Ở Việt Nam: Tây Nguyên (mỏ Hàm Rồng, Gia Lai)

PETALIT (PETALITE)			
Thành phần	$LiAlSi_4O_{10}$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh đến xà cừ
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Tinh thể dạng tấm, dạng cột	**Chiết suất**	1,502 – 1,519
Độ cứng Mohs	6 – 61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,012 – 0,017; dương
Tỷ trọng	2,30 – 2,50	**Biến thiên chiết suất**	Không rõ
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Yếu: da cam
Vết vỡ	Á vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	(454)
Biến loại (màu sắc)	Không màu, hồng, phớt vàng	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Tạo thành trong các đá magma axit rất thô, đi cùng thạch anh, lepidolit, spodumen

Những nơi phân bố chính: Australia, Brasil, Italia, Namibia, Thuỵ Điển, Zimbabwe, Mỹ

PHENAKIT (PHENAKITE) TÊN GỌI KHÁC: PHENAXIT (PHENACITE)			
Thành phần	$BeSiO_4$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	Rõ: không màu/da cam vàng
Dạng quen	Dạng lăng trụ và dạng tấm	**Chiết suất**	1,650 – 1,670
Độ cứng Mohs	71/2 – 8	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,016; dương
Tỷ trọng	2,95 – 2,97	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,015)
Cát khai	Tốt	**Phát quang**	Phớt lục nhạt, lơ
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Không màu, vàng, hồng	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong các mạch nhiệt dịch và trong các đá pegmatit, greisen, một số đá phiến

Những nơi phân bố chính: Châu Phi, Brasil, Mexico, Mỹ, Nga

PRENIT (PREHNITE)			
Thành phần	$Ca_2Al_2Si_3O_{10}(OH)_2$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh đến xà cừ
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Tinh thể dạng lăng trụ, dạng tấm, tháp	**Chiết suất**	1,611 – 1,669
Độ cứng Mohs	6 – 61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,021 – 0,039; dương
Tỷ trọng	2,90 – 2,95	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Rõ	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	438
Biến loại (màu sắc)	Vàng lục, nâu vàng, trắng, không màu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Tạo thành trong các lỗ hổng trong dung nham bazan

Những nơi phân bố chính: Australia, Trung Quốc, Scotland, Nam Phi, Mỹ

PYRIT (PYRITE)			
Thành phần	FeS_2	**Màu vết vạch**	Lục đen
Hệ tinh thể	Lập phương	**Ánh**	Kim loại
Độ trong suốt	Không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Khối lập phương, hình tám mặt, 12 mặt	**Chiết suất**	> 1,81
Độ cứng Mohs	6 – 61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	5,00 – 5,20	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò, không đều; giòn	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Vàng, vàng xám	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Tạo thành các tinh thể đẹp cùng sphalerit và các sunfua khác trong các mạch nhiệt dịch

Những nơi phân bố chính: Khắp nơi trên thế giới

RODOCROSIT (RHODOCHROSITE)			
Thành phần	$MnCO_3$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng khối bình hành, thường tập hợp đặc sít	**Chiết suất**	1,60 – 1,820
Độ cứng Mohs	4	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,208 – 0,220; âm
Tỷ trọng	3,45 – 3,70	**Biến thiên chiết suất**	0,015
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Yếu: đỏ
Vết vỡ	Không đều, vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	551, 449, 415
Biến loại (màu sắc)	Đỏ hồng, hồng thịt. Tập hợp đặc sít thường có cấu tạo phân dải.	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong các mạch nhiệt dịch và trong các mỏ mangan bị biến đổi

Những nơi phân bố chính: Argentina (đặc sít), Nam Phi (trong suốt)

RODONIT (RHODONITE)			
Thành phần	$MnSiO_3$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Rõ: vàng đỏ/đỏ hồng/đỏ vàng
Dạng quen	Dạng khối đặc sít, tinh thể hiếm (dạng cột)	**Chiết suất**	1,716 – 1,752
Độ cứng Mohs	51/2 – 61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,010 – 0,014; dương
Tỷ trọng	3,40 – 3,74	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Không đều, vỏ sò, thô	**Phổ hấp thụ**	548, 503, 455, (412), (408)
Biến loại (màu sắc)	Đỏ thẫm, có các bao thể đen dạng cành cây (ôxit Mn)	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong các đá biến chất giầu mangan và trong các đá trầm tích bị biến chất trao đổi (skarn, đá hoa,...)

Những nơi phân bố chính: Australia (trong suốt), Mexico, Nam Phi, Thuỵ Điển, Mỹ, Nga

RUTIL (RUTILE)			
Thành phần	TiO_2	**Màu vết vạch**	Vàng, da cam, nâu
Hệ tinh thể	Bốn phương	**Ánh**	Kim cương đến ánh kim
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Không đặc trưng
Dạng quen	Dạng lăng trụ và đặc sít	**Chiết suất**	2,610 – 2,900
Độ cứng Mohs	6 – 61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,287; dương
Tỷ trọng	4,20 – 4,30	**Biến thiên chiết suất**	Rất cao (0,28)
Cát khai	Rõ (theo mặt lăng trụ)	**Phát quang**	Không rõ
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	
Biến loại (màu sắc)	Đỏ, đỏ nâu, phớt vàng, đen	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Là khoáng vật phụ trong nhiều đá xâm nhập, ngoài ra còn gặp trong các đá biến chất (đá phiến, gneis)

Những nơi phân bố chính: Brasil, Pháp, Italia, Madagasca, Mỹ, Nga

SCAPOLIT (SCAPOLITE)			
Thành phần	$(Ca,Na)_4[(Co_3,Cl)][(Si,Al)_6Si_{15}O_{24}Cl)]$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Bốn phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	Mạnh trong các viên màu nâu, yếu hơn trong các viên màu lục
Dạng quen	Dạng lăng trụ và khối đặc sít	**Chiết suất**	1,502 – 1,519
Độ cứng Mohs	51/2 – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,0012 – 0,017; âm
Tỷ trọng	2,57 – 2,74	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,017)
Cát khai	Hoàn toàn: theo 2 phương, rõ: theo phương thứ ba	**Phát quang**	S hồng: phát màu da cam, hồng; S vàng: tím, lơ đỏ
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	663, 652
Biến loại (màu sắc)	Không màu, hồng, vàng, lơ tím	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong các đá xâm nhập bị biến đổi từ thành phần mafic ban đầu, và trong các đá biến chất cao như đá phiến và gneis

Những nơi phân bố chính: Brasil, Madagasca, Mozambic, Myanma, Sri Lanka

SERPENTIN (SERPENTINE)			
Thành phần	$Mg_6(OH)_8[Si_4O_{10}]$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Ánh dầu đến ánh lụa
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Tập hợp vi tinh thể	**Chiết suất**	1,560 – 1,571
Độ cứng Mohs	21/2 – 51/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,008 – 0,014; dương
Tỷ trọng	2,44 – 2,62	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Wiliamsit: yếu (phớt lục)
Vết vỡ	Vỏ sò, lỗ chỗ; dai	**Phổ hấp thụ**	Bowenit: 492, 464
Biến loại (màu sắc)	– Bastit: S lấp lánh ánh lụa. – Bowenit: S màu xanh táo. – Wiliamsit: S màu lục ánh dầu.	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Do biến đổi nhiệt dịch các đá siêu mafic chứa olivin và pyroxen; ngoài ra còn gặp trong các đới biến chất nhiệt của đá vôi dolomit

Những nơi phân bố chính: Afghanistan, Trung Quốc, New Zealand, Mỹ.

SERUSIT (CERUSSITE)			
Thành phần	$PbCO_3$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Ánh lửa (kim cương)
Độ trong suốt	Trong suốt, đục	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng cột, dạng tấm	**Chiết suất**	1,804 – 2,079
Độ cứng Mohs	3 – 31/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,274; âm
Tỷ trọng	6,46 – 6,57	**Biến thiên chiết suất**	Cao (0,055)
Cát khai	Tốt	**Phát quang**	Phát màu vàng, hồng, lục, phớt lơ
Vết vỡ	Vỏ sò, không đều; rất giòn	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Không màu, xám, phớt nâu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Trong đới ôxy hoá quặng chì (Pb)

Những nơi phân bố chính: Australia, Italia, Áo, Namibia, Zambia, Scotland, Mỹ

SIELIT (SCHEELITE)			
Thành phần	$CaWO_4$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Bốn phương	**Ánh**	Thuỷ tinh đến kim cương
Độ trong suốt	Trong suốt, đục	**Đa sắc**	Không rõ ràng
Dạng quen	Tinh thể giả hình 8 mặt và tháp đôi; khối đặc sít	**Chiết suất**	1,918 – 1,937
Độ cứng Mohs	41/2 – 5	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,031; âm
Tỷ trọng	5,90 – 6,30	**Biến thiên chiết suất**	Không rõ
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Mạnh: lục nhạt, lục
Vết vỡ	Vỏ sò; giòn	**Phổ hấp thụ**	688, (650)
Biến loại (màu sắc)	Vàng, nâu, đa cam, không màu	**Tổng hợp và xử lý**	Sielit tổng hợp bằng phương pháp Verneuil từ năm 1963

Nguồn gốc: Hình thành trong các mạch nhiệt dịch, trong các đá biến chất tiếp xúc, trong pegmatit. Gặp trong sa khoáng

Những nơi phân bố chính: Nhật Bản, Triều Tiên, Mexico, Sri Lanka, Mỹ

SINHALIT (SINHALITE)			
Thành phần	$Mg(Al,Fe)BO_4$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Rõ: lục/nâu nhạt/nâu tối
Dạng quen	Dạng khối đặc sít, tinh thể hiếm	**Chiết suất**	1,665 – 1,712
Độ cứng Mohs	61/2 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,036 – 0,042; âm
Tỷ trọng	3,46 – 3,50	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,018)
Cát khai	Không	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	526, 492, 475, 463, 452
Biến loại (màu sắc)	Vàng nâu, lục nâu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Chưa được nghiên cứu rõ
Những nơi phân bố chính: Sri Lanka.

SMITSOLIT (SMITHSOLITE)			
Thành phần	$ZnCO_3$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba phương/sáu phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Đục đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Các tinh thể dạng khối bình hành; tập hợp dạng khối đặc sít	**Chiết suất**	1,621 – 1,849
Độ cứng Mohs	4 – 41/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,228; âm
Tỷ trọng	4,00 – 4,65	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,014 – 0,031)
Cát khai	Hoàn toàn: theo các mặt trực thoi	**Phát quang**	Lơ trắng, hồng, nâu
Vết vỡ	Á vỏ sò đến không đều; giòn	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Lục nhạt, lơ nhạt, hồng	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong đới ôxi hoá các mỏ đồng–kẽm, gặp cùng malachit, azurit, serusit, hemimorphit
Những nơi phân bố chính: Australia, Mexico, Namibia, Tây Ban Nha, Mỹ

SODALIT (SODALITE)			
Thành phần	$Na_8[Cl_2(AlSiO_4)_6]$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Lập phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng khối đặc sít, hình mười hai mặt	**Chiết suất**	1,48
Độ cứng Mohs	51/2 – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	
Tỷ trọng	2,14 – 2,40	**Biến thiên chiết suất**	0,018 (0,009)
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	Mạnh: da cam
Vết vỡ	Không đều, vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Lam, trắng, xám	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong một số đá xâm nhập nhất là đá syenit

Những nơi phân bố chính: Brasil, Canada, Namibia, Mỹ

SPHALERIT (SPHALERITE)			
Thành phần	ZnS	**Màu vết vạch**	Phớt vàng đến nâu nhạt
Hệ tinh thể	Lập phương	**Ánh**	Ánh dầu đến kim cương
Độ trong suốt	Trong suốt, đục	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Các tinh thể dạng hình bốn mặt và mười hai mặt thoi; dạng khối đặc sít, dạng hạt.	**Chiết suất**	2,368 ÷ 2,371
Độ cứng Mohs	31/2 – 4	**Lưỡng chiết và dấu quang**	
Tỷ trọng	3,90 – 4,10	**Biến thiên chiết suất**	Rất cao (0,156)
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Vàng da cam, đỏ
Vết vỡ	Không đều; giòn	**Phổ hấp thụ**	690, 667, 651
Biến loại (màu sắc)	Vàng, phớt đỏ, phớt lục, không màu	**Tổng hợp và xử lý**	Đã có sphalerit tổng hợp xuất hiện trên thị trường

Nguồn gốc: Hình thành trong các mạch nhiệt dịch, thường đi kèm dolomit, thạch anh, pyrit, calcit...

Những nơi phân bố chính: Canada, Mexico, Namibia, Tây Ban Nha, Mỹ, Zair

SPHEN (SPHENE) TÊN GỌI KHÁC: TITANIT (TITANITE)			
Thành phần	$CaTiSiO_5$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Ánh nhựa đến á kim cương
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Mạnh: không màu/vàng phớt lục/phớt đỏ
Dạng quen	Các tinh thể dạng nêm, dẹt, song tinh	**Chiết suất**	1,843 – 2,110
Độ cứng Mohs	5 – 51/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,100 – 0,192; dương
Tỷ trọng	3,52 – 3,54	**Biến thiên chiết suất**	Cao (0,051)
Cát khai	Tốt	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò; giòn	**Phổ hấp thụ**	586, 582
Biến loại (màu sắc)	Vàng, nâu, lục, phớt đỏ	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Là khoáng vật phụ trong nhiều đá xâm nhập

Những nơi phân bố chính: Áo, Brasil, Canada, Madagasca, Mexico, Sri Lanka, Thuỵ Sỹ, Mỹ

SPINEL (SPINEL)			
Thành phần	$MgAl_2O_4$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Lập phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Hình tám mặt, song tinh, hình mười hai mặt	**Chiết suất**	1,712 – 1,762
Độ cứng Mohs	8	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	3,54 ~ 3,63	**Biến thiên chiết suất**	Trung bình (0,020)
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	Sp đỏ: phát quang mạnh, màu đỏ; Sp lam: yếu, màu phớt đỏ, lục

Vết vỡ	Vỏ sò, không đều	**Phổ hấp thụ**	Sp đỏ và hồng: 685, 684, 675, 665, 656, 650, 642, 632, 595–490, 465, 455
Biến loại (màu sắc)	Đỏ, vàng, nâu, lam, lục, đen	**Tổng hợp và xử lý**	– Sp tổng hợp: bằng các phương pháp: Verneuil, Czochralski, chất trợ dung – Xử lý: nhiệt

Nguồn gốc: Chủ yếu gặp trong các đá hoa cùng corindon

Những nơi phân bố chính: Brasil, Campuchia, Sri Lanka, Myanma, Thái Lan, Mỹ, Nga

Ở Việt Nam: Lục Yên, Tân Hương, Trúc Lâu (Yên Bái), Quỳ Châu (Nghệ An) và Tây Nguyên

SPODUMEN (SPODUMENE)			
Thành phần	$LiAl(SiO_3)_2$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	Mạnh: Sp hồng (tím/đỏ nhạt/không màu); Sp lục (lơ lục/lục/vàng lục)
Dạng quen	Dạng lăng trụ, dạng tấm	**Chiết suất**	1,660 – 1,681
Độ cứng Mohs	7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,014 – 0,016; dương
Tỷ trọng	3,18	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,017)
Cát khai	Hoàn toàn (theo 2 phương gần vuông góc)	**Phát quang**	– Kunzit: mạnh (vàng đỏ, da cam). – Hidenit: rất yếu (đỏ vàng).
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	– Hidenit: 690, 686, 669, 646, 620, 437, 433 – Không đặc trưng.
Biến loại (màu sắc)	–Kunzit (kunzite): màu hồng. –Hidenit (hiddenite): vàng, lục.	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong pegmatit granit, gặp cùng các khoáng vật pegmatit khác như felspat, muscovit, biotit, thạch anh, beryl, turmalin, topaz

Những nơi phân bố chính:

–Hidenit: Mỹ.

–Kunzit: Afghanistan, Myanma, Brasil, Madagasca

STEATIT (STEATITE) TÊN GỌI KHÁC: ĐÁ XÀ PHÒNG (SOAPSTONE)			
Thành phần	Silicat magiê ngậm nước	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Một nghiêng	**Ánh**	Sáp
Độ trong suốt	Đục đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng khối đặc sít	**Chiết suất**	1,550
Độ cứng Mohs	1	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	2,50 – 2,80	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Đều	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Vàng, phớt lục, nâu, phớt đỏ	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Chưa rõ

Những nơi phân bố chính: Canada, Trung Phi, Ấn Độ, Zimbabwe

THẠCH ANH (QUARTZ)			
Thành phần	SiO_2	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Yếu (hầu hết biến loại) đến rõ (TA ám khói)
Dạng quen	Dạng lăng trụ 6 phương, có các vết khía dọc	**Chiết suất**	1,544 – 1,553
Độ cứng Mohs	7 Ngọc bích (jasper): 61/2 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,009; dương
Tỷ trọng	2,65 (2,58 – 2,91)	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,013)
Cát khai	Không	**Phát quang**	Hầu hết là không
Vết vỡ	Vỏ sò đến không đều	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng

Biến loại (màu sắc)	– TA pha lê (rock crystal): không màu – Amethyst (amethyst): tím – Citrin (citrine): vàng – TA hồng: hồng – Prasiolit (prasiolite): lục – TA ám khói (smoky Q): nâu đến đen – TA mắt mèo, TA mắt hổ, TA mắt chim ưng: có các hiệu ứng tương ứng. – Ngọc bích (jasper): TA đa tinh thể, nâu phớt đỏ, hồng, vàng. – Gỗ hoá đá (petrified wood): gỗ cây được thay thế bằng TA. – TA vi tinh thể: xem canxedon.	**Tổng hợp và xử lý**	– TA chỉ được tổng hợp bằng phương pháp thuỷ nhiệt. Những nhà sản xuất TA tổng hợp chủ yếu là: Nga (Novosibirsk) – Xử lý nhiệt, chiếu xạ, nhuộm màu

Nguồn gốc: Thường gặp trong các đá magma, biến chất và trầm tích, trong pegmatit và các mạch nhiệt dịch

Những nơi phân bố chính: Khắp nơi trên thế giới; trừ TA mắt hổ, TA mắt chim ưng chủ yếu khai thác ở Nam Phi, và TA mắt mèo từ Ấn Độ

THUỶ TINH TỰ NHIÊN (NATURAL GLASSES)			
Thành phần	SiO_2 chứa nhiều nguyên tố khác nhau	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Vô định hình	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng khối đặc sít	**Chiết suất**	1,450 – 1,550
Độ cứng Mohs	5 – 6	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	2,20 – 3,00	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	Không
Biến loại (màu sắc)	– Moldavit (moldavite): màu lục, nâu; trong suốt đến đục. – Obsidian: đen, xám, nâu, lục; trong suốt đến không thấu quang. – Tectit (tectite): thuỷ tinh tự nhiên có hàm lượng SiO_2 cao.	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: magma (núi lửa), thiên thạch

Những nơi phân bố chính: Cộng hoà Sec (moldavit), Mỹ, Mexico, Guatemala, Hawaii, Nhật Bản, Aixolen...

TOPAZ (TOPAZ)			
Thành phần	$Al_2(F,OH)_2[SiO_4]$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến đục	**Đa sắc**	Rõ đến mạnh, phụ thuộc vào độ đậm của màu.
Dạng quen	Dạng lăng trụ	**Chiết suất**	1,609 – 1,643 – Topaz không màu, nâu, lơ, vàng: 1,61–1,62. –Topaz đỏ, hồng, da cam: 1,63–1,64.
Độ cứng Mohs	8	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,008 – 0,016; dương
Tỷ trọng	3,49 – 3,57	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,014)
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Yếu: Topaz đỏ, hồng, vàng có thể phát màu vàng da cam
Vết vỡ	Vỏ sò, không đều	**Phổ hấp thụ**	T đỏ và hồng: 683
Biến loại (màu sắc)	Không màu, vàng, đỏ nâu, lơ nhạt, hồng đỏ, đỏ, tím, lục nhạt.	**Tổng hợp và xử lý**	– Topaz chưa được con người tổng hợp – Các phương pháp xử lý T là: *Chiếu xạ: T màu lục, đỏ, vàng → lơ *Nhiệt: T phớt nâu đỏ → hồng

Nguồn gốc: Chủ yếu hình thành trong pegmatit, ngoài ra còn gặp trong các mạch, lỗ hổng trong đá granit. Thường đi cùng thạch anh

Những nơi phân bố chính: Brasil, Afghanistan, Australia, Myanma, Nhật Bản, Madagasca, Mexico, Namibia, Nigeria, Pakistan, Nga, Zimbabwe, Sri Lanka, Mỹ

TURMALIN (TOURMALINE)			
Thành phần	Silicat phức của Al, Mg và Fe.	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	– T lục: Mạnh (lục xẫm/vàng lục). – T lơ: Mạnh (lơ đậm/lơ nhạt). – T đỏ và nâu: Rõ.
Dạng quen	Lăng trụ ba mặt dài với các vết khía dọc	**Chiết suất**	1,614 – 1,666
Độ cứng Mohs	7 – 71/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,014 – 0,032; âm
Tỷ trọng	2,82 – 3,32	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,018)
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	Yếu đến không
Vết vỡ	Không đều, vỏ sò; giòn	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Không màu, hồng, đỏ, vàng, nâu, đen, nhiều màu. Gồm rất nhiều biến loại với tên gọi khác nhau.	**Tổng hợp và xử lý**	– T chưa được con người tổng hợp – Xử lý nhiệt: T lục phớt lam → lục –Chiếu xạ: T hồng nhạt → hồng đậm

Nguồn gốc: Hình thành trong các đá granit và pegmatit, ngoài ra là trong các đá biến chất. Thường đi kèm beryl, zircon, thạch anh và felspat

Những nơi phân bố chính: Brasil, Mỹ, Namibia, Madagasca, Kenya, Myanma, Sri Lanka, Nga

ULEXIT (ULEXITE)			
Thành phần	$NaCaB_5O_6(OH)_6.5H_2O$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Ba nghiêng	**Ánh**	Ánh lụa
Độ trong suốt	Trong suốt, đục	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Các tinh thể hình kim, tập hợp dạng sợi	**Chiết suất**	1,491 – 1,520
Độ cứng Mohs	2 – 21/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,029; dương
Tỷ trọng	1,65 – 1,95	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Lục vàng, lơ
Vết vỡ	Không đều (dạng sợi)	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Trắng, có hiệu ứng mắt mèo	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong các bồn muối

Những nơi phân bố chính: Argentina, Chile, Canada, Kazacstan, Nga và Mỹ

VARIXIT (VARISCITE)			
Thành phần	$Al(PO_4).2H_2O$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	
Độ trong suốt	Đục đến không thấu quang	**Đa sắc**	
Dạng quen	Các tinh thể hình kim ngắn; tập hợp dạng đặc sít	**Chiết suất**	1,563 – 1,594
Độ cứng Mohs	4 – 5	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,031; âm
Tỷ trọng	2,42 – 2,58	**Biến thiên chiết suất**	Không rõ
Cát khai	Hoàn toàn	**Phát quang**	Mạnh: lục nhạt, lục
Vết vỡ	Vỏ sò, không đều; giòn	**Phổ hấp thụ**	688, (650)
Biến loại (màu sắc)	Vàng lục, lơ, phớt lơ, không màu	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được xử lý và tổng hợp

Nguồn gốc: Là khoáng vật thứ sinh, hình thành khi nước chứa P tác dụng với các đá giầu Al
Những nơi phân bố chính: Mỹ, Đức, Áo, Brasil, Australia

VESUVIAN (VESUVIANITE) TÊN GỌI KHÁC: IDOCRAS (IDOCRASE)			
Thành phần	$Ca_{10}(Mg,Fe)_2Al_4(OH)_4$ $\|(SiO_4)_5\|\ \|Si_2O_7\|_2$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Bốn phương	**Ánh**	Thuỷ tinh
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Yếu
Dạng quen	Dạng lăng trụ, khối	**Chiết suất**	1,700 – 1,723
Độ cứng Mohs	61/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,002 – 0,012; dương
Tỷ trọng	3,32 – 3,47	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,019)
Cát khai	Kém	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Không đều, nứt nẻ	**Phổ hấp thụ**	Lục: (528), 461; Nâu: 591, 588, 584, 582, 577, 574
Biến loại (màu sắc)	Tên gọi khác: Idocras (idocrase); màu xanh ôliu đến nâu phớt vàng. – Californit (californite): biến loại màu lục, đục mờ (giống ngọc jat).	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Hình thành trong đá vôi không tinh khiết bị biến chất tiếp xúc; ngoài ra còn gặp trong một vài đá xâm nhập (syenit nephelin)
Những nơi phân bố chính: Áo, Canada, Italia, Thuỵ Sỹ, Mỹ, Nga

ZIRCON (ZIRCON)			
Thành phần	$ZrSiO_4$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Bốn phương	**Ánh**	Thuỷ tinh đến á kim cương
Độ trong suốt	Trong suốt	**Đa sắc**	– Zircon lơ: rõ (lơ/vàng xám đến không màu) – Zircon vàng: rất yếu (vàng mật ong/nâu vàng)
Dạng quen	Lăng trụ kèm hình tháp	**Chiết suất**	1,810 – 2,024
Độ cứng Mohs	6 1/2 – 7 1/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,002 – 0,059; dương
Tỷ trọng	3,93 – 4,73	**Biến thiên chiết suất**	Cao (0,039)
Cát khai	Không rõ	**Phát quang**	– Zircon lơ: rất yếu (dam cam nhạt). – Zircon đỏ và nâu: yếu (vàng đậm).
Vết vỡ	Vỏ sò; rất giòn	**Phổ hấp thụ**	Zircon cao: 691, 689, 662, 660, 653, 621, 615, 589, 562, 537, 516, 484, 460, 433
Biến loại (màu sắc)	Không màu, vàng, nâu, da cam, đỏ, tím, lơ, lục. Người ta phân biệt: zircon cao, zircon trung bình và zircon thấp theo mức độ phá huỷ cấu trúc bên ttrong do hiện tượng phân rã phóng xạ.	**Tổng hợp và xử lý**	– Zircon chưa được con người tổng hợp – Zircon được xử lý nhiệt: phớt nâu → không màu, lơ

Nguồn gốc: Hình thành trong các đá xâm nhập như syenit, trong một số đá biến chất, trong nhiều đá trầm tích vụn

Những nơi phân bố chính: Australia, Campuchia, Việt Nam, Thái Lan, Pháp, Sri Lanka

ZOISIT (ZOISITE)			
Thành phần	$Ca_2(OH)_2Al_3(SiO_4)_3$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Trực thoi	**Ánh**	Thuỷ tinh đến á kim cương
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Rất mạnh: tím/lam/nâu hoặc vàng
Dạng quen	Lăng trụ	**Chiết suất**	1,691 – 1,700
Độ cứng Mohs	6 – 7	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,009; dương
Tỷ trọng	3,35	**Biến thiên chiết suất**	Thấp (0,012)
Cát khai	Hoàn toàn (theo hình đôi mặt)	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Không đều; giòn	**Phổ hấp thụ**	595, 528, 455
Biến loại (màu sắc)	– Tanzanit (tanzanite): zoisit lam, tím, trong suốt. – Thulit (thulite): loại zoisit không thấu quang, không màu. – Anyolit (anyolite): một loại đá zoisit chứa các bao thể ruby (đỏ) và horblend (đen).	**Tổng hợp và xử lý**	– Zoisit chưa được con người tổng hợp – Zoisit được xử lý nhiệt: màu nâu → màu lam (tanzanit)

Nguồn gốc: Hình thành trong nhiều loại đá, đặc biệt là các đá trầm tích biến chất và granit

Những nơi phân bố chính: Tanzania (lam), Na Uy, Australia và Nam Phi (thulit)

7.2. ĐÁ QUÝ NGUỒN GỐC HỮU CƠ

ĐÁ HUYỀN (JET) TÊN GỌI KHÁC: GAGAT (GAGATE)			
Thành phần	Lignit: một loại than chứa bitum có thể chế tác được	**Màu vết vạch**	Nâu đen
Hệ tinh thể		**Ánh**	Nhựa
Độ trong suốt	Đục đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng khối đặc sít	**Chiết suất**	1,640 – 1,680
Độ cứng Mohs	21/2 – 4	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	1,19 – 1,35	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Không
Vết vỡ	Vỏ sò	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Đen xẫm, nâu xẫm	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Nguồn gốc: Là một dạng gỗ hoá thạch trung gian giữa than bùn và than chứa bitum
Những nơi phân bố chính: Pháp, Đức, Tây Ban Nha, Anh, Mỹ, Nga

HỔ PHÁCH (AMBER) TÊN GỌI KHÁC: SUCINIT (SUCCINITE)			
Thành phần	Thành phần gần đúng: $C_{10}H_{16}O$	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	Vô định hình	**Ánh**	Thuỷ tinh, ánh nhựa
Độ trong suốt	Trong suốt đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng khối	**Chiết suất**	1,539 ÷ 1,545
Độ cứng Mohs	2 – 21/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	1,05 – 1,09 (hầu hết)	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Trắng phớt lơ đến vàng lục
Vết vỡ	Vỏ sò; giòn	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Vàng, nâu và nhiều màu khác (không màu, đỏ xẫm, đôi khi màu lục, lơ xám)	**Tổng hợp và xử lý**	– Hổ phách chưa được con người tổng hợp – Hổ phách được xử lý nhiệt hoặc ép dưới áp suất cao

Nguồn gốc: Là một loại nhựa hoá thạch (cứng) của loài cây thông *Pinus succinifera*, hình thành khoảng 5 – 50 tr. năm trước đây
Những nơi phân bố chính: Các nước ven biển Bantich (Nga, Ba Lan,...), Italia (Sicily), Rumani, Myanma, Dominica

MAI RÙA (TORTOISE SHELL)			
Thành phần	Thành phần chính là chất sừng (keratin)	**Màu vết vạch**	
Hệ tinh thể		**Ánh**	Xà cừ
Độ trong suốt	Không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen		**Chiết suất**	1,55
Độ cứng Mohs	21/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	1,29	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Những phần màu vàng phát màu trắng phớt lơ dưới LW
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Nâu, vàng, trắng	**Tổng hợp và xử lý**	Chưa được tổng hợp và xử lý

Những nơi phân bố chính: Loài rùa được sử dụng chủ yếu là đồi mồi sinh sống ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, đặc biệt là khu vực xung quanh Malaysia, Tây Ấn Độ và Brasil

NGÀ VOI (IVORY)			
Thành phần	Thành phần chủ yếu là $CaPO_4$ (chất ngà, men,...)	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể		**Ánh**	Ánh nhựa
Độ trong suốt	Đục đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng khối	**Chiết suất**	1,535 1,570
Độ cứng Mohs	2 – 3	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	1,70 – 2,00	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Màu xanh lơ
Vết vỡ	Dạng sợi	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Trắng ngà, màu kem	**Tổng hợp và xử lý**	– Chưa được tổng hợp – Xử lý nhiệt

Nguồn gốc: Trước kia nói đến ngà (ivory) là chỉ để cập đến ngà voi. Ngày nay, dưới tên gọi chung "ngà voi", ngoài ngà voi thực sự người ta còn xếp chung vào đó cả răng của kỳ lân, sư tử biển, lợn lòi, voi mamut,...

Odontolit là răng hoặc xương hoá thạch của một số động vật thời tiền sử đã tuyệt chủng như voi mamut, voi răng mấu, khủng long. M· odontolit tìm thấy ở Siberia, nam Pháp.

Những nơi phân bố chính: Chủ yếu là Châu Phi, một phần ở Ấn Độ, Myanma và Indonesia (Sumatra)

NGỌC TRAI (PEARL)			
Thành phần	$CaCO_3$ (86%), chất hữu cơ (12%) và nước (2%)	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	(Trực thoi)	**Ánh**	Xà cừ
Độ trong suốt	Đục đến không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Tròn, oval, bầu dục, quả lê, kỳ dị, không rõ ràng	**Chiết suất**	1,52 – 1,66 NT đen: 1,53 – 1,69
Độ cứng Mohs	21/2 – 41/2	**Lưỡng chiết và dấu quang**	Không
Tỷ trọng	2,60 – 2,85	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Yếu – Ngọc trai đen: phớt đỏ – Ngọc trai sông: mạnh (lục nhạt)
Vết vỡ	Không đều	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Trắng, hồng, màu bạc, màu kem, vàng, lục, lơ, đen	**Tổng hợp và xử lý**	– Ngọc trai đã được con người sản xuất (nuôi) từ những năm 20 của TK 20, cả trong nước mặn và nước ngọt. – Ngọc trai được xử lý bằng các phương pháp: tẩy màu, nhuộm màu, chiếu xạ.

Nguồn gốc: Ngọc trai được hình thành chủ yếu là trong các loài trai nước mặn và một số loài trai nước ngọt, và có thể trong một số loài ốc (ngọc ốc)

Những nơi phân bố chính: Vịnh Persic, vịnh Manaar (giữa Ấn Độ và Sri Lanka), Madagascar, Myanma, Philipin, Australia, Trung Mỹ và bắc của Nam Mỹ.

Những nước sản xuất ngọc trai nuôi chủ yếu hiện nay là Nhật Bản, Trung Quốc, Tahiti,...

Ở Việt Nam ngọc trai được nuôi ở nhiều nơi: Hạ Long, Nha Trang, Phú Yên,...

SAN HÔ (CORAL)			
Thành phần	$CaCO_3$ và các chất hữu cơ	**Màu vết vạch**	Trắng
Hệ tinh thể	(Ba phương)	**Ánh**	Ánh sáp
Độ trong suốt	Đục, không thấu quang	**Đa sắc**	Không
Dạng quen	Dạng cành cây	**Chiết suất**	1,486 – 1,658
Độ cứng Mohs	3 – 4	**Lưỡng chiết và dấu quang**	0,160 – 0,172 (san hô trắng và đỏ) ; âm
Tỷ trọng	2,60 – 2,70	**Biến thiên chiết suất**	Không
Cát khai	Không	**Phát quang**	Yếu: tím
Vết vỡ	Không đều, lỗ chỗ; giòn	**Phổ hấp thụ**	Không đặc trưng
Biến loại (màu sắc)	Đỏ, hồng, trắng, đen, lơ, vàng	**Tổng hợp và xử lý**	– San hô chưa được con người tổng hợp – San hô được xử lý: nhuộm màu, nhiệt, chiếu xạ

Những nơi phân bố chính: San hô được tìm thấy dọc bờ tây Địa Trung Hải, trong Biển Đỏ, vịnh Biscay, các đảo Canary, quần đảo Malaysia, nhóm đảo Midway, Nhật Bản, Hawaii

Các loại đá quý được mô tả ở trên là tương đối thông dụng trên thị trường thế giới. Ngoài các đá quý trên, trong Bảng 7.1 dưới đây, tác giả còn cung cấp những thông tin cần thiết nhất về các đá quý hiếm gặp, cũng như các đá tổng hợp và sản phẩm nhân tạo. Thêm vào đó, một loại đá quý có thể có nhiều tên gọi khác nhau, ngoài tên gọi khoa học còn có thể có nhiều tên gọi lịch sử hoặc thương trường khác. Để giúp bạn đọc không bị nhầm lẫn, các tên gọi như vậy được sắp xếp theo vần chữ cái tiếng Việt và có các giải nghĩa cần thiết (Bảng 7.1).

Bảng 7.1. BẢNG TÊN GỌI CỦA CÁC NHÓM, CÁC LOẠI, BIẾN LOẠI VÀ TÊN GỌI THƯƠNG TRƯỜNG CỦA ĐÁ QUÝ

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Acroit	Biến loại không màu của turmalin	Achoroite – tourmaline
Actinolit – xem nephrit	Xem bảng mô tả	Actinolite
Adamit	$Zn_2(AsO_4)(OH)$, hệ một nghiêng Không màu, lục nhạt, lục phớt vàng. H = 3 1/2 ; D = 4,32–4,48 n = 1,708–1,773	Adamite
Adula – xem felspat	Một khoáng vật thuộc nhóm felspat	Adularia
Agalmatolit – xem pyrophylit	Một biến loại của pyrophilit	Agalmatolite – pyrophyllite
Agat – xem mã não	Một biến loại của thạch anh ẩn tinh	Agate – chalcedony
Albit – xem felspat	Một khoáng vật thuộc nhóm felspat	Albite – feldspar
Alexandrit	Một biến loại của chrysoberyl	Alexandrite
Almandin (granat)	Một khoáng vật trong nhóm granat	Almandine (garnet)
Amazonit (felspat)	Biến loại màu lục của microclin	Amazonite (feldspar)
Amethyst – xem thạch anh	Thạch anh màu tím	Amethyst – quartz
Ametrin	Một biến loại của thạch anh	Ametrine – quartz
Amonit	Một loại vỏ trai bị thay thế bởi pyrit	Ammonite
Analcim	$NaAlSi_2O_6.H_2O$, hệ lập phương Trong suốt đến bán trong, không màu, trắng, phớt lục, phớt đỏ H = 5–5 1/2 ; D = 2,3 Biến loại: polucit	Analcime
Anatas	TiO_2, hệ bốn phương Màu lam, vàng sáng đến nâu, ánh kim cương H = 5 1/2 – 6 ; D = 3,8–3,9 Khoáng vật sưu tập	Anatase

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Andalusit	Xem bảng mô tả	Andalusite
Andradit (demantoit, granat)	Một khoáng vật trong nhóm granat	Andradite (Demantoid, garnet)
Anglesit	$PbSO_4$, hệ trực thoi Không màu đến trắng, xám, lục, nâu, đen H = 2 3/4–3 D = 6,3	Anglesite
Anorthit – xem felspat	Một khoáng vật thuộc nhóm felspat	Anorthite – feldspar
Antigorit	Xem serpentin	Antigorite
Antraxit – xem đá huyền	Than hoá thạch chứa bitum Màu đen, ánh cao; H = 2 1/2–4; D = 1,30–1,35; n = 1,64–1,68	Anthracite
Apatit	Xem bảng mô tả	Apatite
Apophylit	Silicat K–Ca ngậm nước. Tinh hệ bốn phương. Màu hồng. H = 4 1/2 –5 ; D = 2,3 – 2,5 n = 1,536 Sử dụng làm đá sưu tập	Apophyllite
Aquamarin (xem beryl)	Biến loại màu lơ của beryl	Aquamarine (beryl)
Axinit	Xem bảng mô tả	Axinite
Aventurin – xem thạch anh	Biến loại thạch anh màu lục (do các vảy fucsit) hoặc màu đỏ nâu, vàng nâu (do các vảy hematit)	Aventurine – quartz
Azurit	Xem bảng mô tả	Azurite
Barit	Xem bảng mô tả	Barite
Bastit	Phosphat Mn ngậm nước. Tinh hệ một nghiêng. Màu hồng, xám, vàng, nâu phớt đỏ D = 3.2; H = 3 1/2	Bastite
Bạc	Ag Màu bạc D = 10 – 12 ; H = 2 1/2 – 3	Silver

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Bạch kim	Màu xám bạc D =14 – 19 ; H = 4 – 4 1/2 Một kim loại quý	Platinum
Benitoit	Xem bảng mô tả	Benitoite
Beryl (aquamarin, emerald, goshenit, heliodor...)	Xem bảng mô tả	Beryl (aquamarine, emerald, goshenite, heliodor...)
Beryl maxixe và kiểu maxixe	Loại aquamarin màu lơ đậm (tên gọi theo mỏ Maxixe ở Brasil)	Maxixe and maxixe – type beryl
Berylonit	Xem bảng mô tả	Berylonite
Bixbit – xem beryl	Biến loại beryl màu đỏ	Bixbite (red beryl) – beryl
Biruza (turquoise)	Xem bảng mô tả	Turquoise
Bích ngọc	Tên gọi thương trường ở Việt Nam của saphir	
Bowenit	Biến loại màu lục tươi của serpentin, thường chứa các đốm trắng	Bowenite
Brazilianit	Xem bảng mô tả	Brazilianite
Calcit	Xem bảng mô tả	Calcite
Californit	Tập hợp của idocras và grosular. Màu lục táo D = 3.3 ; H = 5 1/2 – 7 1/2 n_D = 1,7 Có thể mài facet	Californite
Cancrinit	Khoáng silicat, tinh hệ sáu phương. Không màu, màu vàng, trắng, phớt đỏ, tím. H= 5 – 6; D = 2 1/2 Khoáng vật sưu tập	Cancrinite
Canxedon	Xem bảng mô tả	Chalcedony
Carnelian – xem canxedon	Loại canxedon màu đa cam phớt đỏ	Carnelian
Casiterit	Xem bảng mô tả	Cassiterite

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Cẩm thạch	Tên gọi thương trường ở Việt Nam của ngọc jat	
Celestin	$SrSO_4$. Không màu, màu trắng, nâu đỏ, da cam, lơ sáng, ánh thuỷ tinh H = 3 – 3 1/2 ; D = 3,9 – 4,0	Celestine, celestite
Cerusit	$PbCO_3$, tinh hệ: trực thoi, không màu, trắng, ánh kim cương H = 3 – 3 1/2 ; D = 6,5	Cerussite
Chiastolit – xem andalusit	Một biến loại của andalusit	Chiastolite – andalusite
Chondrodit	Hệ một nghiêng, màu vàng đến nâu sẫm phớt đỏ, ánh nhựa, cát khai kém H = 6 – 6 1/2; D = 3,14 Khoáng vật sưu tập	Chondrodite
Chrysoberyl (alexandrit, cimophan)	Xem bảng mô tả	Chrysoberyl (alexandrite, cymophane)
Chrysocola	Xem bảng mô tả	Chrysocolla
Chrysolit	Tên gọi khác của peridot	Chrysolite – peridot
Chrysopras – xem canxedon	Biến loại màu lục của canxedon	Chrysoprase – chalcedony
Citrin – xem thạch anh	Biến loại thạch anh màu vàng	Citrine – quartz
Clinochlor	Thuộc nhóm chlorit, một silicat của Mg, Fe–Al ngậm nước. Hệ một nghiêng, màu lục lơ, vàng, đôi khi trắng, ánh xà cừ, cát khai hoàn toàn. H = 2 – 2 1/2; D = 2,6 – 2,8 Khoáng vật sưu tập	Clinochlore
Cordierit	Xem bảng mô tả	Cordierite
Corindon (ruby, saphir)	Xem bảng mô tả	Corundum (ruby, sapphire)
Cuprit	Oxit đồng màu đỏ, Cu_2O	Cuprite
CZ	Sản phẩm nhân tạo, ZrO_2. Hệ lập phương, đủ màu khác nhau. Thường phát quang màu da cam hoặc màu vàng	CZ

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
CZ (tiếp)	dưới tia cực tím H = 8 1/2; D = 5,8 ± 0,2 n = 2,15 ± 0,03 Dùng để thay thế kim cương và các đá màu khác nhau. Tên gọi khác: zirconia, oxyt zirconi lập phương, fianit, djevalit	
Danburit	Xem bảng mô tả	Danburite
Datolit	$CaB(OH)[SiO_4]$, màu phớt lục, vàng hoặc không màu	Datolite
Demantoit – xem granat	Biến loại màu lục của andradit (một khoáng vật của nhóm granat)	Demantoid
Dicroit – xem cocdierit	Tên gọi khác của khoáng vật cordierit	Dichroite – cordierite
Diopsit	Xem bảng mô tả	Diopside
Dioptas	Xem bảng mô tả	Dioptase
Djevalit – xem CZ	Tên gọi khác của CZ	Djevalite
Dravit – xem turmalin	Loại turmalin chứa Mg	Dravite – tourmaline
Dumortierit	Xem bảng mô tả	Dumorterite
Đá bọt – xem steatit	Xem bảng mô tả	Soapstone
Đá huyền	Một loại than hoá thạch chứa bitum. Tên gọi khác: gagat	Jet
Đá máu (huyết ngọc)	Biến loại của canxedon màu lục xẫm và chứa các đốm màu đỏ	Bloodstone – heliotrop
Đá Mặt Trăng	Biến loại có hiệu ứng ánh trăng thu của khoáng vật adular (nhóm felspat)	Moonstone
Đá Mặt Trời – xem felspat	Biến loại màu nâu đỏ của oligoclas	Sunstone (oligoclase)
Đá Thổ Nhĩ Kỳ	Tên gọi khác của biruza	Turquoise
Đá xà phòng – xem pyrophylit	Một biến loại của pyrophylit	Soapstone – pyrophyllite
Ekanit	Màu lục, ánh thuỷ tinh H = 5 – 6 1/2; D = 3,28 n = 1,597 Gặp ở Sri Lanka, có tính phóng xạ, là khoáng vật sưu tập	Ekanite

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Elbait – xem turmalin	Biến loại turmalin giầu Li	Elbaite – tourmaline
Emerald – xem beryl	Biến loại màu lục của beryl	Emerald – beryl
Enstatit	Xem bảng mô tả	Enstatite
Epidot	Xem bảng mô tả	Epidot
Euclas	Xem bảng mô tả	Euclase
Fabulit – xem titanat stronxi	$SiTiO_3$, dùng để thay thế kim cương và các đá màu khác nhau	Fabulite – titanate strontium
Felspat – xem amazonit, đá Mặt Trăng, oligoclas, orthoclas, đá Mặt Trời	Xem bảng mô tả	Feldspar – amazonite, moonstone, oligoclase, orthoclase, sunstone
Fianit – xem CZ	Tên gọi khác của CZ	Fianite – CZ
Fibrolit	Tên gọi khác của khoáng vật silimanit, $Al_2 SiO_5$, màu lơ nhạt, phớt lục, cát khai hoàn toàn, cấu trúc dạng sợi đặc trưng H = 7 1/2; D = 3,25 n = 1,665	Fibrolite
Fluorit	Xem bảng mô tả	Fluorite
Gagat – xem đá huyền	Một loại than hoá thạch chứa bitum. Tên gọi khác: gagat	Gagat – jet
GGG	Sản phẩm nhân tạo, $(Gd_3Ga_5)O_{12}$ – Granat Gadolini Gali, dùng để thay thế kim cương Hệ lập phương H = 6 1/2 – 7; D = 7,02 – 7,05 n = 2,03	GGG
Goshenit – xem beryl	Biến loại không màu của beryl	Goshenite – beryl
Gỗ hoá đá – xem thạch anh	Một loại gỗ hoá đá, thành phần ngọc bích, canxedon, đôi khi opal	Fossilized (petrified wood) quartz
Granat (almandin, andradit, grosular, pyrop, spesartin, uvarovit)	Xem bảng mô tả	Garnet – almandine, andradite, grossular, pyrop, spessartine, uvarovite
Grosular – xem granat	Một khoáng vật thuộc nhóm granat	Grossular – garnet

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Hambergit	$Be_2[(OH,F)]$ $[BO_3]$, không màu, trắng xám, trắng vàng H = 7 1/2; D = 2,35 n = 1,587 Δn = 0,072	Hambergite
Hauyn	$(Na,Ca)_{8-4}[SO_4]_2$; $[(AlSiO_4)_6]$. Hệ lập phương, màu lam, lam lục, lam trắng, ánh thuỷ tinh, trong suốt đến bán trong. D = 2,44 – 2,5 ; H = 5 1/2 – 6	Hauynite
Hạt xoàn	Tên gọi khác ở Việt Nam của kim cương	Diamond
Heliodor	Biến loại màu vàng của beryl	Heliodore - beryl
Heliotrop	Biến loại của canxedon màu lục xẫm và chứa các đốm màu đỏ	Heliotrop
Hematit	Xem bảng mô tả	Hematite
Hemimorphit	Xem bảng mô tả	Hemimorphite
Herderit	$Ca,Be[PO_4]$ (F,OH). Hệ một nghiêng, màu phớt lơ, ánh thuỷ tinh, trong suốt đến đục. H = 5–5 1/2; D = 2,95–3,02	Herderite
Hesonit - xem grosular	Biến loại màu đỏ nâu của khoáng vật grosular	Hessonite – grossular
Hidenit - xem spodumen	Biến loại màu vàng lục, lục vàng và vàng của spodumen	Hiddenite – spodumene
Hoàng ngọc	Tên gọi khác của topaz vàng	Topaz
Horblend	Khoáng vật thuộc nhóm amphibol. Hệ một nghiêng, màu vàng nâu, lục, đen, bán trong đến đục. H = 5–6; D = 2,9–3,4 Loại giầu Al có tên gọi là pargasit. Là thành phần của các đá biến chất và đá xâm nhập	Horblend
Hồng ngọc	Tên gọi thương trường ở Việt Nam của ruby	
Hổ phách	Xem bảng mô tả	Amber

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Howlit	$Ca_2[(SiB_5O)_9(OH)_5]$, màu trắng tuyết	Howlite
Huyết ngọc	Tên gọi khác của đá máu (heliotrop)	Bloodstone (heliotrop)
Hydrogrosular	Biến loại màu đen xẫm của khoáng vật grosular (nhóm granat)	Hydrogrossular
Hypersten	(Fe,Mg)2(Si2O6). Hệ trực thoi, màu nâu đen, lục sẫm, trong suốt, ánh đồng, cát khai hoàn toàn. H = 5 – 6 D = 3,4 – 3,9 n = 1,690 – 1,705	Hypersthene
Idocras – xem vezuvian	Xem bảng mô tả	Idocrase – vezuvianite
Indigolit – xem turmalin	Biến loại màu lơ của turmalin	Indigolite – tourmaline
Iolit (dicroit) – xem cordierit	Tên gọi khác của cordierit	Iolite (dichroite) – cordierite
Jadeit (ngọc jat)	Xem bảng mô tả	Jadeite (jade)
Jatpe – xem ngọc bích	Tên gọi khác của ngọc bích	Jasper
Kim cương (hạt xoàn)	Xem bảng mô tả	Diamond
Kornerupin	Xem bảng mô tả	Kornerupine
Kunzit – xem spodumen	Biến loại màu hồng tím, tím của spodumen	Kunzite – spodumen
Kyanit	Xem bảng mô tả	Kyanite
Labrador –xem felspat	Một khoáng vật nhóm felspat	Labradorite (feldspar)
Lam ngọc	Tên gọi thương trường ở Việt Nam của saphir	Sapphire
Lapis lazuli	Xem bảng mô tả	Lapis lazuli
Lazulit	Xem bảng mô tả	Lazulite
Lazurit	Xem bảng mô tả	Lazurite
Leucit	$K(AlSi_2O_6)$, hệ bốn phương, không màu, trắng, phớt vàng. H = 5 1/2–6; D = 2,45–2,50	Leucite

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Lidiocoatit – xem turmalin	Biến loại turmalin giầu Ca	Liddiocoatite – tourmaline
Lục bảo ngọc	Tên gọi khác của emerald	Emerald
Magnesit	$MgCO_3$. Hệ ba phương, không màu, trắng, vàng, nâu, ánh thuỷ tinh H = 3 1/2–4 1/2; D = 2,96–3,12	Magnesite
Malachit	Xem bảng mô tả	Malachite
Mã não (agat) – xem canxedon	Biến loại canxedon phân dải đồng tâm	Agate – chalcedony
Mắt mèo – xem chrysoberyl	Biến loại có hiệu ứng mắt mèo của chryzoberyl	Cat' eye chrysoberyl
Melanit – xem andradit, granat	Biến loại màu đen của khoáng vật andradit (nhóm granat)	Melanite – andradite, garnet
Microclin	Một khoáng vật thuộc nhóm felspat	Microcline
Moisanit	Đá tổng hợp, SiC, hệ sáu phương, không màu. D = 3,20; H = 9 1/2 n = 2,648–2,695 Δn = 0,047 Dùng để thay thế kim cương	Moissanite
Moldavit – xem thuỷ tinh tự nhiên	Xem thủy tinh tự nhiên	Moldavite – natural glass
Morganit – xem beryl	Biến loại màu hồng của beryl	Morganite – beryl
Natrolit	$Na_2(Al_2SiO_3O_{10}).2H_2O$. Hệ trực thoi, không màu, trắng, phớt vàng, ngoài ra còn có màu phớt đỏ, phớt nâu, trong suốt. H = 5–5 1/2 D = 2,20–2,26	Natrolite
Nephrit (ngọc jat)	Xem bảng mô tả	Nephrite (jade)
Ngà voi	Xem bảng mô tả	Ivory
Ngọc	Tên gọi thương trường ở Việt Nam của ngọc jat	Jade

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Ngọc bích – xem canxedon	Biến loại dạng dải hoặc dạng đốm của canxedon, có thể có đủ các màu	Jasper
Ngọc cẩm thạch	Xem cẩm thạch	Jade
Ngọc jat – xem jadeit, nephrit	Tên gọi chung của 2 đá quý: jadeit và nephrit	Jade – jadeite, nephrite
Ngọc lục bảo	Tên gọi khác của emerald	Emerald
Ngọc trai (trân châu)	Xem bảng mô tả	Pearl
Obsidian	Xem thủy tinh tự nhiên	Obsidian
Odontolit – xem ngà voi	Một loại răng hoặc xương hoá thạch của các động vật rất lớn thời tiền sử như voi mamut, khủng long...	Odontolite
Oligoclas (felspat)	Một khoáng vật thuộc nhóm felspat	Oligoclase (feldspar)
Olivin – xem peridot	Xem bảng mô tả	Olivine – peridot
Onyx – xem canxedon	Loại canxedon có các dải thẳng nâu và trắng xen kẽ	Onyx - chalcedony
Opal (trừ opal lửa)	Xem bảng mô tả	Opal (except fire opal)
Opal lửa	Xem bảng mô tả	Fire opal
Orthoclas – xem đá Mặt Trăng	Một khoáng vật thuộc nhóm felspat	Orthoclase – moonstone
Oxyt zirconi lập phương – xem CZ	Tên gọi khác của CZ	Cubic zirconium oxide – CZ
Pagodit	Một biến loại của pyrophylit	Pagodite
Painit	Màu đỏ sẫm, một trục âm, đa sắc rõ. H = 8; D = 4,01 n = 1,8 ± 0,029	Painite
Pargasit – xem horblend	Một loại amphibol giầu nhôm, màu lục, lục phớt lơ	Pargasite - horblend
Peridot	Xem bảng mô tả	Peridot
Petalit	Xem bảng mô tả	Petalit
Phenakit	Xem bảng mô tả	Phenakite
Phianit - xem CZ	Tên gọi khác của CZ	Phianite – CZ

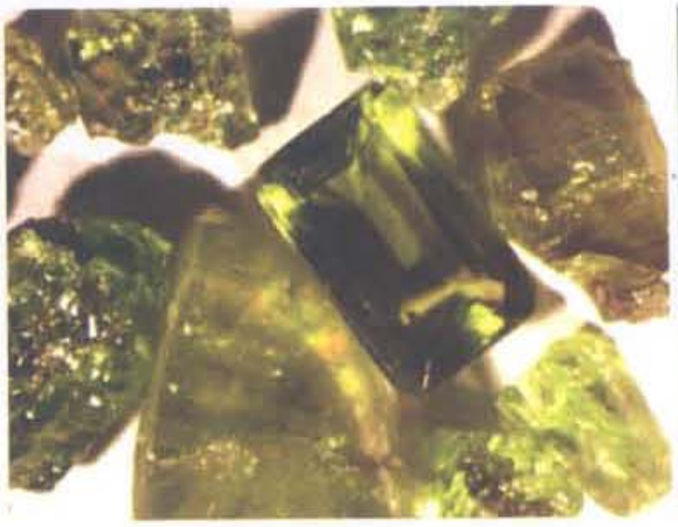
Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Phosgenit	$Pb_2Cl_2(CO_3)$. Hệ bốn phương, không màu, trắng, phớt vàng, phớt lục, ánh kim cương, trong suốt. H = 2–3; D = 6,13	Phosgenite
Plagioclas – xem felspat	Khoáng vật trong nhóm felspat	Plagioclase– feldspar
Platin – xem bạch kim	Tên gọi khác của bạch kim	Platinum
Polucit – xem analcim	Một biến loại của analcim	Pollucite
Prasiolit	Biến loại màu vàng lục của thạch anh, không gặp trong tự nhiên, thu được bằng cách đốt amethyst	Prasiolite – quartz
Prenit	Xem bảng mô tả	Prehnite
Pugpurit	$(Mn,Fe)(PO_4)$. Hệ trực thoi, màu tím, hồng sẫm, bán trong, ánh kim, giòn. H = 4–4 1/2; D = 3,2–3,4	Pugpurite
Pyrit	Xem bảng mô tả	Pyrite
Pyrophylit	Một silicat Al ngậm nước. Biến loại: agalmatolit, pagodit. Hệ một nghiêng, màu vàng, trắng, lục nhạt, nâu. Ánh xà cừ đến ánh dầu. Độ cứng: 1 – 2, tỷ trọng: 2.8	Pyrophyllite
Pyrop – xem granat	Khoáng vật trong nhóm granat	Pyrop (garnet)
Rodocrosit	Xem bảng mô tả	Rhodocrosite
Rodolit – xem pyrop	Biến loại màu đỏ hồng của pyrop	Rhodolite
Rodonit	Xem bảng mô tả	Rhodonite
Rubelit – xem turmalin	Biến loại màu hồng đến đỏ của turmalin	Rubellite – tourmaline
Ruby – xem corindon	Biến loại màu đỏ của corindon	Ruby – corundum
Rutil	Xem bảng mô tả	Rutile
San hô (trắng và hồng)	Xem bảng mô tả	Coral (white and pink)
Sanidin – xem felspat	Một khoáng vật trong nhóm felspat	Sanidin – feldspar

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Saphir – xem corindon	Biến loại màu lam của corindon	Sapphire – corundum
Scapolit (lơ, hồng, không màu)	Xem bảng mô tả	Scapolite (blue, pink, colourless)
Scapolit (vàng)	Xem bảng mô tả	Scapolite (yellow)
Schorl – xem turmalin	Biến loại màu đen của turmalin	Schorl – tourmaline
Serpentin	Xem bảng mô tả	Serpentine
Sepiolit	$Mg_4(OH)_2(Si_5O_{15})$. Hệ trực thoi, dạng vi tinh, cát khai hoàn toàn. Màu trắng đến phớt vàng, xám, phớt đỏ. Đục H = 2–2½; D = 2,0–2,1 n = 1,53 Một loại đá mỹ nghệ	Sepiolite
Sielit	Xem bảng mô tả	Scheelite
Silimanit – xem fibrolit	Tên gọi khác của fibrolit	Silimanite – fibrolite
Sinhalit	Xem bảng mô tả	Sinhalite
Smitsonit	Xem bảng mô tả	Smithsonite
Sodalit	Xem bảng mô tả	Sodalite
Soxurit	Sản phẩm biến đổi của felspat, thành phần chủ yếu là zoisit	Saussurite
Spectrolit – xem labrador	Tên gọi thương trường của loại labrador từ Phần Lan với hiệu ứng labrador rất mạnh	Spectrolite – labradorite
Spesartin – xem granat	Một khoáng vật thuộc nhóm granat	Spessartine (garnet)
Sphalerit	Xem bảng mô tả	Sphalerite
Sphen	Xem bảng mô tả	Sphen
Spodumen (hidenit, kunzit)	Xem bảng mô tả	Spodumene (hiddenite, kunzite)
Steatit (đá bọt)	Xem bảng mô tả	Steatite (soapstone)
Taafeit	Xem bảng mô tả	Taaffeite

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Tanzanit – xem zoisit	Biến loại màu lam của zoisit	Tanzanite – zoisite
Tectit – xem thuỷ tinh tự nhiên	Xem bảng mô tả	Tectite – natural glass
Thạch anh	Xem bảng mô tả	Quartz
Thạch anh mắt mèo, mắt hổ – xem thạch anh	Xem bảng mô tả	Quartz cat' eye and tiger' eye – quartz
Thomsonit	Một silicat của Na, Ca và Al ngậm nước Hệ trực thoi, màu trắng có các đốm nâu H = 5 – 5 1/2; D = 2,3 – 2,4 n = 1,515 – 1,54 Thường được chế tác kiểu cabochon	Thomsonite
Thuỷ tinh	Xem bảng mô tả	Glass
Thuỷ tinh tự nhiên (moldavit, tectit)	Xem bảng mô tả	Natural glass (moldavite, tectite)
Titanat stronxi (fabulit)	$TiSiO_3$ Hệ lập phương, không màu và tất cả các màu khác nhau H = 5 1/2 ; D = 5,13 n = 2,41 Là đá tổng hợp, dùng để thay thế kim cương và các đá màu khác nhau	Titanate strontium
Titanit	Tên gọi khác của sphen	Titanate – sphene
Topaz (không màu, lơ, vàng, nâu)	Xem bảng mô tả	Topaz (colourless, blue, yellow, brown)
Topaz (đỏ, hồng, da cam)	Xem bảng mô tả	Topaz (red, pink, orange)
Topazolit – xem andradit	Biến loại màu xanh lục của andradit	Topazolite – andradite
Torquoise – xem biruza	Tên gọi khác của biruza	Turquoise
Trân châu	Tên gọi khác ở Phương Đông của ngọc trai	Pearl
Tremolit	$Ca_2Mg_5(OH,F)[Si_4O_{11}]_2$ Hệ một nghiêng, màu nâu xám, lục đến không màu, trắng, hồng; ánh thuỷ tinh H = 5–6; D = 2,95–3,07	Tremolite

Tiếng Việt	*Giải nghĩa*	*Tiếng Anh*
Tsavolit - xem grosular	Biến loại màu xanh lá cây của grosular	Tsavolite – grossular
Uvarovit – xem granat	Khoáng vật trong nhóm granat	Uvarovite (garnet)
Uvit – xem turmalin	Biến loại turmalin chứa Mg	Uvite – tourmaline
Varixit	Xem bảng mô tả	Variscite
Vàng	Hệ lập phương, màu vàng D = 15,3 – 19,3; H = 2½ – 3 Là kim loại quý	Gold
Verdelit – xem turmalin	Biến loại màu lục của turmalin	Verdelite – tourmaline
Verdit	Một loại đá serpentin màu lục từ nhạt đến đậm	Verdite
Vezuvian (idocras)	Xem bảng mô tả	Vezuvianite (idocrase)
Vivianit	$Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$ Hệ một nghiêng, trong suốt đến bán trong. Màu lam–lục, lam sẫm, không màu H = 1–1½; D = 2,64–2,70	
YAG	$(Y_3Al_5)O_{12}$ – Granat Y và Al Hệ lập phương, có nhiều màu khác nhau H > 8; D = 4,55 n = 1,83 Sản phẩm nhân tạo, dùng để thay thế kim cương và các loại đá màu khác nhau	YAG
Zincit, tên gọi khác: zinkit	ZnO, hệ sáu phương, ánh dầu đến ánh kim cương. Màu đỏ đến đỏ da cam, bán trong H = 4–5; D = 5,66	Zincit (zinkite)
Zircon (cao)	Xem bảng mô tả	Zircon (high)
Zircon (thấp)	Xem bảng mô tả	Zircon (low)
Zirconia – CZ	Tên gọi chỉ hợp chất oxit zirconi (ZrO_2)	Zirconia - CZ
Zoisit (tanzanit, thulit)	Xem bảng mô tả	Zoisite (tanzanite, thullite)

Ghi chú: H – độ cứng tương đối; D – tỷ trọng; n – chiết suất; Δn – lưỡng chiết

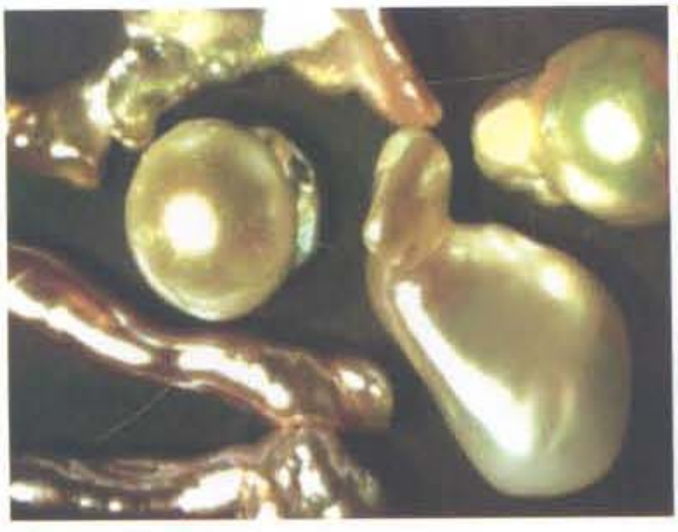


Peridot thô và đã chế tác

Tanzanit (zoisit)

Lolit (cordierit)

Kunzit (spodumen)



Ngọc trai tự nhiên

Ngọc trai nuôi

San hô đỏ

Hoá thạch côn trùng trong hổ phách

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Anderson B.W., 1990. *Gemtesting*. 10th ed., Butterworth–Heinemann, Oxford.

[2] Arem J.E., 1987. *Color Encyclopedia of Gemstones*. 2nd ed., Van Nostrand, New York.

[3] Bank H., 1973. *From the World of Gemstones*. Pinguin, Innsbruck.

[4] Betechin A.G., 1950. *Khoáng vật học*. Gosgeolizdat, Moskva (tiếng Nga).

[5] *Colored Stones*, 1980. Gemological Institute of America (Assignments).

[6] *Đá quý và đá màu*, 1980. Nauka, Moskva (tiếng Nga).

[7] *Đá quý Thế giới và Đá quý Việt Nam*, 2002. NXB Văn hoá – Thông tin, Hà Nội.

[8] Elwell D., 1979. *Man–made Gemstones*. Horwood, New York.

[9] *Gemmology*, 1999. German Gemmological Association, Idar–Oberstein.

[10] *Gems and Gemology*, Gemological Institute of America, Los Angeles, US.

[11] Gubelin E.J., Koivula J., 1986. *Photoatlas of Inclusions in Gemstones*. ABC, Zurich.

[12] Gunther B., 1981. *Tables of Gemstone Identification*. Elizabeth Lenzen, Kirschweiler.

[13] Trịnh Hân, Quan Hán Khang, Lê Nguyên Sóc, Nguyễn Tất Trâm, 1970. *Tinh thể học đại cương*. NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.

[14] Hughes R.W., 1990. *Corundum*. Butterworth–Heinemann, Oxford.

[15] *Journal of Gemmology*, Gemmological Association of Great Britain, London.

[16] Quan Hán Khang, 1986. *Quang học tinh thể và kính hiển vi phân cực*. NXB Đại học và THCN. Hà Nội.

[17] Vũ Khúc, 2005. *Từ điển địa chất Anh – Việt*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[18] Kievlenko E.Ia., Senkevich N.N., Gavrilov A.P., 1974. *Địa chất các mỏ đá quý*. Nhedra, Moskva (tiếng Nga).

[19] Liddicoat R.T., 1989. *A Handbook of Gem Identification*. 12th ed., GIA, Santa Monica, CA.

[20] Nassau K, 1984. *Gemstone Enhancement*. Butterworth–Heinemann, Oxford.

[21] Newman R., 1998. *Gemstone Buying Guide*. International Jewelry Publications, LA.

[22] O'Donoghue M., 1988. *Gemstones*. Chapman and Hall, London.

[23] Platonov A.N., 1976. *Bản chất màu sắc của khoáng vật*. Naukova Dumka, Kiev (tiếng Nga).

[24] Nguyễn Kinh Quốc, 1995. *Nguồn gốc, quy luật phân bố và đánh giá tiềm năng đá quý– đá kỹ thuật Việt Nam*. Báo cáo đề tài KT.01.09, Lưu trữ TTTT & TLĐC.

[25] Read P.G., 1983. *Gemmological Instruments*. 2nd ed., Butterworth–Heinemann, Oxford.

[26] Read P.G., 1988. *Dictionary of Gemmology*. 2nd ed., Butterworth–Heinemann, Oxford.

[27] Hoàng Sao, Nguỵ Tuyết Nhung, Nguyễn Ngọc Khôi, 2003. *Đá quý ruby, saphir Việt Nam và phương pháp xác định*. Hà Nội.

[28] Schumann W., 1997. *Gemstones of the World*. NAG, London.

[29] Sevdermish M., Mashiah A., 1995. The Dealer's Book of Gems and Diamonds. 2nd ed. Hebrew, Israel.

[30] Sinkankas J., 1972. *Gemstone and Mineral Data Book*. New York.

[31] Smith G.F.H., 1972. *Gemstones*. 14th ed., Chapman and Hall, London.

[32] Solodova Iu.P. et all, 1985. *Xác định các đá trang sức và đá mỹ nghệ*. Nhedra, Moskva (tiếng Nga).

[33] Đỗ Thị Vân Thanh, Trịnh Hân, 2003. *Khoáng vật học*. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.

[34] Themelis T., 1992. *The Heat Treatment of Ruby and Sapphire*. Gemlab Inc., US.

[35 Phan Trường Thị, 2001. *Đá quý, hàng trang sức: Một sắc thái văn hoá, một ngành công nghiệp*. NXB Trẻ, Hà Nội.

[36] Webster R., 1976. *Practical Gemmology*. 6th ed., NAG, London.

[37] Webster R., 1979. *The Gemmologist's Compedium*. 6th ed., NAG, London.

[38] Webster R., 1994. *Gems: Their Sources, Descriptions and Identification*. 5th ed., Butterworth–Heinemann, Oxford.

[39] Yaverbaum L.H., 1990. *Synthetic Gems – production techniques*. Noyes Data Corporation, Park Ridge, NJ.

MỤC LỤC

Trang

LỜI NÓI ĐẦU 3

1 ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐÁ QUÝ 5

1.1. Những khái niệm cơ bản 5
1.2. Các tiêu chuẩn giá trị của đá quý 8
1.3. Các thuật ngữ ngọc học 11
1.4. Phân loại đá quý 14
1.5. Các quá trình thành tạo đá quý trong tự nhiên 19
1.5.1. Thành phần và cấu trúc của vỏ Trái Đất 19
1.5.2. Các quá trình thành tạo đá quý trong tự nhiên 22
1.6. Tiềm năng đá quý trên thế giới và ở Việt Nam 27

2 THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ CẤU TRÚC TINH THỂ CỦA ĐÁ QUÝ 31

2.1. Thành phần hoá học của đá quý 31
2.1.1. Nguyên tử, phân tử, nguyên tố và hợp chất.....31
2.1.2. Các liên kết hoá học, hoá trị.....32
2.2. Cấu trúc bên trong của đá quý 35
2.2.1. Khái niệm chất kết tinh và chất không kết tinh 35
2.2.2. Cấu trúc nguyên tử của tinh thể.....37
2.2.3. Tính đối xứng của tinh thể 39
2.2.4. Hình đơn 40
2.2.5. Hệ tinh thể 41
2.2.6. Đặc điểm sinh trưởng của tinh thể trong tự nhiên 47

3 CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA ĐÁ QUÝ VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH.....55

3.1. Độ cứng.....55

3.2. Tỷ trọng 58
3.2.1. Bản chất phương pháp 59
3.2.2. Các phương pháp xác định tỷ trọng 59
3.3. Cát khai và vết vỡ 67
3.3.1. Cát khai 67
3.3.2. Vết vỡ 70
3.4. Tính dẫn nhiệt 70

4 CÁC TÍNH CHẤT QUANG HỌC CỦA ĐÁ QUÝ VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH 73

4.1. Tính chất quang học chung của đá quý 73
4.1.1. Bản chất ánh sáng 73
4.1.2. Sự khúc xạ, phản xạ và hấp thụ ánh sáng (chiết suất, ánh, sự tán sắc chiết suất và phổ hấp thụ) 75
4.1.3. Màu và sắc màu của đá quý 81
4.1.4. Tính phát quang của đá quý 91
4.2. Tính chất quang học của đá quý dị hướng (tính dị hướng quang học) 93
4.2.1. Hiện tượng phân cực ánh sáng 94
4.2.2. Đặc tính quang học của đá quý dị hướng 94
4.3. Phương pháp xác định các tính chất quang học của đá quý 100
4.3.1. Xác định đặc tính quang học của đá quý. Phân cực kế. 100
4.3.2. Xác định chiết suất, lưỡng chiết suất, độ tán sắc chiết suất, tính trục và dấu quang 104
4.3.3. Định vị trục quang và xác định tính trục bằng hội tụ kế. 126
4.3.4. Xác định màu sắc và tính đa sắc của đá quý 128
4.3.5. Xác định phổ hấp thụ của đá quý. Phổ kế trực quan . 147
4.3.6. Xác định tính phát quang dưới tia cực tím 155

5 ĐẶC ĐIỂM BÊN TRONG CỦA ĐÁ-QUÝ VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH 161

5.1. Phân loại các đặc điểm bên trong 161
5.1.1. Các dấu hiệu sinh trưởng 161
5.1.2. Bao thể 165

5.2. Phương pháp xác định các đặc điểm bên trong 169
5.2.1. Các thiết bị 170
5.3. Ý nghĩa của việc nghiên cứu đặc điểm bên trong của đá quý 174

6 ĐÁ TỔNG HỢP VÀ ĐÁ XỬ LÝ 177

6.1. Đá tổng hợp 177
6.1.1. Tổng quan về các phương pháp tổng hợp đá quý 177
6.1.2. Các phương pháp tổng hợp đá quý từ dung thể 178
6.1.3. Các phương pháp dùng chất trợ dung (Flux or flux–fusion methods) 184
6.1.4. Phương pháp nhiệt dịch (Hydrothermal method) 187
6.1.5. Phân biệt đá quý tự nhiên và đá tổng hợp 190
6.2. Đá xử lý 192
6.2.1. Phương pháp xử lý nhiệt 192
6.2.2. Tẩm, hàn, nhuộm đá quý bằng các vật liệu khác nhau 195
6.2.3. Phương pháp chiếu xạ 196

7 MÔ TẢ ĐÁ QUÝ 199

7.1. Đá quý nguồn gốc vô cơ 199
7.2. Đá quý nguồn gốc hữu cơ 239
TÀI LIỆU THAM KHẢO 257

Chịu trách nhiệm xuất bản :
Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung :
Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc CT CP Sách ĐH – DN
TRẦN NHẬT TÂN

Hội đồng nghiệm thu giáo trình :
TRƯỜNG ĐHKHTN – ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

Người nhận xét :
TS. ĐỖ THỊ HÒA LAN – TS. TRỊNH HÂN

Biên tập và sửa bản in :
PHẠM HÀ

Trình bày bìa :
BÙI QUANG TUẤN

Trình bày và chế bản :
HỒNG THỦY

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIÁM ĐỊNH ĐÁ QUÝ
Mã số : 7B649M6
In 1.500 bản, khổ 16 x 24 cm, tại công ty CP In Phúc Yên
Số xuất bản: 339 - 2006 / CXB / 3 - 687 / GD.
In xong và nộp lưu chiểu quý II năm 2006.