คู่มือการสอน

วิชา 314323

แร่อัญมณีเบื้องต้น

จัดทำโดย

นายจักรกฤษณ์ ศิริรักษ์

สังกัดโครงการจัดตั้งภาควิชาวัสดุศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

553.8
จ216ร

BURAPHA UNIVERSITY LIBRARY
3 2498 00140330 0

คำนำ

คู่มือการสอนวิชาแร่อัญมณีเบื้องต้น (314323) นี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนนิสิตภาควิชาวัสดุศาสตร์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต โดยรายวิชานี้ผู้เรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับแร่อัญมณีเบื้องต้นชนิดที่ผ่านการเจียระไนแล้วเท่านั้นและจะต้องศึกษาการใช้เครื่องมือวิเคราะห์อัญมณีอย่างถูกต้องเพื่อใช้หาสมบัติทางกายภาพ ทางแสงของอัญมณี รวมทั้งศึกษาถึงลักษณะตำหนิภายในของอัญมณีทั้งชนิดธรรมชาติและสังเคราะห์ เพื่อนำข้อมูลที่หาได้มาสรุปผลวิเคราะห์ได้ว่าเป็นอัญมณีชนิดใด รวมทั้งสามารถแยกอัญมณีธรรมชาติออกจากอัญมณีสังเคราะห์ และ อัญมณีปรับปรุงคุณภาพชนิดเบื้องต้นได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปประกอบอาชีพทางด้าน อัญมณี และศึกษาในขั้นสูงต่อไป

จักรกฤษณ์ ศิริรักษ์

1 กรกฎาคม 2543

เนื้อหารายวิชา 314323 แร่อัญมณีเบื้องต้น

บทที่ 1

แนะนำวิชาอัญมณีศาสตร์(Introduction to Gemology)

1.1 แนะนำวิชาอัญมณีศาสตร์ (Introduction to Gemology)

อัญมณีศาสตร์(Gemology) คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับเพชร-พลอยทั้งที่เป็นสารอินทรีย์ (Organic Material) และ สารอนินทรีย์ (Inorganic Material) เนื้อหาของวิชาครอบคลุมถึงการเกิด คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางแสง รวมทั้งเทคนิคในการเลียนแบบและสังเคราะห์อัญมณี แต่สิ่งสำคัญสุดในศาสตร์แขนงนี้ คือการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์อัญมณี การประเมินคุณภาพและตีราคาอัญมณี

1.2 อัญมณีคืออะไร (What is Gemstone?)

เมื่อกล่าวถึงคำว่า "อัญมณี" หรืออาจเรียกว่า "แร่รัตนชาติ" เราหมายถึงวัตถุที่ผ่านการเจียระในหรือทำการตัด ขัดเงา แกะสลักมาแล้วเท่านั้น โดยแร่ที่เรารู้จักประมาณ 3,000 ชนิด มีไม่ถึง 100 ชนิดเท่านั้นที่เป็นอัญมณี และมีเพียงประมาณ 20 ชนิดเท่านั้นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย โดยอาจกล่าวได้ว่า อัญมณี(Gemstone) เป็นวัตถุธรรมชาติสวยงามที่นำมาใช้เป็นเครื่องประดับ มีทั้งที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic Material) เช่น ทับทิม (Ruby), มรกต (Emerald) และสารอินทรีย์ (Organic Material) เช่น ไข่มุก (Pearl), ปะการัง (Coral) เป็นต้น และการที่จะจัดสสารใดเป็นอัญมณีนั้นต้องพิจารณาคุณสมบัติที่สำคัญในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความสวยงาม (Beauty)
2. ความคงทน (Durability)
3. ความหายาก (Rarity)
4. ความนิยม (Fashion)
5. การพกพาสะดวก (Portability)

1. **ความสวยงาม (BEAUTY)** ความสวยงามเป็นคุณสมบัติพื้นฐานที่อัญมณีทุกเม็ดควรจะมี ความสวยของพลอยขึ้นอยู่กับ การผ่านแสง (Transparency) ประกาย (Brilliancy) ความวาว (Luster) ไฟ (Fire) และสี (Colour) พลอยบางชนิดอาจมีคุณสมบัติข้างต้นครบหมด เช่น เพชรสี (Coloured Diamond)และ โกเมนชนิด Demantoid (Demantoid Garnet) หรือบางชนิดอาจขึ้นชื่อในเรื่องของสี เช่น มรกต โอปอล และเทอร์ควอยซ์ และบางชนิดมีความสวยหลายด้านรวมกัน เช่น ซัฟไฟร์สีน้ำเงิน ซึ่งมีทั้ง ประกาย สี และการผ่านแสงดี

2. ความคงทน (DURABILITY) ซึ่งความคงทนของอัญมณีขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ชนิด คือ ความแข็ง (Hardness) ความเหนียว (Toughness) และ ความทนทาน (Stability) ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพต่อไป

พลอยบางชนิดอ่อนเกินไป ถูกขีดข่วนให้เป็นรอยได้ง่าย ความแข็งที่เหมาะสมของพลอยควรไม่ต่ำกว่า 7 ทั้งนี้เนื่องจากฝุ่นละอองในอากาศ คือ ควอทซ์มีความแข็ง 7 ด้วยเหตุนี้อัญมณีที่มีค่าจึงควรมีความแข็งไม่ต่ำกว่า 7 เช่น เพชร คอรันดัม โทปาซ สปิเนล

3. ความหายาก (RARITY) เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้อัญมณีมีราคาเนื่องจากปริมาณที่มีน้อยและมีอย่างจำกัด ทำให้มีคนเพียงไม่กี่คนที่จะได้ครอบครองซึ่งธรรมชาติของมนุษย์จะเห็นค่าของสิ่งที่หายาก ถึงแม้ว่าสิ่งนั้นจะไม่มีอะไรสวยเด่นก็ตาม ส่งผลให้อัญมณีมีราคาแพงนั่นเอง ตัวอย่างคือ ทาไฟท์ (Taafeite) ซึ่งตามจริงแล้วไม่สวย ดูคล้ายสปิเนลสีฟ้า แต่เนื่องจากความหายาก จึงมีราคาแพงมาก และอีกตัวอย่างหนึ่งคือ อเมทีสต์ (Amethyst) ในอดีตเคยมีราคาแพงมากๆ แต่หลังจากพบแหล่งใหญ่ในอเมริกาใต้ ทำให้ราคาอเมทิสต์ตกลงอย่างมากมายดังเช่นปัจจุบัน

4.ความนิยม (Fashion) ความนิยมในแต่ละช่วง จะส่งผลต่อราคาอัญมณีอย่างมากทีเดียว ซึ่งเหมือนกับเรื่องทั่วไปที่ถ้ามีความนิยมมากทำให้ผู้คนสนใจ ที่จะเป็นเจ้าของมากขึ้นซึ่งอาจเกิดจากการโฆษณาประชาสัมพันธ์

5.การพกพาสะดวก (Portability) เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ถูกเข้ามากำหนดในคุณสมบัติของอัญมณีซึ่งอัญมณีเป็นสิ่งมีค่าขนาดเล็กที่สามารถนำติดตัวไปง่ายในยามมีเหตุจำเป็น เช่น สงคราม ความผันแปรทางเศรษฐกิจ และสามารถเปลี่ยนเป็นเงินได้ทั่วโลก เนื่องจากความที่เป็นที่ต้องการของบุคคลทั่ว ๆ ไป

1.3 การแบ่งกลุ่มอัญมณี

1.3.1 แบ่งตามการกำเนิด แบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้คือ

1. อัญมณีที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic Gemstone) หมายถึง อัญมณีที่มาจากแร่(Minerals) และหิน (Rocks) ที่อยู่ใต้เปลือกโลก เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ทับทิม(Ruby), ลาปิสลาซูรี่ (Lapis Lazuli) เป็นต้น

2. อัญมณีที่เป็นสารอินทรีย์ (Organic Gemstone) หมายถึง อัญมณีที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น ไข่มุก (Pearl), งาช้าง (Ivory) และอำพัน (Amber) เป็นต้น

1.3.2 แบ่งตามการผลิต แบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้คือ

1. อัญมณีธรรมชาติ (Natural Gemstone) หมายถึง อัญมณีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติบนผิวโลก ไม่ได้ทำขึ้นโดยมนุษย์

2. อัญมณีสังเคราะห์ (Synthetic Gemstone) หมายถึง อัญมณีที่ถูกผลิตขึ้นในห้องทดลอง โดยให้มีคุณสมบัติทางแสง กายภาพ และ เคมี เหมือนพลอยธรรมชาติ เช่น ทับทิมสังเคราะห์ มรกตสังเคราะห์

1.3.3 แบ่งตามการเรียงตัวของอะตอม

1. อะตอมเรียงตัวเป็นระเบียบ (Orderly Arrangement of Atoms) หรือ
คริสตอลลีน (Crystalline Materials)

1.1 แร่ (Minerals) คือ สารอนินทรีย์ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีสูตรโครงสร้างทางเคมีค่อนข้างคงที่ การเรียงตัวของอะตอมภายในเป็นระเบียบ ส่วนมากมักมีโครงสร้างทางผลึกที่แน่นอน และมีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และทางแสงเฉพาะตัว จะเปลี่ยนแปลงบ้างก็อยู่ในขอบเขตที่จำกัด

1.2 แร่สังเคราะห์ (Synthetic Minerals) คือ แร่ที่สังเคราะห์ขึ้นในห้องทดลอง มีส่วนประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ และทางแสง เหมือนแร่ธรรมชาติที่เลียนแบบ

1.3 หิน (Rocks) คือ แร่ตั้งแต่ 2 ชนิด เติบโตด้วยกัน การรวมตัวกันอาจไม่เป็นระเบียบแต่อะตอมของแร่แต่ละชนิดยังคงมีการเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ เช่น ลาปิสลาซูลี่ ประกอบไปด้วยแร่ Pyrite , Lazurite , Sodalite , Calcite เป็นต้น

2. อะตอมเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (Disorderly Arrangement of Atoms) หรือ
อสัญฐาน (Amorphous)

2.1 สารอินทรีย์ (Organic Materials) คือเกิดหรือได้มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น ไข่มุก (Pearl), ปะการัง (Coral), ถ่านเจท (Jet), อำพัน (Amber) เป็นต้น

2.2 มินเนอรัลลอยด์ (Mineraloids) คือ สารอนินทรีย์ (Inorganics Materials) ที่โครงสร้างภายในอะตอมเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เช่น

- แก้ว (Glass) ซึ่งอาจเป็นแก้วธรรมชาติ หรือ ผลิตขึ้นโดยมนุษย์

เนื่องจากแก้วมีการแข็งตัวอย่างรวดเร็วจนไม่มีการจัดวางตัวของอะตอมอย่างเป็นระเบียบ

ตัวอย่างของแก้วธรรมชาติเช่น โมลดาไวท์ (Moldavite) , เท็กไทท์ (Textite) , ออพซิเดียน (Obsidian) เป็นต้น

ตัวอย่างของแก้วที่ผลิตขึ้นโดยมนุษย์ เช่น แก้วคราวน์ (Crown Glass) , แก้วฟลินท์ (Flint Glass) และ สโลคัมสโตน (Slocum Stone) เป็นต้น

- พลาสติก (Plastic) หมายถึง สารที่มีการหลอมเหลวได้ง่าย มีรูปร่างและการจัดวางตัวเมื่ออยู่ในสภาพของเหลว หรือกึ่งของเหลว เป็นผลผลิตของการสังเคราะห์ทางเคมี และบางครั้งใช้เป็น

พลอยเลียนแบบ ตัวอย่าง เบคเคอไลท์ (Bakelite) และ เซลลูลอยด์ (Celluloid) เป็นผลผลิตของการสังเคราะห์ทางเคมี บางครั้งใช้เป็นพลอยเลียนแบบ พวกสารอินทรีย์มากกว่า เช่น ไข่มุก (Pearl), อำพัน (Amber) , โอปอล (Opal)

1.3.4 แบ่งตามสาเหตุการเกิดสี

สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ คือ

1. พลอยอิดิโอโครแมติค(Idiochromatic Gemstone)
2. พลอยอัลโลโครแมติค (Allochromatic Gemstone)

พลอยอิดิโอโครแมติค คือ พลอยที่มีธาตุให้สีเป็นส่วนประกอบสำคัญทางเคมี โดยธาตุให้สีตัวนี้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดพลอยชนิดนี้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าถ้าขาดธาตุให้สีตัวนี้ไปจะไม่เกิดเป็นพลอยชนิดนี้ขึ้น ลักษณะเด่นของพลอยอิดิโอโครแมติค คือ จะไม่มีพลอยใสไม่มีสีในพลอยพวกนี้ และจะมีพลอยชนิดนี้เพียงสีเดียวเท่านั้น คำว่า Idiochromatic ซึ่งมีรากศัพท์มาจากภาษากรีก (Idio = I , Chromatic = สี นั่นคือ มีสีเดียว) เช่น เพอริโด (Peridot) สูตรทางเคมี คือ Fe_2SiO_4 ดังนั้นจะได้เพอริโดต้องประกอบไปด้วย ไอออน ซิลิคอน และออกซิเจน อันเป็นสัดส่วนกัน และตัวธาตุให้สีคือ เหล็ก(ไอออน)ซึ่งให้สีเขียวแกเพอริโดนั่นเอง

ตารางตัวอย่างพลอยอิดิโอโครแมติค

พลอย	*ส่วนประกอบทางเคมี*	*ธาตุให้สี*	*สีที่ได้*
อัลมานไดท์ (โกเมน)	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	เหล็ก(Fe)	แดงอมน้ำตาล แดงอมส้ม แดง
สเปซซาไทท์(โกเมน)		แมงกานีส(Mn)	ส้ม
อูวาโรไวท์(โกเมน)	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	โครเมียม(Cr)	เขียว
เทอร์ควอยซ์	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 5H_2O$	ทองแดง(Cu)	ฟ้า
มาลาไคท์	$Cu_2(OH)_2CO_3$	ทองแดง(Cu)	เขียว

พลอยอัลโลโครามติค คือ พลอยที่เมื่อมีส่วนประกอบเคมีบริสุทธ์จะเป็นพลอยที่ไม่มีสี แต่ถ้ามีธาตุให้สีปะปนเข้าไปเพียงเล็กน้อยจะเกิดเป็นสีต่างๆได้ โดยธาตุให้สีนี้เป็นเพียงมลทิน (Impurities)ที่ปะปนเข้าไป ลักษณะเด่นคือ มีได้หลายสีรวมทั้งใสไม่มีสีด้วย

ตารางตัวอย่างพลอยอัลโลโครแมติค

พลอย	ส่วนประกอบทางเคมี	ธาตุให้สีหรือมลทิน	สี
Colorless Sapphire	Al_2O_3	-	ใสไม่มีสี
ทับทิม	Al_2O_3	โครเมี่ยม(Cr)	แดง

ไพลิน	Al_2O_3	เหล็กและไทเทเนียม(Fe+Ti)	น้ำเงิน
บุศราคัม	Al_2O_3	เหล็ก(Fe)	เหลือง
เขียวส่อง	Al_2O_3	เหล็ก(Fe)	เขียว

จากตัวอย่างที่แสดงเป็นพลอยคอรันดัม ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างของพลอยชนิดอื่นที่เป็นพลอยอัลโลโครแม่ติค อีกเช่น ควอทซ์ โทปาซ ทัวมาลีน สปิเนล กรอสซูลาไรท์(โกเมน) คริสโซแบเรล เพทาย แบเรล เป็นต้น

1.4 คำจำกัดความของอัญมณีแบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ

1.4.1 พลอยธรรมชาติ (Natural Gemstone) พลอยที่เป็นผลมาจากธรรมชาติทั้งหมดไม่เกี่ยวข้องกับคนเลย ยกเว้นในเรื่องเกี่ยวกับการเจียระไน ขัดเงา หรือ ขัดมัน

1.4.2 พลอยปรับปรุงคุณภาพ (Treated Gemstone) พลอยไม่ว่าจะเป็นธรรมชาติ หรือ ที่คนทำขึ้น แต่โดนเปลี่ยนแปลงโดยคน ต้องเขียนให้แน่ชัดลงไปว่าผ่านการปรับปรุงคุณภาพแบบใดและรวมถึงการคาดคะเนว่า จะคงทนหรือไม่ ตัวอย่าง คอรันดัม-เผา

1.4.3 พลอยสังเคราะห์ (Synthetic Gemstone) พลอยที่คนทำขึ้นโดยเลียนแบบพลอยธรรมชาติ ทั้งลักษณะภายนอก โครงสร้างของอะตอม ส่วนประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางแสง และกายภาพ ตัวอย่างเช่น คอรันดัมสังเคราะห์ มรกตสังเคราะห์ เป็นต้น

1.4.4 พลอยที่สร้างขึ้นใหม่ (Man-Made Gemstone) พลอยที่ทำขึ้นในห้องปฏิบัติการ โดยไม่มีพลอยคู่เหมือนในธรรมชาติ เช่น Y.A.G.

1.4.5 พลอยเลียนแบบ (Imitation Gemstone) พลอยธรรมชาติ หรือที่คนทำขึ้นดูแล้วคล้ายคลึงกับพลอยเลียนแบบเท่านั้น เช่น Y.A.G. และ เพทาย เป็นพลอยเลียนแบบเพชร คาลซีโดนีสีเขียวเลียนแบบหยก คิวบิกเซอร์โคเนียสังเคราะห์เลียนแบบเพชร

1.4.6 พลอยปะ (Assembled Stone) พลอยที่เกิดจากการนำอัญมณีสังเคราะห์ หรือ อัญมณีจริงมาปะต่อเป็นเม็ดเดียวกัน เช่น ทับทิมปะซึ่งอาจเป็นคอรันดัมสีเขียวชิ้นบน ปะติดกับ ทับทิมสังเคราะห์สีแดงที่ชิ้นล่าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังนิยมทำการปะในโอปอลเพื่อเพิ่มความคงทน และเพิ่มความงามอีกด้วย

1.5 ธาตุที่ทำให้เกิดสีในพลอย (Transition Elements)

ความสามารถของพลอยในการเลือกดูดกลืนและส่องผ่านแสงสีขาวนี้เกิดจากธาตุที่ทำให้เกิดสีในพลอยหรือเรียกธาตุให้สี(Transition Elements) หรือธาตุที่ปะปนอยู่ในส่วนประกอบทางเคมีของพลอย(Impurities) เป็นธาตุช่วงหนึ่งในตารางธาตุ ซึ่งเมื่อปะปนอยู่ในส่วนประกอบทางเคมี

ของพลอย จะทำให้เกิดการดูดกลืนและผ่านแสงสีขาว เมื่อตกกระทบพลอย ส่วนมากเป็นสาเหตุของสี โดยธาตุให้สีมี 8 ชนิด คือ

1. นิคเกิล (Nickel - Ni)
2. โครเมี่ยม (Chromium - Cr)
3. ไทแทเนี่ยม (Titanium - Ti)
4. วาเนเดี่ยม (Vanadium - Vi)
5. แมงกานีส (Manganese - Mn)
6. เหล็ก (Iron - Fe)
7. โคบอลท์ (Cobalt - Co)
8. ทองแดง (Copper - Cu)

ตารางแสดงธาตุให้สีแต่ละชนิดให้สีกับพลอยชนิดใดบ้าง

ธาตุให้สี	สีที่แสดง	พลอยที่พบ
โครเมี่ยม	แดง เขียวสวย เปลี่ยนสี(แดง-เขียว)	ทับทิม สปิเนล โทปาซสีชมพู มรกต โครมทัวมาลีน โครมสปิแนล โครมเจดไดท์ อเล็กซานไดรท์ครีสโซแบเรล
เหล็ก	น้ำเงิน เขียว แดง เหลือง	อาคัวมารีน(แบเริล) สปิแนล ทัวมาลีน ไพลิน(ร่วมกับไทแทเนียม) เนฟไฟท์ สปิแนล ทัวมาลีน อันดราไดท์-ดีมานทอยด์(โกเมน) เขียวส่อง อัลมานไดท์(โกเมน) ไพโรป(โกเมน) ซีทรีน(ควอทซ์) คริสโซแบเรล บุศราคัม
ไทแทเนียม	น้ำเงิน	ไพลิน(แต่ต้องร่วมกับเหล็กถึงจะให้สีน้ำเงิน)
ทองแดง	ฟ้า,น้ำเงิน เขียว	เทอร์ควอยซ์ คริสโซคอลลา อะซูไรต์ มาลาไคท์
นิคเกล	เขียว เหลือง	คาลเซดโดนีคริสโซเพรส บุศราคัมสังเคราะห์(ทั้งเหลือง,ส้ม,เหลืองอมเขียว) เพรสโอปอล
วาเนเดียม	เขียว น้ำเงิน เปลี่ยนสี(น้ำเงิน-ม่วง)	มรกตอัฟริกาใต้ กรีนซอยไซท์ ซาโวไลท์(โกเมน) แทนซาไนท์(ซอยไซท์สีน้ำเงิน) ซัฟไฟร์เปลี่ยนสีสังเคราะห์
โคบอลท์	น้ำเงิน	ควอทซ์สังเคราะห์ สปิเนลสังเคราะห์ แก้ว
แมงกานีส	ส้ม ชมพู	สเปซซาไทท์(โกเมน) คุนไซต์ โรสควอทซ์ โรโดไนต์ โรโดโครไซต์ มอร์แกไนต์

บทที่ 2

การตรวจสอบลักษณะภายนอกของอัญมณี(External of Gemstone Measurement)

2.1 สี (Color)

สำหรับอัญมณีแล้วสิ่งที่สำคัญสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่ทำให้เกิดความสวยงาม คือ สี การที่เราเห็นสี เนื่องจากการที่แสงสีขาว ซึ่งประกอบไปด้วยแสงสีต่างๆ (แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน ม่วง หรือ Spectrum) ส่องไปที่อัญมณีแล้วสีบางส่วนจะถูกดูดกลืนไว้ ส่วนที่เหลือสะท้อนเข้าตา ก็คือสีที่เรามองเห็นนั่นเอง (คุณสมบัติการดูดกลืน และส่องผ่านคลื่นแสงของพลอย) เช่นเราเห็นพลอยเป็นสีน้ำเงินก็เนื่องจากเมื่อแสงแดดส่องผ่านตัวพลอย พลอยจะดูดคลื่นแสงสีอื่นๆ ไว้ และส่องผ่านคลื่นแสงสีน้ำเงินออกมาให้เราเห็น

ในการเลือกดูดกลืนสีของอัญมณีในแต่ละตัวไม่เหมือนกัน อันเนื่องจากส่วนประกอบทางเคมี โครงสร้างภายในของอะตอม และ ธาตุที่ทำให้เกิดสีในพลอย ทำให้พลอยแต่ละชนิดมีสีเฉพาะตัว ซึ่งทำให้สามารถคาดการณ์ชนิด หรือ จำพวกของพลอยได้ กล่าวคือ สีแดงของทับทิมก็ไม่เหมือนสีแดงของสปิเนลหรือ แดงของโกเมนนั่นเอง

ในการพิจารณาดูสีของพลอย ควรใช้ไฟสีขาวของหลอดฟลูออเรสเซนส์ (Fluorescent Lamp) ที่มีแสงใกล้เคียงกับแสงแดด (Day Light) โดย พิจารณาดูสีพลอยจากด้านหน้าของพลอย (Face-up) และฉากหลัง (Back Ground) ควรเป็นสีขาว ให้ถือพลอยห่างประมาณ 6 นิ้ว จากไฟขาว (Fluorescent Light) และดูอีกครั้งด้วยไฟเหลือง เพราะแสงจากหลอดไฟสีเหลือง (Incandescent Light) จะช่วยตรวจดูว่าพลอยนั้นเปลี่ยนสีหรือไม่ ในกรณีที่พลอยเป็นพลอยอเล็กซานไดรท์ (Alexandrite)

หลักการสังเกตดูสีมีดังต่อไปนี้

1.พิจารณาสี (Hue) ที่มองเห็นได้โดยมีสีหลักอยู่ 6 สี(ตามองค์ประกอบสีที่เกิดจาก Spectrum) ซึ่งก็มีสีและตัวย่อที่ใช้ในการระบุลงในใบตรวจวิคราะห์อัญมณีดังนี้ คือ

- แดง (Red/R)
- เขียว (Green/G)
- ส้ม (Orange/O)
- น้ำเงิน (Blue/B)
- เหลือง (Yellow/Y)
- ม่วง (Violet/V)

จะพบว่าสีทั้ง 6 สีเป็นสีหลักที่พบ แต่จะมีสีที่พบอีก คือ

-ม่วงแดง (Purple/Pu) เป็นสีที่เกิดจากการผสมกันของสีม่วง(Purple) กับสีแดง (Red) ด้วยสัดส่วน 50: 50

-ชมพู (Pink/Pi)

-น้ำตาล(Brown/Br)เป็นสีที่เกิดจากปริมาณความเข้มข้นต่ำ(Low Saturation) ของสีแดงหรือส้ม หรือสีเหลือง

-ใสไม่มีสี (Colorless/C) ขาว(White/W) และ ดำ(Black/Bk) ตามหลักวิชาการแล้วสีทั้งสามเป็นอะโครแมติก(Achromatic) คือไม่มีสีนั่นเอง

-เทา(Gray/Gy) เป็นสีที่เกิดจากปริมาณความเข้มข้นต่ำ(Low Saturation) ของสีน้ำเงิน สีเขียว หรือสีม่วง

แต่ในกรณีที่พลอยมีความก้ำกึ่งของสีระหว่างกันเช่นมีทั้งสีแดงและสีม่วงเล็กน้อย จะเรียกว่า สีแดงอมม่วง ถ้าม่วงมากกว่าจะเรียกว่า ม่วงอมแดง แต่ถ้าหากสังเกตแล้วว่ามีสีม่วงกับแดงเท่ากันให้เรียกแดงม่วงเป็นต้น

ตัวอย่าง : เขียวอมน้ำเงิน (Bluish-green) ย่อ bG

สีหลัก (Primary Hue) คือ สีเขียว แทนด้วย G ตัวใหญ่

สีรอง (Seconddary Hue) คือ สีน้ำเงิน แทนด้วย b ตัวเล็ก

แดงอมส้ม (Orangish Red) ย่อ oR

สีหลัก (Primary Hue) คือ สีแดง แทนด้วย R ตัวใหญ่

สีรอง (Secondary Hue) คือ สีส้ม แทนด้วย o ตัวเล็ก

2. พิจารณาโทนสี (Tone) ซึ่งโทนนั้นคือความมืดหรือความสว่างของสี เช่น สีเขียวสว่างหรือสีเขียวมืด เป็นต้น โดยการพิจารณาโทนสีนั้นเราจะพิจารณาเฉพาะความมืดหรือความสว่างของพลอย โดยเปรียบเสมือนการมองพลอยให้เป็นสีขาว-ดำ ว่าพลอยอยู่ใกล้ไปทางสีขาวหรือสีดำนั่นเอง

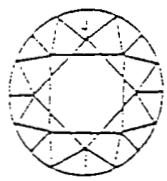
3. พิจารณาความเข้มหรือความจัดของสี (Saturation) หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นของสี เช่น ถ้าสีแดง สีส้ม หรือสีเหลือง ที่มีปริมาณความเข้มข้นของสีต่ำหรือน้อย (Low Saturation) สีของพลอยจะอมสีน้ำตาลอ่อน (Brownish) ถ้าสีน้ำเงิน สีเขียว หรือสีม่วงที่มีความเข้มข้นของสีน้อยหรือต่ำ (Low Saturation) จะทำให้สีของพลอยอมสีเทา (Grayish)

หมายเหตุ ในวิชานี้ให้นิสิตเพียงดู Hue เป็นก็เพียงพอแล้วส่วนรายละเอียดของการพิจารณา Tone และ Saturation จะกล่าวอีกครั้งในการเรียนวิชา การประเมินค่าและตีราคาพลอย (Colored Grading and Appraisal)

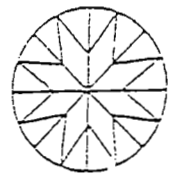
2.2 รูปแบบการเจียระไน (Cutting Style)

ลักษณะการเจียระไนแบ่งตามรูปร่างและการเรียงตัวของเหลี่ยม โดยทั่วไปพลอยมีการเจียระไนเพียงไม่กี่แบบ ตามตัวอย่างข้างล่างนี้ อาจมีการเจียระไนที่แย่มาก จนไม่สามารถบอกลักษณะการเจียระไนได้ เหลี่ยม (Facet) ในที่นี้หมายถึง ผิวที่เรียบและขัดมันบนพลอยที่เจียระไนแล้ว

1. **เหลี่ยมเกสร (Brilliant Cut)** เหลี่ยมแต่ละเหลี่ยมเป็นรูปสามเหลี่ยม หรือรูปถ้วย ว่าวยกเว้นเหลี่ยมหน้ากระดาน (Table) และเหลี่ยมก้นพลอย (Culet) การเจียระไนแบบนี้ใช้กับเพชรและพลอยรูปร่างกลม



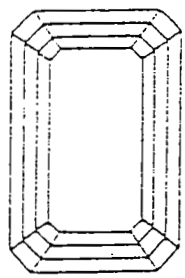
ภาพด้านหน้า (CROWN)

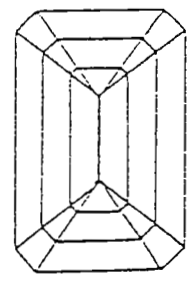


ภาพด้านหลัง (PAVILION)

รูปที่ 2-1 แสดงการเจียระไนแบบเหลี่ยมเกสร (Brilliant Cut)

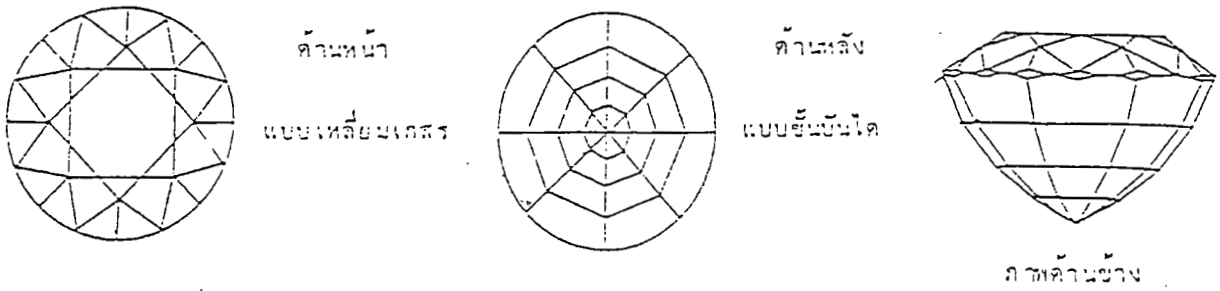
2. **แบบขั้นบันได (Step Cut)** เหลี่ยมแต่ละเหลี่ยมเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีการเรียงตัวแบบขั้นบันได การเจียระไนแบบนี้มักใช้กับมรกต แต่พบได้ในพลอยสีอื่นๆด้วย





รูปที่ 2-2 แสดงการเจียระไนแบบขั้นบันได (Step Cut)

3. **แบบผสม(Mixed Cut)** การเจียระไนแบบนี้ทำกันในกรุงเทพ ซึ่งเป็นศูนย์กลางของอุตสาหกรรมการเจียระไนพลอย เหตุผลของการเจียระไนแบบผสมนี้เพื่อจะรักษาน้ำหนักของพลอยไว้เท่าที่จะทำได้ การเจียระไนแบบนี้ คือ การผสมกันระหว่างการเจียระไนแบบเหลี่ยมเกสรด้านบนพลอย ส่วนด้านล่างเป็นแบบขั้นบันได ซึ่งจะช่วยให้มีทั้งแสงและสีพร้อมๆกัน พลอยทับทิมและซัฟไฟร์มักจะมีการเจียระไนแบบนี้

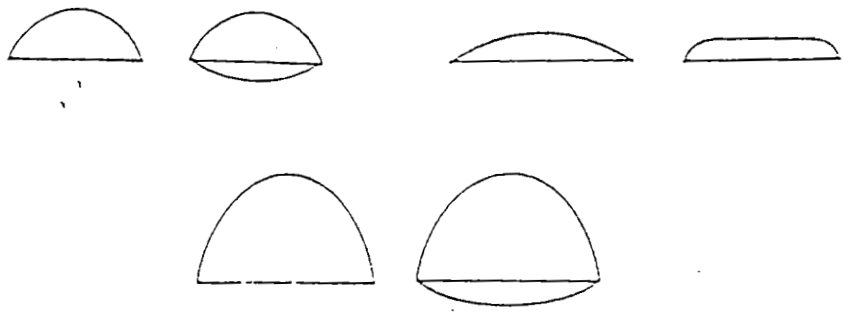


รูปที่ 2-3 แสดงการเจียระไนแบบผสม(Mixed Cut)

4. **แบบพื้นบ้าน(Native Cut)** เป็นการเจียระไนแบบหยาบๆ ที่ทำกันที่ซีลอน เหลี่ยมหน้ากระดานจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมสำหรับพลอยกลม ส่วนพลอยรูปวงรีจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แทนที่จะเป็นรูปแปดเหลี่ยมแบบเหลี่ยมเกสร บางครั้งขอบของแต่ละเหลี่ยมจะมน

รูปที่ 2-4 แสดงการเจียระไนแบบพื้นบ้าน(Native Cut)

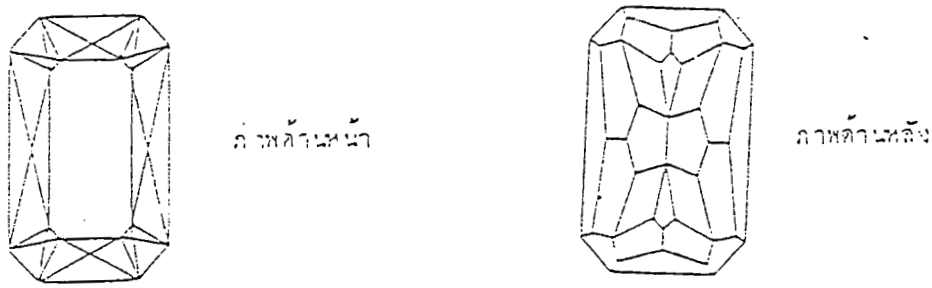
5. **แบบหลังเบี้ย(Cabochon Cut)** เป็นการเจียระไนแบบดั้งเดิม มีลักษณะเป็นโดมโค้ง เจียระไนเรียบและขัดเงา โดมนี้อาจจะสูงหรือเตี้ยเกือบแบนก็ได้ เหมาะสำหรับพลอยที่มีการผ่านแสงน้อย เช่น เจไดท์ เนฟไฟรท์ พลอยที่มีตำหนิมาก เช่นทับทิม มรกต และพลอยที่มีปรากฏการณ์ เช่น สตาร์ซัฟไฟร์ และสตาร์รูบี้



รูปที่ 2-5 แสดงการเจียระไนแบบหลังเบี้ย(Cabachon Cut)

6. **แบบก้อนมน (Tumbled)** มีรูปร่างไม่แน่นอน เหมือนก้อนกรวดที่มีผิวเรียบ มักใช้เป็นพลอยประดับที่มีราคาค่อนข้างต่ำ

7. **แบบกรรไกร (Scissors Cut)** การเจียระไนเช่นนี้ทำกันค่อนข้างน้อย เนื่องจากเสียน้ำหนักพลอยมาก จึงมักใช้กับพวกสังเคราะห์ ลักษณะเป็นเหมือนขากรรไกรขวางบนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือดูลักษณะเหลี่ยมเป็นรูปสามเหลี่ยมและรูปร่าง ดังนั้นเมื่อเห็นการเจียระไนแบบนี้ ควรจะระวังตรวจสอบดูให้ดี เพราะน่าจะเป็นพลอยสังเคราะห์มากกว่าพลอยธรรมชาติ

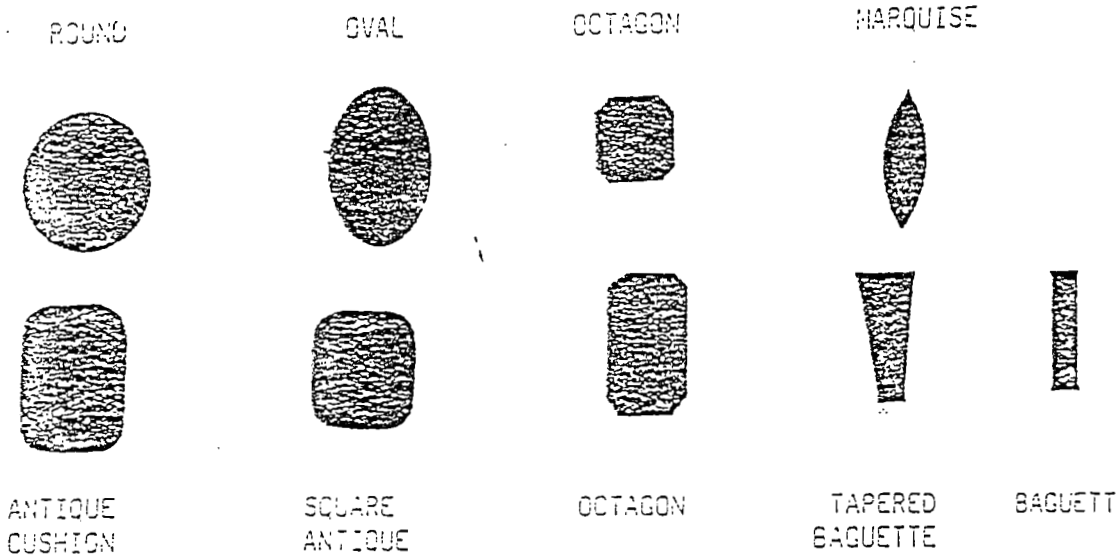


รูปที่ 2-6 แสดงการเจียระไนแบบกรรไกร(Scissors Cut)

8. **แบบแฟนซี (Fancy)** เป็นการเจียระไนพลอยในแบบอื่นๆ จะมีรูปร่างไม่เหมือนกับในแบบ 1-7

2.3 รูปร่างของพลอย (Shape)

รูปร่างของพลอย หมายถึง เส้นรอบวงของพลอย ถ้าเอาพลอยวางคว่ำหน้าลง แล้วลากเส้นให้รอบพลอยดูว่ามีรูปร่างเช่นใด เช่น เป็นรูปกลม แปดเหลี่ยม หยดน้ำ สี่เหลี่ยมตัดมุมมน และสี่เหลี่ยม ดูภาพประกอบของตัวอย่างรูปร่างต่างๆของพลอย



รูปที่ 2-7 แสดงรูปร่างของพลอย(Shape)

2.4 ความโปร่งแสง (Transparency)

ความโปร่งแสง คือ ความสามารถของแสงที่ผ่านเข้าไปในพลอยในระดับต่างๆ โดยใช้ไฟเหลือง (Incandescent light) หรือไฟฉาย (Pen Light) ส่องผ่านพลอย แสงจะผ่านพลอยได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพลอย ความโปร่งแสงเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของพลอยซึ่งมีหลายระดับ เช่น

1. โปร่งใส (Transparent) คือ แสงผ่านทะลุเข้าไปในตัวพลอยได้ และสามารถมองเห็นรูปร่างของวัตถุที่อยู่ด้านหลังของพลอยได้อย่างชัดเจน

2. กึ่งโปร่งใส (Semi-Transparent) คือ แสงผ่านเข้าไปในพลอยได้ แต่จะมองเห็นรูปร่างของวัตถุทางด้านหลังของพลอยได้ไม่ชัด

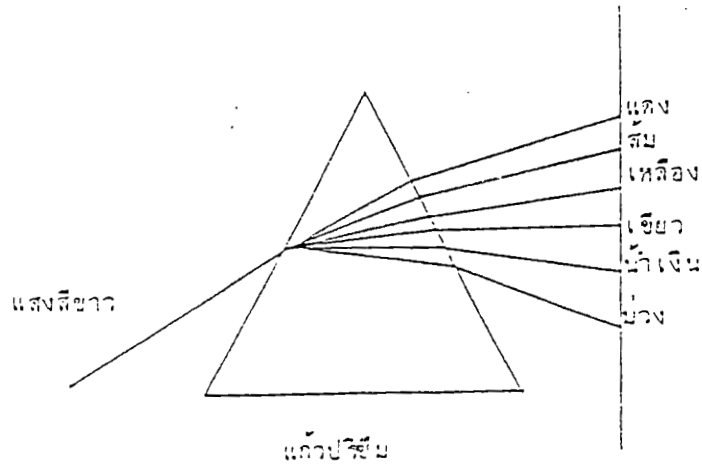
3. โปร่งแสง (Translucent) คือ แสงผ่านเข้าไปในพลอยได้ แต่ไม่สามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่ด้านหลังของพลอย

4. กึ่งโปร่งแสง (Semi-Translucent) คือ แสงผ่านเข้าไปในพลอยได้น้อย ทำให้เห็นแสงเฉพาะบริเวณขอบๆของพลอยเท่านั้น

5. ทึบแสง (Opaque) คือ แสงไม่สามารถผ่านเข้าไปในพลอยได้เลย

2.5 การกระจายแสง (Dispersion)

การกระจายแสง คือ การที่แสงสีขาวแตกออกเป็น 6 สี ได้แก่ แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน และม่วง เมื่อแสงสีขาวเดินทางผ่านวัตถุที่มีด้านลาดเอียงสองด้าน ดูภาพข้างล่างของการเกิดการกระจายแสงเมื่อแสงสีขาวผ่านแก้วปริซึม



รูปที่ 2-8 แสดงภาพของแสงเมื่อผ่านปริซึม

เราจะเห็นการกระจายแสงได้ชัดในพลอยใสไม่มีสี เช่น เพชร สำหรับเพชรเราเรียกการกระจายแสงว่า "ไฟ" โดยสามารถแบ่งการกระจายแสงออกเป็น -สูง

- กลาง
- ต่ำ

โดยทั่วไปเราจะดูการกระจายแสงสำหรับพลอยใสไม่มีสีเท่านั้น เนื่องจากพลอยที่มีสี สีจะบดบังการกระจายแสงทำให้ไม่เห็น แต่ก็มีพลอยสีบางจำพวกเห็นการกระจายแสงได้ชัด เช่น เพทาย สีฟ้า และดีมานทอยด์การ์เน็ต

ดังนั้นการที่จะสามารถพิจารณาค่าการกระจายแสงได้นั้น พลอยจะต้อง

1.ผ่านเจียรไนมาแล้ว

2. เป็นพลอยที่มีค่าความโปร่งแสงระดับ TP-STP

3.เป็นพลอยใสไม่มีสี

ถ้าขาดสมบัติเพียงข้อหนึ่งข้อใด ไม่ต้องพิจารณาหาค่าการกระจายแสง

ตารางแสดงค่าการกระจายแสงของพลอยชนิดต่างๆ

ชนิดพลอย	ค่าการกระจายแสง	ชนิดพลอย	ค่าการกระจายแสง
Syn.Rutile	0.330	GGG(Gadolinium Gallium Garnet)	0.045
Strontium Titanate	0.190	Diamond	0.044
Moissanite	0.104	Zircon	0.038
Syn.CZ	0.060	YAG(Yitrium Aluminium Garnet)	0.028
Demantoid Garnet	0.057		

การพิจารณาระดับของการกระจายแสงได้นั้นสามารถนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจได้ว่าพลอยเม็ดนั้นๆ น่าจะเป็นพลอยชนิดใด

2.6 ปรากฏการณ์ (Phenomena)

อัญมณีบางชนิดจะมีลักษณะปรากฏการณ์ทางแสง(optical phenomena) ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษที่ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ชนิดและประเภทของอัญมณีได้ง่ายขึ้น ปรากฏการณ์ (phenomena) ของอัญมณีที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ การเล่นสีของโอปอล ทับทิมที่มีสาแหรก (star ruby) มุกดา (monstone) และ quartz ตาเสือ (tiger's eye quartz) เป็นต้น

2.6.1 การเล่นสี (Play of color)

โอปอลเป็นอัญมณีที่มีปรากฏการณ์ที่สำคัญที่สุดและมีความงามมากชนิดหนึ่ง ปรากฏการณ์ของโอปอลเรียกว่า การเล่นสี (play of color) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์การเคลื่อนที่ของสีต่างๆของอัญมณี ปรากฏการณ์ play of color นี้ จะมีเฉพาะใน opal synthetic opal และพลาสติกที่ทำเลียนแบบ opal เท่านั้น

Opal เป็นอัญมณีที่ไม่มีรูปผลึก เนื่องจากไม่มีการเรียงตัวของอะตอมที่เป็นระเบียบ แต่ประกอบด้วยรูปทรงกลมเล็กๆของ amorphous silica หรือ cristo balite ซึ่งทั้งสองชนิดมีสูตรเคมีเหมือน quartz คือ Sio2 แต่ cristobalite มีรูปผลึกในระบบ tetragonal อย่างไรก็ตาม opal เป็นอสัณฐานหรืออันยรูป (amorphous) ที่ไม่มีโครงสร้างในระบบผลึก

ใน opal ที่มีคุณภาพ gem-quality รูปทรงกลมเหล่านี้จะจับตัวกันแน่น สานเป็นตาข่าย (grid-like) ซึ่งอาจจะมีช่องว่างบางส่วนระหว่างรูปทรงกลม การจับตัวเช่นนี้ทำให้เกิดปรากฏการณ์ play of color ทั้งนี้ play of color จะต้องประกอบจากปฏิกิริยาของแสง 2 ประเภท คือ diffraction และ interference

ปรากฏการณ์ทางแสงที่เรียกว่า การหักเลี้ยวแบบของแสง (diffraction) เกิดขึ้นเมื่อแสงผ่านช่องเล็กๆ หรือเมื่อกระทบเหลี่ยมหรือขอบที่แหลม แสงจะเบนออกและให้แสงสีหลายๆสีใน spectrum เช่นเดียวกับเมื่อคลื่นกระทบเสาตอหม้อหรือสะพานที่ยื่นทอดลงไปในน้ำ คลื่นจะเบนตัวออกรอบๆ แผ่ออกไปด้านตรงข้าม กลุ่มของรูปทรงกลมของ silica หรือ cristobalite จะทำตัวเสมือนเป็นเสาตอหม้อหรือสะพานนั้น คลื่นแสงที่เบนออกและสีที่เห็นจะขึ้นกับขนาดของรูปทรงกลม หากรูปทรงกลมมีขนาดเล็กก็จะเกิด diffraction ของคลื่นแสงช่วงสั้นทำให้เห็นแสงสีน้ำเงิน ในขณะที่หากรูปทรงกลมมีขนาดใหญ่จะเกิด diffraction ที่คลื่นแสงช่วงยาวทำให้เห็นสีเขียวและน้ำเงิน หากรูปทรงกลมขนาดใหญ่ขึ้นจะเห็นสีแดงและสีอื่นๆ ใน spectrum แต่ถ้ามีขนาดใหญ่เกินไปก็จะไม่เกิด spectrum และการเล่นสี

ปรากฏการณ์เล่นสีของ opal ขึ้นกับความสม่ำเสมอของโครงสร้างด้วย เช่นหากรูปทรงกลมมีขนาดเล็กมากและมีขนาดไม่สม่ำเสมอ หรือเรียงกันชิดมากเกินไปจะไม่เกิดปรากฏการณ์ play of color

การเรียงตัวหรือชั้นของโครงสร้างที่ทำให้เกิดลักษณะทางแสง ซึ่งเป็นผลให้เกิด play of colour คือการเสริมแทรกซ้อนของแสง (interference) Interference เกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางผ่านชั้นที่มีสารต่างๆกันทำให้คลื่นแสงกระจัดกระจาย ก่อให้เกิดสีต่างๆ (spectral color) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์เช่นเดียวกับที่เห็นสีเหลืองของผิวน้ำมันบางๆ เมื่อลอยบนน้ำ ลำดับ opal ขั้นต่างๆ คือการจัดเรียงตัวของรูปทรงกลมนั่นเอง

แสงเมื่อเดินทางมากระทบผิวหน้าอัญมณีที่โปร่งใส แสงส่วนหนึ่งจะสะท้อนออกไปจากผิว ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งจะหักเหเข้าไปในตัวอัญมณีนั้น เมื่อแสงออกมากระทบกับสารใหม่ส่วนหนึ่งก็จะสะท้อนออกและส่วนหนึ่งจะหักเหเข้ามาภายในอีก การเกิดสีเหลือบต่างๆบนผิวน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำก็เกิดด้วยวิธีการเช่นเดียวกันคือ เมื่อแสงเดินทางมากระทบกับจุดของน้ำมัน ส่วนหนึ่งจะสะท้อนออกไปในอากาศ ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งหักเหเข้าไปในน้ำมัน ส่วนที่หักเหเข้าไปในน้ำมันจะไปกระทบกับผิวน้ำที่อยู่ใต้น้ำมันนั้นและเกิดปรากฏการณ์เช่นเดิม คือส่วนหนึ่งของแสงสะท้อนออกขณะที่ส่วนหนึ่งหักเห แสงส่วนที่สะท้อนออกจากผิวน้ำจะผ่านเข้าไปในน้ำมันและออกไปสู่อากาศภายนอก ซึ่งจะใช้เวลานานกว่าแสงที่สะท้อนออกจากผิวน้ำมันในตอนแรก เมื่อแสง

สองส่วนมาพบกันคลื่นแสงบางส่วนจะซ้อนกันทำให้เกิดสีเข้มขึ้น คลื่นแสงบางส่วนจะบดบังบางสี หรือทั้งหมดทำให้เห็นสีต่างๆ เช่น แดง เขียว เหลืองหรือส้มเป็นหย่อมใน opal ที่เรียกว่า play of colour นั่นเอง สีที่เกิดจากปรากฏการณ์นี้ที่นิยมเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้แก่ แดง ส้ม เหลือง เขียว และน้ำเงิน อย่างไรก็ตามสีที่เกิดขึ้นควรเป็นสีสด เข้มและสม่ำเสมอ ไม่มีจุดบอด หรือจุดที่ไม่มีสีและหย่อมสีใหญ่ๆมักจะเป็นที่นิยมมากกว่า

สำหรับชนิดของ opal จำแนกตามปรากฏการณ์ play of colour แบ่งออกได้เป็นสามกลุ่มใหญ่ๆ คือ

- Broadflash หรือ flash เป็นกลุ่มของ opal ที่มีหย่อมสีที่เกิด play of colour ขนาดใหญ่ซึ่งพบใน opal ทั้งเม็ดหรือบางส่วนเมื่อขยับไปมา

- Pinfire เป็น opal ที่มีหย่อมสีที่เกิดจาก play of colour ขนาดเล็กๆที่เปลี่ยนสีเมื่อขยับ opal นั้น

- Harlequin เป็น opal ที่หย่อมสีเกิดจาก play of colour ที่มีขนาดใหญ่และเห็นได้ชัดเจน ซึ่งทำให้เป็นกลุ่มของโอปอลที่มีราคาสูงที่สุดในบรรดา opal ทั้งหมด

2.6.2 การแวววาวเหลือบเล่นสี (Labradoreacence)

Labradorescence เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดแสงวาบหรือประกาย เนื่องมาจาก การเสริมแทรกซ้อน (interference) ของแสงที่เกิดจาก repeated twinning ในอัญมณีประเภท labradorite feldspar ปรากฏการณ์นี้อาจเรียกว่า schiller

ในอัญมณีประเภท labradorite feldspar นี้ สีของตัวอัญมณีจะเป็นสีเทาดำหรือบางครั้งอาจเป็นสีขาวหรือสีน้ำเงิน ปรากฏการณ์ labradorescence จะให้สีฟ้าสดและมักปรากฏคล้ายลอยอยู่ใต้ผิวหน้าของอัญมณี บางครั้งอาจพบสีเหลืองส้มหรือม่วงซึ่งเป็นสีที่หาได้ยากในอัญมณีชนิดหนึ่งที่พบในประเทศ Finland ที่เรียกว่า spectrolite หรือ rainbow moonstone พบว่าปรากฏการณ์ labradorescence มีหลายๆสีบนตัวอัญมณีที่มีสีขาวหรือใสไม่มีสี

2.6.3 การเหลือบเล่นสี (Iridescence)

ปรากฏการณ์ iridescence เป็นปรากฏการณ์เช่นเดียวกับที่เราเห็นสีต่างๆที่เรามองเห็นบนผิวของฟองสบู่ หรือสีต่างๆที่เห็นจากส่วนหางของนกยูง เกิดจาก interference ปรากฏการณ์เช่นนี้ที่เห็นได้ในอัญมณีคือที่พบใน fire agate, ammonite และ iris agate สีที่เห็นจากปรากฏการณ์เช่น

iridescence นี้ส่วนใหญ่ใน fire agate จะเห็นเป็นหย่อมใหญ่ๆ หรือเป็นส่วนเล็กๆสีแดง หรือสีที่ผสมกันของสีเหลืองและเขียว และอาจพบสีม่วงบ้าง

ammonite มี iridescence ที่ให้สีหลายๆสีของสีเขียว เหลือง และแดง ส่วน iris agate ซึ่งได้ชื่อมาจากปรากฏการณ์นี้มี irisdescence สีต่างๆเช่นสีรุ้งๆ

การเหลือบเล่นสีในไข่มุก (Orient) Orient เป็นปรากฏการณ์ของไข่มุก หรือที่เปลือกด้านในของหอยแม่มุก (Mother of pearl) ซึ่งเกิดจาก interference ที่เกิดเมื่อแสงเดินทางผ่านชั้นต่างๆของ nacre ของหอยนั้น ปรากฏการณ์เช่นนี้จะเห็นเป็นสีเหลือบหลายๆสีบนผิวของมุกทั้งที่เป็นมุกแท้ในธรรมชาติหรือมุกเลี้ยง

2.6.4 การเหลือบสีนวลคล้ายแสงจันทร์ (Adularescence)

ปรากฏการณ์ adularescence เป็นปรากฏการณ์ที่เห็นแถบสีลอยบนผิวหน้าของอัญมณีประเภท moonstone ปรากฏการณ์นี้เกิดเนื่องจากการที่แสงเดินทางผ่านเข้าไปในอัญมณีที่โปร่งใสหรือโปร่งแสง แล้วแสงกระจัดกระจายออก การที่แสงกระทบกับชั้นของโครงสร้างภายใน แสงจะกระดอนออกมาและสะท้อนออกจากผิวหน้าของอัญมณี สีของ adularescence จะขึ้นกับความหนาบางของชั้นภายในโครงสร้างของอัญมณีนั้น หากแต่ละชั้นของโครงสร้างอัญมณีบางก็จะเกิดสี adularescence เหลือบฟ้าซึ่งเป็นสีที่นิยม หากชั้นของโครงสร้างหนาก็เกิดสีขาวขุ่น

สีของ moonstone อาจพบทั้งที่สีชา ใสไม่มีสี น้ำเงินแกมเทา เขียวแกมเหลือง ส้มอ่อน และส้มแกมน้ำตาล แต่ละชนิดก็จะมี adulatescence สีต่างๆกันไป อย่างไรก็ตามลักษณะของ adularescence ควรจะเคลื่อนตามบนผิวหน้าของอัญมณีนั้น

2.6.5 การเปลี่ยนสี (Color change)

แสงสีขาวประกอบด้วยความยาวคลื่นแสงสีต่างๆกัน และมีการกระจายของคลื่นแสงเท่าๆกัน ในขณะที่แสงไฟเช่น ไฟหลอดไม่มีไส้ (fluorescence) ขาดช่วงคลื่นแสงยาว และในหลอดไฟจำพวกหลอดไส้ (incandescent) จะมีการกระจายของแสงในช่วงคลื่นยาวไม่เท่ากัน ด้วยเหตุนี้อัญมณีบางชนิดเมื่อส่องดูภายใต้ไฟต่างชนิดกันจึงมีการเปลี่ยนสี ตัวอย่างอัญมณีชนิดนี้ที่เห็นได้เด่นชัดคือ alexandrite ซึ่งมีสีเกิดได้จากธาตุ chromium และเป็นอัญมณีในประเภท chrysoberyl ภายใต้แสงไฟ incandescent จะเห็นเป็นสีแดงแกมน้ำตาลกึ่งแดงแกมม่วง ในขณะที่เวลากลางวัน หรือภายใต้

แสงไฟ fluorescence จะเห็นอัญมณีนี้มีสีเขียวแกมน้ำเงิน ด้วยเหตุนี้จึงอาจเรียกปรากฏการณ์เช่นนี้ว่า alexamdrite effect อัญมณีอื่นๆที่มี color change ได้แก่ corundum. spinel, tourmalune และ garnet

2.6.6 ตาแมว (Cat's eye) หรือ Chatoyancy

หากแสงกระทบผิวหน้าอัญมณีแล้วสะท้อนออกมา ปริมาณและคุณภาพของแสงที่สะท้อนออกมานั้นเรียกว่าเป็นความวาวของอัญมณี หากการสะท้อนแสงเกิดภายในตัวอัญมณีเรียกว่า sheen คือเป็นเงาเหลือนอย่างแพร กรณีของอัญมณีที่มีปรากฏการณ์ตาแมว (cat's eye) หรือ chatoancey ก็เนื่องมาจากมลทินหรือตำหนิภายใน ซึ่งมีลักษณะเป็นมลทินหรือตำหนิคล้ายเส้นเข็มหรือท่อเล็กๆที่มีจำนวนมากขนานกัน แสงจะสะท้อนจากมลทินหรือตำหนิเส้นเข็มเหล่านี้ทำให้เกิดเงาเหลือบคล้ายไหมหรือแพร ดังนั้นเมื่ออัญมณีนั้นมีการเจียระไนแบบหลังเบี้ย (cabochon) โดยมีฐานแบบเรียบขนานกับระนาบของมลทินหรือตำหนิเส้นเข็ม เงาเหลือบก็จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของส่วนนูนโค้งของอัญมณีนั้น

ตัวอย่างของอัญมณีที่มี cat's eye คือ cat's eye chrysoberyl ซึ่งหากเป็น cat's eye cheysoeryl ที่มีคุณภาพดีมากจะมีปรากฏการณ์ที่เรียกว่า milk-and-honey effect นั่นคือเมื่อจับอัญมณีเข้าใกล้แหล่งแสงให้แถบของตาแมว ทำมุมตั้งฉากกับลำแสง จะเห็นว่าครึ่งหนึ่งของอัญมณีแสดงสีของตัวอัญมณีเอง ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งให้สีขุ่นคล้ายสีน้ำนม และหากวางอัญมณีนั้นอยู่ระหว่างแหล่งสีสองแหล่งก็จะเห็นคล้ายแถบตาแมวนั้นเคลื่อนออกและเข้าหากันเหมือนม่านตา (pupil) เปิดปิด

อัญมณีอื่นๆที่มี cat's eye หรือ chatoyancy ได้แก่ touemaline. beryl. zircon. scapolite, diopside. apatite และ actinolie พลอยตาเสือนั่นก็คือ Tiger's eye quartz เป็นอัญมณีที่มีปรากฏการณ์ chatoyancy แม้เมื่อเจียระไนให้หน้าราบเรียบก็ยังแสดงปรากฏการณ์

สำหรับ cat's eye ในอัญมณีสังเคราะห์ (synthetic) ได้แก่ synthetic alexandrite cat's eye และอัญมณีเทียม (Artificial) เช่นแก้วเลียนแบบอัญมณีที่มีเส้นใยแสงแก้ว optic filbers ที่ขนานกันที่ซื้อขายในชื่อของ cathystone หรือ Cat's eye

2.6.7 สาแหรก (Asterism หรือ Star)

ปรากฏการณ์เช่น chatoyancy จะเป็นผลมาจากตำหนิที่ขนานกับทิศทางเดียวของผลึก หากมีทิศทางที่เหมือนกันในผลึกสามทิศทาง เช่นในผลึกประเภท hexagonal เช่นมลทินหรือตำหนิเส้นเข็มจะเรียกว่า เป็นเส้นไหม silk ซึ่งจะขนานกันในแต่ละทิศทางสามทิศทาง อัญมณีที่เจียระไนแบบ

หลังเบี้ยก็จะแสดงลำแสงบนผิวหน้าของอัญมณีนั้นในแนวตั้งฉากกับแนวขนานของมลทินหรือตำหนิ ลักษณะข่อง chatoyancy สามทิศทางนี้เรียกว่า asterism และรู้จักกันดีในอัญมณีจำพวก corundum เช่น star ruby และ star sapphire ในอัญมณีเหล่านี้มลทินหรือตำหนิ rutileneedles ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดปรากฏการณ์จะอยู่ในแนวโครงสร้างผลึกทำมุม 120 องศา และเนื่องจากแนวความยาวของมลทินหรือตำหนิ rutile needle ทำมุมฉากกับแนว c ของผลึก ซึ่งทำให้เกิดจุดกึ่งกลางของ star ในปรากฏการณ์ ดังนั้นการเจียระไนแบบ cabochon ให้ได้รูป star ที่สวยงามจึงต้องให้ฐานของ cabochon ตั้งฉากกับแกน c ของผลึกด้วย

ในระบบผลึกประเภท hezagonal ซึ่งมีอัญมณีพวก corundum และ quartz สาแหรก (star) โดยทั่วไปมี 6 ขา (six rays) เนื่องจากมลทินหรือตำหนิรูปเข็ม (needle) ตัดกันทำมุม 60 องศา ซึ่งกันและกัน อย่างไรก็ตามอาจพบ stars มี rays ได้เนื่องมาจากการกระจายของแสงเมื่อกระทบกับ rulite needles ที่เรียงตัวใน pseudohexagonal structure สำหรับอัญมณีพวก Rose quartz มีปรากฏการณ์ asterism เนื่องมาจากตำหนิของ sillimanite หรือตำหนิรูปเข็มของแร่อื่นๆที่ทำมุม 120 องศา

อัญมณีจำพวก garnets และ spinel ที่อยู่ในระบบผลึกประเภท isometric มี star 4 หรือ 6 ขา ขึ้นกับการเจียระไน สำหรับอัญมณี diopside ซึ่งอยู่ในผลึกระบบ monoclinic มี stars 4 ขา ซึ่งปรากฏการณ์ star ที่เกิดนี้ไม่ใช่ เนื่องจากมลทินหรือตำหนิเส้นเข็ม แต่เนื่องจากแผ่นมลทินหรือตำหนิ magnetite

2.6.8 ประกายความระยิบระยับ (Aventurescence)

อัญมณีบางชนิดประกอบด้วยมลทินหรือตำหนิที่มีลักษณะเป็นแผ่นกลมแบบจานหรือเป็นแผ่นหยาบๆหรือละเอียดเล็กๆอยู่ภายใน ซึ่งเมื่อถูกแสงไฟประเภท overhead หรือ reflected light source ส่องบริเวณตำหนิผิวหน้าแผ่นเล็กๆ เหล่านี้แต่ละแผ่นก็จะสะท้อนแสงออกมาทำให้อัญมณีดูระยิบระยับ ปรากฏการณ์ของอัญมณีเช่นนี้เรียกว่า adventurescence ซึ่งมาจากคำในภาษาละตินที่แปลว่า เปลี่ยนแปลง หรืออุบัติเหตุ ซึ่งอาจจะมาจากการที่ธาตุ copper ตกลงไปในแก้วที่กำลังหลอมละลายโดยอุบัติเหตุทำให้แก้วนั้นมีประกายระยิบระยับเป็นทรายทอง (goldstone) ขึ้น

อัญมณีที่มีปรากฏการณ์ adventurescence ได้แก่ sunstone อัญมณีที่มีสีส้มแกมน้ำตาลใน species oligoclase ของ feldspar group ซึ่งมีตำหนิ hematite หรือ copper เป็นแผ่นๆภายใน หรือ aventurine quartz ซึ่งเป็น quartz สีขาวหรือเทาที่มีมลทินหรือตำหนิของ fuchsite ซึ่งเป็นชนิดหนึ่งของแร่ mica ที่มีสีเขียวอันเนื่องมาจาก chromium ทำให้ adventurine quartz มีสีเขียวระยิบระยับ

2.7 ความวาว (Luster)

ความวาว หมายถึง ปริมาณของแสงที่สะท้อนจากผิวของแร่เมื่อโดนแสง ซึ่งโดยทั่วไปจำแนกแร่ตามความวาวออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือแร่ที่เหมือนโลหะมีความวาวที่เรียกว่า วาวแบบโลหะ(metallic luster) แร่วาวรองลงมามีลักษณะเหมือนโลหะก็เรียกว่า วาวกึ่งโลหะ(submetallic luster) ซึ่งแร่ที่มีความวาวทั้งแบบ metallic และ submetallic โดยส่วนใหญ่เป็นแร่ที่ทึบแสง คือแร่ที่แสงไม่สามารถส่องผ่านได้ เช่น hematite และ pyrite และกลุ่มที่สองคือ nonmetallic luster ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น

Adamantine - เป็นความวาวแบบเพชร ซึ่งพบในแร่ที่มีค่าดัชนีหักเหของแสงสูง และเป็นความวาวที่มากที่สุดในอัญมณีที่มีความโปร่งใส

Subadamantine - เป็นความวาวที่รองลงมาจาก adamantine พลอยที่มีความวาวเช่นนี้จะเป็นพลอยที่ค่าดัชนีหักเหสูง เช่น zircon และ demantoid garnet

Vitreous - ความวาวแบบแก้ว ความวาวประเภทนี้จะพบโดยทั่วไปสำหรับพลอยที่ความโปร่งใส เช่น quartz, tourmaline เป็นต้น

Subvitreous - เป็นความวาวที่รองลงมาจาก vitreous

Greasy - เป็นความวาวที่ลักษณะคล้ายน้ำมันเคลือบอยู่ที่ผิว พบในหยก(jade) และพลอยที่เป็น aggregates อื่นๆ

Resinous - เป็นความวาวที่มีลักษณะคล้ายยางสน(resin) เช่น amber

Silky - มีลักษณะเช่นเดียวกับใยผ้าไหม ซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสงภายในเนื้อพลอยที่มีโครงสร้างเป็นเส้นใยที่ขนานกัน เช่น gypsum หรือ tiger's eye quartz หรือเกิดจากลักษณะใยสานกัน เช่น amazonite microcline feldspar

Pearly - ลักษณะความวาวชนิดนี้จะเห็นเป็นเหลือบของแสง มักพบกับพลอยที่เจียระไนแบบ cabuchon เช่น ไข่มุก(pearl), เปลือกหอยมุก และ moonstone

Waxy - เป็นความวาวที่มีลักษณะคล้ายเทียนไข หรือ เล็บมือ ซึ่งจะมีการสะท้อนแสงเพียงเล็กน้อย

Dull - ความวาวประเภทนี้พบได้ในพลอยที่ไม่มีการขัดเงาหรือพลอยที่ทึบแสง (opaque) ที่มีลักษณะผิวหน้าผิดปกติหรือมีเส้นใยละเอียด

บทที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบอัญมณี (Gemstone Instuments for identification)

3.1 แว่นขยายกำลังขยาย 10 เท่า (10x Triplet Loupe)

แว่นขยาย (loupe) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณีที่ใช้กันมากอย่างแพร่หลายและเป็นเครื่องมือที่ง่ายต่อการพกพา โดยปกติ loupe มีกำลังขยายต่างๆกันตั้งแต่ 6x,10x,14x,20x และ 24x loupe ที่มีขนาด 6x หมายถึงแว่นขยายที่สามารถให้ภาพใหญ่เป็นหกเท่าของของจริง แต่ในการวิเคราะห์อัญมณีโดยทั่วไปมักใช้ loupe ที่มีกำลังขยาย 10 เท่า และเป็น loupe ที่มีเลนส์สามอันหรือที่เรียกว่า triplet-type loupe หรือ triplet aplanatic lens ซึ่งประกอบด้วยเลนส์ที่ช่วยกำจัดข้อบกพร่องในเรื่องแสง (chromatic aberration) ที่เห็นเป็นสีต่างๆ บริเวณขอบๆเลนส์ และข้อบกพร่องในการเห็นภาพ (spherical aberration) เห็นภาพไม่ชัดเจนบริเวณขอบๆของเลนส์ การกำจัด chromatic aberration นั้นมีความสำคัญในการเกรดสีของเพชรเป็นอย่างมาก ส่วนการกำจัดข้อบกพร่องในการเห็นภาพก็ช่วยในการดูตำหนิของพลอยและเพชรให้ชัดเจนขึ้น หากตำหนินั้นอยู่บริเวณขอบๆเพชรหรือพลอยเพราะ triplet loupe จะทำให้ภาพของวัตถุที่ดูนั้นเห็นชัดเจนในช่วงกว้างของเลนส์ทั้งหมด

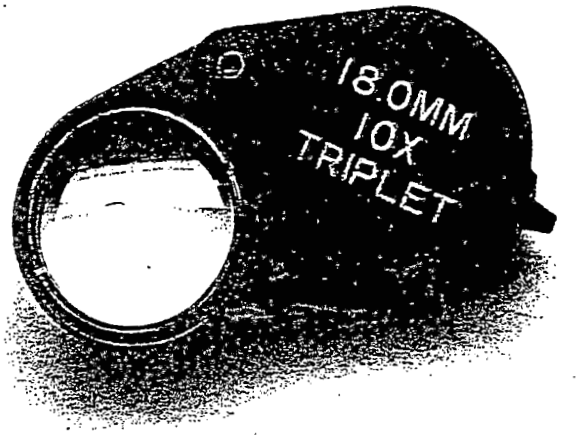
Triplet aplanatic lens จะประกอบด้วยส่วนต่างๆสามส่วนคือเลนส์นอกสุดของเลนส์ ที่ทำด้วย flint glass นำมาติดกับเลนส์นูนสองด้านของ crown glass

Loupe ที่มีกำลังขยาย 10 เท่า มีระยะชัดของภาพเท่ากับ 10/10 หรือเท่ากับ หนึ่งนิ้ว Loupe ที่มีกำลังขยาย 20 เท่า มีโฟกัสเท่ากับ 10/20 หรือเท่ากับ 1/2 นิ้ว ยิ่ง loupe กำลังขยายของวัตถุมากเท่าใดโฟกัสของวัตถุก็ยิ่งใกล้ loupe มากเท่านั้น และเนื้อที่ของภาพที่เห็นก็จะยิ่งเล็กลงมากเท่านั้น

การใช้ loupe เพื่อวิเคราะห์อัญมณีนั้น สิ่งสำคัญที่ต้องทำก่อนคือการทำความสะอาดอัญมณีด้วยผ้าทำความสะอาดพลอย (gemcloth) นอกจากนี้ควรต้องตรวจสอบว่า loupe นั้นสะอาดด้วย การจับ loupe นั้นโดยทั่วไปใช้นิ้วชี้สอดลงไปในช่องฝาปิด loupe และเป็นนิ้วที่คอยควบคุมการเคลื่อนขยับ loupe ด้วย หากถนัดในการใช้ตาขวาก็มักจะถือ loupe ด้วยมือขวา และหากถนัดซ้ายก็ถือ loupe ด้วยมือซ้าย

Loupe ควรจะอยู่ใกล้ตาและควรจะถืออัญมณีห่างจาก loupe ประมาณ 1 นิ้วและเพื่อให้การจับ loupe มั่นคง ควรวางมือที่จับปากคีบถืออัญมณีไว้พิงกับมือที่ถือ loupe โดยให้มือที่ถือ loupe พิงกับแก้มผู้วิเคราะห์ ทั้งนี้หากผู้วิเคราะห์นั่งอยู่ก็สามารถวางข้อศอกไว้กับโต๊ะได้ ขณะที่ใช้ loupe ต้องลืมตาทั้งสองข้าง การดูอัญมณีควรจะดูให้รอบคอบทั้งส่วนบนและส่วนล่างตลอดจนด้านข้างของ

อัญมณี หากอัญมณีนั้นโปร่งใสก็ควรจะตรวจดูทั้งภายในและภายนอกอัญมณี การดูมลทินหรือตำหนิภายในทำโดยการยกอัญมณีให้แสงส่องเข้าสู่อัญมณีทั้งทางด้านข้างและทางด้านหลัง หากจะดูตำหนิภายนอกก็ให้ยกอัญมณีให้แสงส่องสะท้อนจากผิวหน้าอัญมณีนั้น



รูปที่ 3-1 แว่นขยาย 10x(Loupe)

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

3.2 กล้องจุลทรรศน์วิเคราะห์อัญมณี (Microacope)

เครื่องมือที่มีประโยชน์ในการศึกษาและวิเคราะห์อัญมณีมากที่สุด กล้องจุลทรรศน์ (microscope) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยเลนส์สองส่วนคือ เลนส์วัตถุซึ่งเป็นเลนส์ที่อยู่ใกล้วัตถุ (objective) และเลนส์ตาซึ่งเป็นตัวขยายเลนส์วัตถุอยู่ตอนบนของกล้อง (ocular) หรือที่เรียกว่า eyepiece กล้องจุลทรรศน์วิเคราะห์อัญมณีที่ใช้กันส่วนใหญ่คือกล้องจุลทรรศน์สองตา (binocular) ซึ่งเป็นกล้องที่ปรับให้ดูภาพได้สามมิติตรงตามตำแหน่งของจริงของวัตถุที่ใช้ดู เช่น หากมลทินหรือตำแหน่งของอัณมณีอยู่ทางด้านซ้าย ภาพที่เห็นก็จะอยู่ตรงตำแหน่งด้านซ้าย เช่นเดียวกับอัญมณีจริง ซึ่งผิดกับกล้องชนิดตาเดียว (monocular) ที่ตำแหน่งจะอยู่ในด้านกลับกับวัตถุจริง

ส่วนต่างๆของกล้องจุลทรรศน์แสดงได้ดังรูปที่ 3-2

ส่วนประกอบของ microscope ที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณีส่วนใหญ่ได้

- **ลำตัวกล้อง (pod)** ประกอบด้วยเลนส์วัตถุ (objectives) และ oculars เลนส์ตา (eyepiece lenses) ส่วนเลนส์ตาจะถอดออกได้หากต้องการเปลี่ยนขนาดของ eyepiece ใหม่หรือใส่เครื่องมือสำหรับติดกับกล้องถ่ายรูป

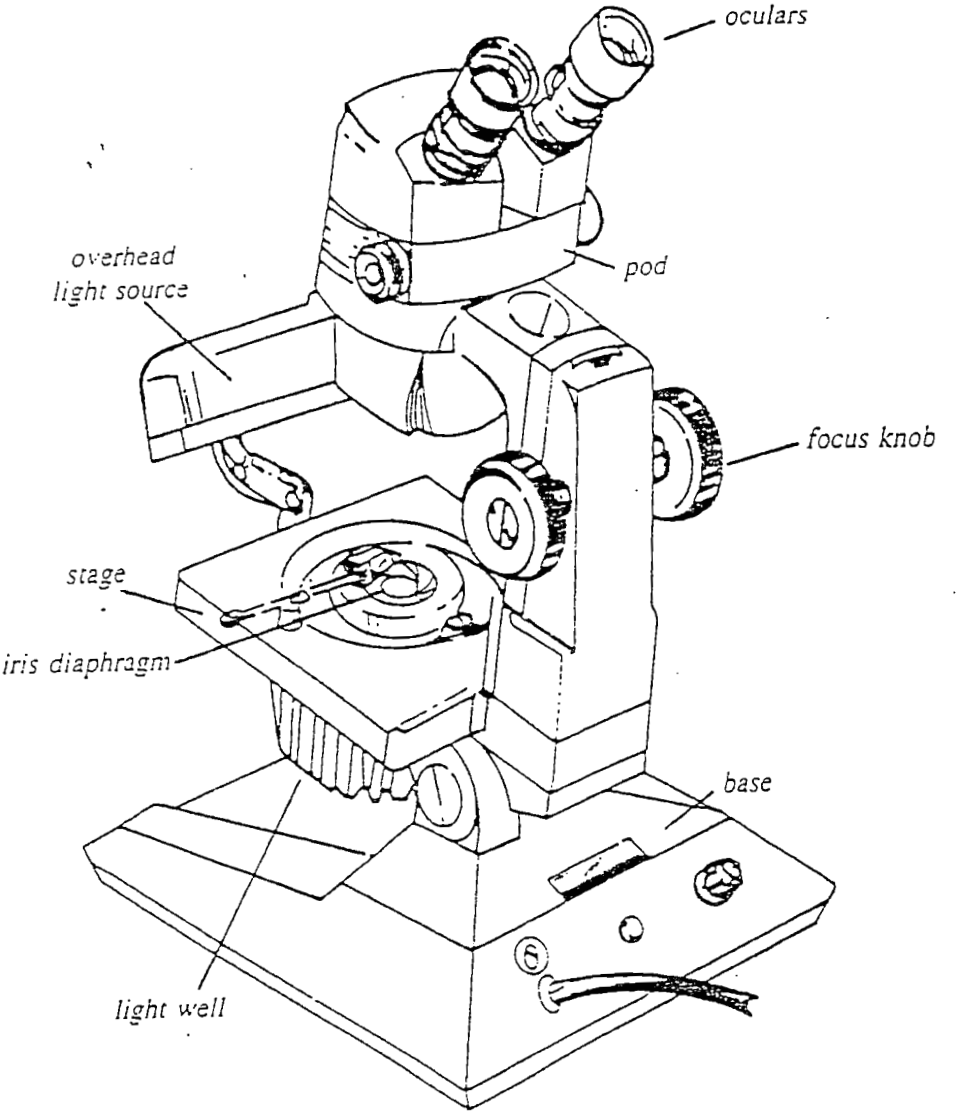
- **แท่นกล้อง (stage)** เป็นแท่นที่วางอัญมณีและเป็นส่วนที่เปิดให้แสงไฟส่องผ่านจากด้านล่างกล้อง โดยทั่วไปจะมี iris diaphragm ปิดเปิดสำหรับควบคุมขนาดของแสงที่ส่องขึ้นมาบริเวณนี้ อาจมีปุ่มสำหรับเสียบปากคีบพลอย และติดไฟส่องพลอย overhead light source

- **แหล่งไฟ (light well)** เป็นบริเวณที่ติดตั้งหลอดไฟอยู่ด้านล่างของแท่นกล้อง ซึ่งมี baffle เป็นแผ่นโลหะสำหรับปิดเปิดบังคับแสงไฟ

- **ฐานกล้อง (base)** เป็นส่วนที่มีสายไฟที่ควบคุมสวิตซ์ปิดเปิดไฟ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่มีแกนให้กล้องขยับเอียงขึ้นลงได้

การใช้ microscope วิเคราะห์อัญมณีนั้น สิ่งแรกที่ต้องทำคือการทำความสะอาดอัญมณีด้วยผ้าทำความสะอาดพลอย ตั้งกล้องที่กำลังขยาย 10x เปิดไฟและปิด baffle เปิด iris diaphragm การวิเคราะห์อัญมณีผู้วิเคราะห์ต้องดูอัญมณีให้ทั่วทั้งส่วนบนและส่วนล่างของอัญมณีตลอดจนบริเวณรอบข้าง หากเป็นอัญมณีที่มีความโปร่งใสต้องดูทั้งภายในและภายนอกของอัญมณีนั้น การดูมลทินหรือตำหนิภายในให้ใช้ไฟ darkfield คือให้แสงไฟส่องจากด้านข้างและด้านล่างเพียงเล็กน้อย หากดูตำหนิภายนอกให้ใช้ไฟ overhead light เพื่อให้แสงสะท้อนที่บริเวณผิวหน้าอัญมณี

553.8
ว 216 ร
144360



รูปที่ 3-2 แสดงส่วนต่างๆของกล้องจุลทรรศน์(Microscope)

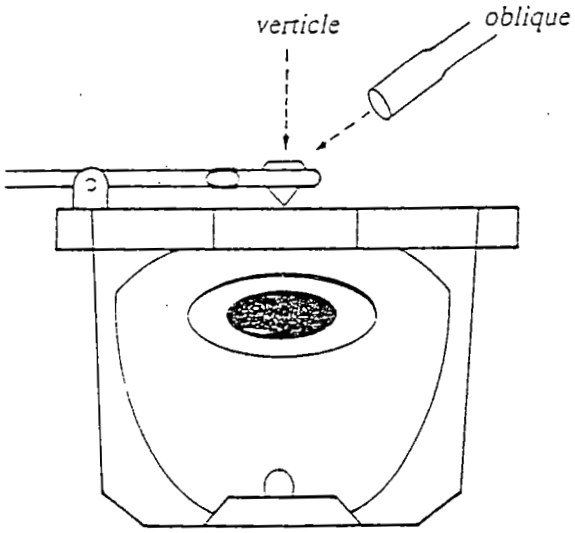
กำลังขยายของ microscope คำนวณได้จากค่ากำลังขยายของเลนส์ตาคูณด้วยกำลังขยายของเลนส์วัตถุซึ่งโดยทั่วไปใช้กำลังขยายตั้งแต่ 10x ถึง 45x แต่การวิเคราะห์บางกรณีใช้กำลังขยายสูงถึง 90x

การใช้กำลังขยายของกล้องในระดับต่างๆ นั้นหากเป็นกำลังขยายต่ำสุดพบว่า เหมาะในการวิเคราะห์ลักษณะมลทินหรือตำหนิภายในอัญมณีทั่วๆไป หากใช้กำลังขยายสูงก็เหมาะสำหรับการพิจารณาลักษณะมลทินหรือตำหนินั้นอย่างละเอียดถี่ถ้วน

ลักษณะไฟที่ใช้ในการวิเคราะห์อัญมณี

1. แสงสะท้อนหรือแสงตกกระทบ (Reflected/Incident Illumination)

มีหลอดไฟฟลูออเรสเซนส์ติดอยู่กับเครื่อง ให้แสงไฟตกกระทบพลอยจากด้านบนทำให้เห็นลักษณะที่ผิวชัดเจนขึ้น เช่น รอยขีดข่วน รอยบิ่น หรือเป็นรู การใช้แสงไฟแบบที่เหมาะสำหรับพลอยทึบแสง หรือพลอยที่มีปรากฏการณ์



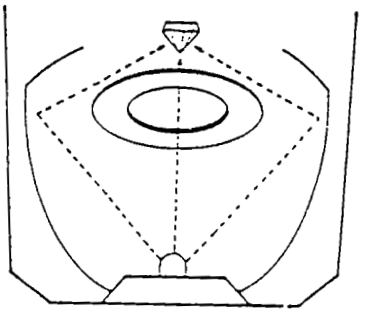
รูปที่ 3-3 แสงสะท้อนหรือแสงตกกระทบ(microscope)

2. แสงส่องผ่าน (Light-Field Illumination)

การให้แสงส่องผ่านเหมาะสำหรับดูลักษณะภายในพลอย และแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

- แบบฉากสว่าง (Light-Field Illrmination)

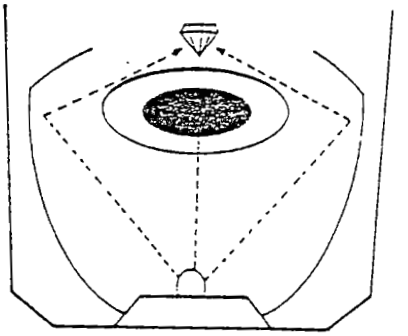
แสงจะส่องผ่านจากด้านล่างเข้าสู่พลอยและเข้าสู่เลนส์วัตถุ จะเห็นเป็นตำหนิสีดำบนฉากสว่าง แต่เนื่องจากรูปร่างของพลอยที่เจียระไนเหลี่ยม ทำให้แสงส่วนมากไม่เข้าสู่พลอย จะเกิดเป็นจุดบอดขึ้น เพื่อไม่ให้เกิดจุดบอดให้ใส่แผ่นแก้วฝ้าหรือพลาสติกระหว่างแหล่งแสงและพลอย แสงพร่านี้จะทำให้เห็นลักษณะบางอย่างชัดเจนขึ้น เช่น เส้นหิน หรือแถบสีต่างๆ



รูปที่ 3-4 แสงส่องผ่าน แบบฉากสว่าง

- แบบฉากมืด (Dark Field Illumination)

แบบฉากมืด คือ ให้แสงเข้าสู่พลอยจากด้านข้าง ไม่ใช่จากด้านล่าง จะเห็นเป็นจุดสว่างบนฉากมืด ดูภาพประกอบด้านล่าง แสงเข้าจากด้านข้าง และแผ่นดำขวางอยู่ระหว่างแหล่งแสงข้างใต้ก้นพลอย เพื่อกันไม่ให้แสงเข้าจากด้านล่าง



รูปที่ 3-5 แสงส่องผ่าน แบบฉากมืด

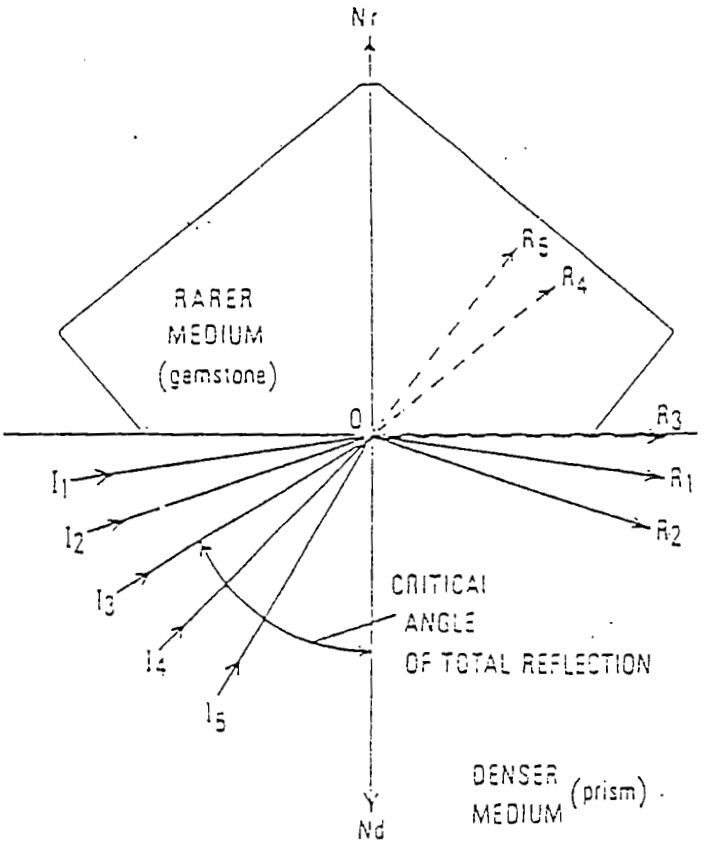
แบบฉากมืดนี้เหมาะสำหรับดูตำหนิพวกผลึก (Crystal), เส้นไหม (Silk), รอยนิ้วมือ (Fingerprints)

- แบบจุด(Pinpoint)

แบบจุด คือ วิธีนี้แสงจะส่องผ่านพลอยจากการปิด "ไอริส ไดอะแฟรม" (Iris Diaphragm) ซึ่งจะเหลือช่องรูเล็กๆให้แสงผ่านได้ ทำให้เห็นเส้นโค้ง(Curved Striae)ได้ชัด เป็นต้น

3.3 รีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer)

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าดัชนีหักเหของแสง ซึ่งการหาค่าดัชนีหักเหของแสงด้วยเครื่องมือนี้ เราควรจะทำความเข้าใจลักษณะของแสงที่เดินทางจากตัวกลางที่หนาแน่นมาก ผ่านไปสู่ตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่า เมื่อแสงนั้นๆทำมุมตกกระทบบนตัวกลางต่างๆกันดังรูปที่ 3-6



รูปที่ 3-6 แสดงแสงที่ตกกระทบผิวหน้าอัญมณีทำมุมต่างๆกัน

หากแสง I1 ตกกระทบผิวหน้าอัญมณีทำมุมใหญ่มากที่สุดเมื่อวัดจากเส้นปกติ (normal) แสงจะสะท้อนกลับไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นกว่า แสงที่สะท้อน R1 จะเป็นไปตามกฎของการสะท้อนนั่นคือ มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน (มุม I1, O, Nd = มุม Nd, O, R1) และแสงจะสะท้อนกลับหมด (total internal reflection) ไปสู่ตัวกลางที่หนาแน่นกว่า หากมุมตกกระทบมีขนาดเล็กลง แสงก็ยังคงสะท้อนกลับไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นกว่า จนกว่าแสงจะตกกระทบทำมุมเท่ากับมุมวิกฤต (I3, O, Nd) ที่แสงสะท้อนจะไม่เป็นไปตามกฎของการสะท้อน แสงจะสะท้อนในแนวราบไปตามผิวระหว่างตัวกลางทั้งสอง (R3) และหากมุมตกกระทบมีขนาดเล็กกว่ามุมวิกฤต

แสงจะสะท้อนตามกฎของการหักเห คือหักเหออกจากเส้นปกติเข้าสู่ตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่า แสงสะท้อน R4, R5

W.H. Wollaston เป็นคนแรกที่ให้ข้อเสนอแนะว่าหากนำสารใดมาสัมผัสกับแก้วที่มุมวิกฤตและแก้วนั้นมีค่าดัชนีหักเหสูง จะสามารถหาค่าดัชนีหักเหของสารนั้นได้ หากสารนั้นมีค่าดัชนีหักเหต่ำกว่าแก้ว ด้วยหลักการนี้จึงได้มีการทำ refractometer Abbe-Pulfrich และใช้กันในห้องปฏิบัติการทดลอง หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1885 ได้มีการค้นคว้าหา refractometer ที่มีสเกลใช้อ่านค่าดัชนีหักเหได้เลย โดย Professor Bertrand J.H. Steward ได้ประดิษฐ์ refractometer ที่มีแท่งแก้วครึ่งวงกลม (hemisphere) ขนาดใหญ่ขึ้นทำด้วยแก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วทำให้สามารถอ่านค่าดัชนีหักเหของแสงได้สูงถึง 1.79 ซึ่งเครื่องมือ refractometer ที่ได้ประดิษฐ์มาทั้งหมดนั้นต้องมีสารละลายที่มีค่าดัชนีหักเหสูงมาก เป็นตัวเชื่อมให้สารที่ต้องการหาค่าดัชนีหักเหสัมผัสกับแท่งแก้ว ผู้ที่คิดค้นน้ำยาหรือสารละลายที่ใช้คือ Herbert Smith ซึ่งคิดค้นในปี ค.ศ. 1907 โดยใช้ methylene iodide ทำให้อิ่มตัวด้วย sulphur หลังจากนั้นต่อมาได้มีการคิดค้นทำ refractometer ขึ้นมาอีกหลายรูปแบบทั้งในอังกฤษและที่อื่นๆ

B.Benson แห่ง The Gemological Institute fo America ได้คิดประดิษฐ์ Duplex refractometer ขึ้นโดยใช้แท่งแก้วครึ่งทรงกระบอก (hemicyclindrical) แทนแท่งแก้วครึ่งทรงกลม (hemisphere) และใช้กระจกที่ถอดเข้าออกได้เพื่อให้อ่านค่าดัชนีหักเหจากหลายส่วนของสเกล ซึ่งต่อมาได้ประดิษฐ์ refractometer รุ่น Duplex II และปรับเปลี่ยนกระจกถอดได้นั้นตลอดจนใส่ตารางค่าดัชนีหักเหของอัญมณีต่างๆติดทางด้านข้างของเครื่องมือ refractometer อีกสองชนิดที่นิยมใช้กันในปัจจุบันคือ Ergo Gemstone refractometer ที่ประดิษฐ์โดย Kruss จากประเทศเยอรมันและ Topcon refractometer ที่ประดิษฐ์จากประเทศญี่ปุ่นซึ่ง Topcon refractometer นี้คิดขึ้นเพื่อใช้วัดค่าดัชนีหักเหของอัญมณีที่เจียระไนแบบหลังเบี้ย (cobochon) โดยอ่านค่าดัชนีหักเหแบบ spot

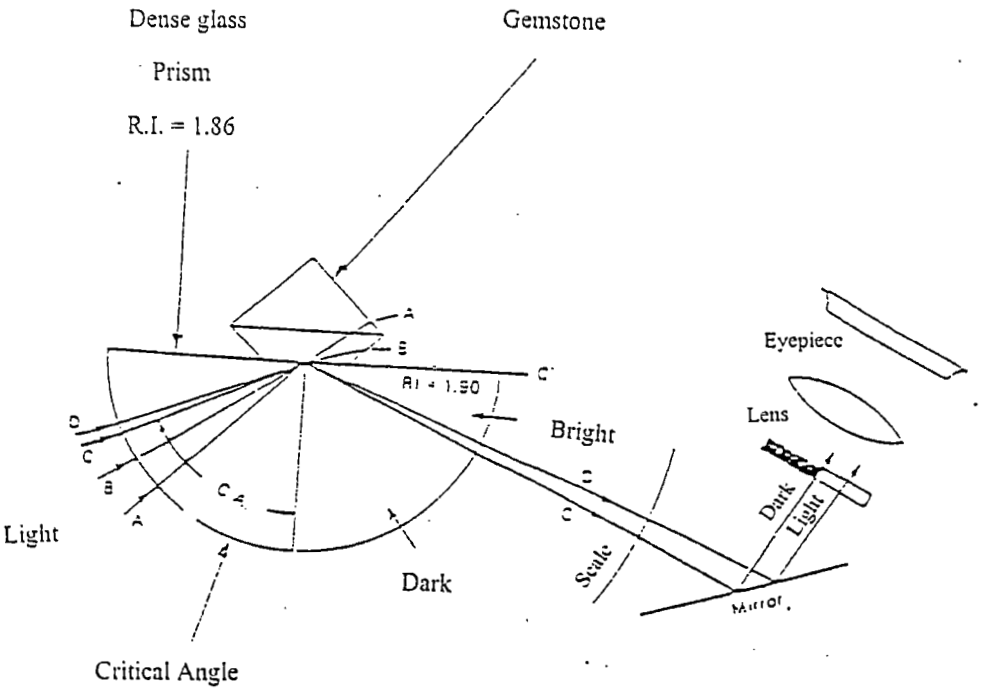
จากหลักการในเรื่องมุมวิกฤตและค่าดัชนีหักเหจึงได้นำแก้ว prism มาทำ refractometer ขึ้นโดยลำแสงจะผ่านจากตัวกลางที่หนาแน่นจากแก้ว prism แล้วสะท้อนกลับจากผิวของอัญมณีทำมุมมากกว่ามุมวิกฤตแสงอีกส่วนหนึ่งจะหักเหเข้าสู่ตัวอัญมณีทำมุมเล็กกว่ามุมวิกฤต ทั้งนี้ การคิดค่าของมุมวิกฤตนี้ คิดจากค่าดัชนีหักเหของแก้วและอัญมณี ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสูตร

sine of critical angle = RI ของตัวกลางที่หนาแน่นน้อยกว่า (อัญมณี)
RI ของตัวกลางที่หนาแน่นมากกว่า (แก้ว)

RI ของอัญมณี = sine of critical angle * RI ของ refractometer prism

การหาค่าดัชนีหักเหของอัญมณีจะทำได้ หากอัญมณีนั้นมีค่าดัชนีหักเหน้อยกว่าแก้ว prism เพราะหากอัญมณีนั้นมีค่าดัชนีหักเหเท่ากับหรือมากกว่า ลำแสงจะหักเหกลับเข้าสู่ตัวอัญมณี ดังนั้นค่าดัชนีหักเหของอัญมณีที่วัดได้จะขึ้นอยู่กับค่าดัชนีหักเหของสารละลายที่เป็นตัวกลาง ช่วยทำให้อัญมณีนั้นสัมผัสกับแท่งแก้วและตัวแท่งแก้วเอง

แก้วที่ใช้ในเครื่องมือ refractometer เป็นแท่งแก้วผสมตะกั่ว (high leadoxide content glass) ที่มีค่าดัชนีหักเหประมาณ 1.86 การทำ refractometer โดยใช้หลักของมุมวิกฤตแสดงได้ดังรูป 1-18 ซึ่งลำแสงจะส่องเข้าไปกระทบแก้วและอัญมณีแล้วทำมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต ION ทำให้แสงสะท้อนออกมาเข้าสู่เลนส์และสเกลที่มีค่าดัชนีหักเหต่างๆตั้งแต่ 1.40 ถึง 1.81 หากแสงตกกระทบทำมุมน้อยกว่ามุมวิกฤต แสงจะไม่สะท้อนออกมาที่เลนส์และสเกลแต่จะหักเหเข้าไปในอัญมณีนั้น



รูปที่ 3-7 แสดงการทำงานของ Refractometer

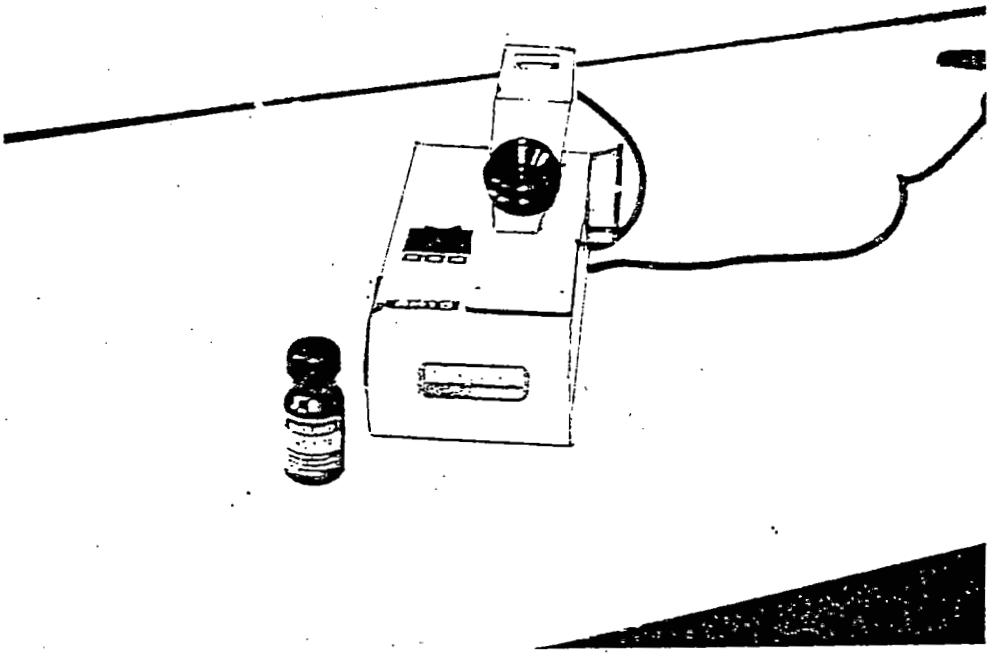
กระจกและเลนส์ตาช่วยปรับให้เห็นสเกลของค่าดัชนีหักเห โดยที่จะเห็นเป็นเงาสีดำในส่วนบนของสเกลเกิดจากลำแสงหักเหเข้าไปในอัญมณี และส่วนสว่างตอนล่างที่เกิดจากการสะท้อนออกมาของลำแสงจากผิวหน้าของอัญมณีและส่วนสว่างตอนล่างที่เกิดจากการสะท้อนออกมาของลำแสงจากผิวหน้าของอัญมณี ขอบเงาล่างๆบริเวณระหว่างทั้งสองส่วนจะเป็นค่าของดัชนีหักเหของอัญมณีนั้น

น้ำยาที่ใช้เป็นสารละลายในการช่วย ทำให้อัญมณีนั้นสัมผัสกับแท่งแก้ว (contact liquid) เป็นสารละลาย methylene iodide ที่ทำให้อิ่มตัวด้วย sulphur ซึ่งมีค่าดัชนีหักเห 1.78 หากผสม tetraiodoethylene อีก 18% จะทำให้ค่าดัชนีหักเหสูงขึ้นได้เป็น 1.81 มักจะเป็นสารที่ทำอันตรายกัดกร่อนแก้วที่เป็น hemicylinder ทั้งนี้เนื่องจากแก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วซึ่งทำให้แก้วนั้นมีค่าดัชนีหักเหสูงขึ้นจะมีความแข็งลดลงกว่าแก้วปกติโดยทั่วๆไป การหาค่าดัชนีหักเหของอัญมณีต่างๆ นั้น ผู้วิเคราะห์ควรใช้ความระมัดระวัง เมื่อจะวางหรือเลื่อนอัญมณีบนแก้วและต้องทำความสะอาดเช็ดน้ำยา (contact liquid) ทุกครั้งด้วยกระดาษเช็ดเลนส์ เพราะไม่เช่นนั้นน้ำยาซึ่งมีส่วนผสมของ sulphur จะแห้งและ sulphur จะตกผลึกจับเกาะอยู่บนแก้วซึ่งต้องใช้สารละลาย methylene iodide ละลายผลึกนั้น และเช็ดด้วยกระดาษเช็ดเลนส์

เมื่อจะอ่านค่าดัชนีหักเหของแสง ไม่ควรใช้ปากคีบจับอัญมณีวางลงบนแก้วใน refractometer เพราะอาจขูดขีดแก้วเป็นรอยได้ นอกจากนี้แก้ว hemicylinder มักจะถูกกัดกร่อนหมองได้ง่าย ซึ่งสามารถแก้ไขโดยใช้ผง cerium oxide ผสมน้ำขัดเบาๆ และหากไม่ได้ใช้ refractometer นั้นนานๆควรทาบริเวณแก้วด้วย petroleum jelly ทั้งนี้เพราะค่าดัชนีหักเหของแสงที่จะอ่านได้นั้น จะคมชัดต่อเมื่ออัญมณีนั้นมีหน้าที่ราบเรียบและแก้วสะอาดราบเรียบไม่มีรอยขูดขีด

โดยทั่วไป refractometer จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- แก้ว hemicylinder ซึ่งทำด้วยแก้วที่มีค่าดัชนีหักเหสูง
- สเกล เป็นแก้วโค้งหรือพลาสติกที่มีค่าดัชนีหักเหต่างๆ
- เลนส์ที่ใช้มองสเกล (viewing lens)
- เลนส์ขยาย (magnierfi) เพื่อช่วยขยายสเกล
- polarizing filter ที่จะช่วยจำแนกค่าดัชนีหักเหของแสงในอัญมณีที่มีค่าดัชนีหักเหคู่
- ช่องที่เปิดให้แสงส่องผ่าน (light portal) ซึ่งอยู่ที่บริเวณด้านหลังของเครื่องมือ



รูปที่ 3-8 แสดงส่วนต่างๆของเครื่อง Refractometer

การใช้เครื่อง Refractometer

แม้ refractometer จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ได้ง่ายแต่ผู้วิเคราะห์ก็ควรอ่านข้อแนะนำต่างๆดัง เช่น เครื่องมือควรจะตั้งบนโต๊ะที่คงที่ แสงไฟที่ใช้ต้องส่องผ่านช่องด้านหลังของเครื่องมือ โดยทั้งนี้ ลักษณะของไฟที่ใช้ควรเป็น monochromatic light สีเหลืองที่มีความยาวคลื่นเท่ากับ 589.3 nm เช่น sodium light ซึ่งจะทำให้เห็นขอบที่แสดงค่าดัชนีหักเหชัดเจน ทั้งนี้เพราะหากใช้ไฟที่ให้แสงสีขาว (white light) ของที่ตัดระหว่างเขตสว่างและมืดไปสเกลจะไม่คมชัดแต่จะเห็นเป็นแถบสีต่างๆ เช่น หากอ่านค่าดัชนีหักเหของ spinel ด้วย white source จะเห็นค่า 1.718 ที่บริเวณขอบสีแดงแต่ที่บริเวณ สีม่วงจะเห็นค่า 1.738 เป็นต้น การใช้ sodium light แม้จะช่วยทำให้ค่าดัชนีหักเหของอัญมณีชัดเจน

แต่เครื่องมือที่ให้ไฟเช่นนั้นมีราคาแพง ดังนั้นการแก้ปัญหาเช่นนี้ทำได้โดยการใช้แผ่นกรองแสง หรือ แผ่นพลาสติกสีโปร่งใสหรือ cellophane กั้นให้แสงผ่านเพียงคลื่นแสงเดียว หรือให้ลำแสงแคบมากที่สุด ทั้งนี้แสงสีเหลืองจะช่วยให้อ่านค่าดัชนีหักเหได้ดีที่สุด แต่สีแดงก็ได้ผลบ้าง การวิเคราะห์ค่าดัชนีหักเหของอัญมณีควรจะทำให้ห้องที่ค่อนข้างมืดและควรระวังไม่ให้มีแสงอื่นๆเข้ามาในบริเวณที่ทำการวิเคราะห์

น้ำยาที่เป็น contact liquid ควรใช้เพียงเล็กน้อยตามขนาดของอัญมณี เมื่อหยดน้ำยาควรหยดในบริเวณแผ่นโลหะใกล้มุมของ hemicylinder แล้ววางอัญมณีลงบนน้ำยานั้น ค่อยๆเลื่อนอัญมณีลงมาที่บริเวณแก้ว hemicylinder ให้อัญมณีอยู่กึ่งกลางของแก้ว ปิดฝาปิดของ refractometer เพื่อป้องกันไม่ให้มีแสงอื่นมารบกวน และอ่านค่าดัชนีหักเหจาก eyepiece หากดัชนีหักเหของแสงของอัญมณีอยู่ในช่วงที่หาค่าได้คือระหว่าง 1.40 ถึง 1.81 จะเห็นขอบตัดระหว่างเขตสว่างและมืด หากเห็นมืดไปหมดและมีขอบตัดสว่างที่ 1.81 อาจเป็นไปได้ว่าค่าดัชนีหักเหของแสงของอัญมณีนั้นสูงกว่า 1.81 อย่างไรก็ตามผู้วิเคราะห์อัญมณีควรทราบว่า การมองเห็นค่าดัชนีหักเหโดยใช้เครื่องมือ refractometer นี้ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของเหลี่ยมที่เจียระไนของอัญมณี ซึ่งจะสัมผัสกับแก้ว ขนาด และลักษณะผิวหน้าของอัญมณีนั้นๆด้วย

วิธีการอ่านค่าดัชนีหักเหของอัญมณีมีอยู่สองวิธี คือ การอ่านจากอัญมณีที่เจียระไนมีเหลี่ยม (facetedstones) และการอ่านค่าดัชนีหักเหของแสงเมื่ออัญมณีนั้นเจียระไนแบบหลังเบี้ย (cabochon) และที่แกะสลัก (carving) ซึ่งต้องอ่านแบบจุด (spot reading)

การอ่านค่าดัชนีหักเหแบบ Faceted stones

1. นำเอาฝาพลาสติกและ magnifier ออกจากเครื่องมือ

2. เลือกหน้าเหลี่ยมของอัญมณีที่ใหญ่ที่สุด และที่เจียระไนได้เรียบที่สุด แล้วเช็ดสิ่งสกปรกออกจากหน้าอัญมณีด้วย gemcloth

3. ให้ใช้ไฟส่องผ่านช่องด้านหลังของเครื่องมือ พยายามหลีกเลี่ยงอย่าให้แสงไฟอื่นๆ รบกวน

4. หยดน้ำยา RI liquid (contact liquid) ประมาณหยดเท่าขนาดของหัวเข็มหมุดลงบนเครื่องมือในส่วนของโลหะ

5. ให้ใช้นิ้วมือจับอัญมณีวางลงบนน้ำยา แล้วค่อยๆขยับอัญมณีบนน้ำยา เพื่อให้น้ำยากระจายออกทั่วอัญมณีนั้น

6. ค่อยๆ เคลื่อนอัญมณีอย่างระมัดระวังมาที่กึ่งกลางของ hemicylinder โดยให้ความยาวอัญมณีอยู่ในแนวยาวของ hemicylinder (ไม่ควรกดอัญมณีลงบน hemicylinder เพราะแก้ว hemtcylinder มีเนื้ออ่อนถูกขูดขีดได้ง่าย)

หากทดสอบอัญมณีที่อยู่ในตัวเรือนต้องระวังอย่าให้ตัวเรือนกดถูก hemicylinder

7. ขยับศีรษะขึ้นลงอย่างช้าๆ โดยให้ห่างจากเครื่องมือประมาณ 10 หรือ 12 นิ้ว และมองดูที่เลนส์เพื่ออ่านค่าดัชนีหักเหที่สเกลในเครื่องมือ หากเป็นอัญมณีที่มีขนาดเล็กก็ควรมองห่างจากเครื่องมือประมาณ 12 หรือ 15 นิ้ว จุดที่จะวางอัญมณีใน hemicylinder ให้เหนือหรือต่ำกว่ากึ่งกลางจะขึ้นกับค่า RI ของอัญมณีนั้นๆ

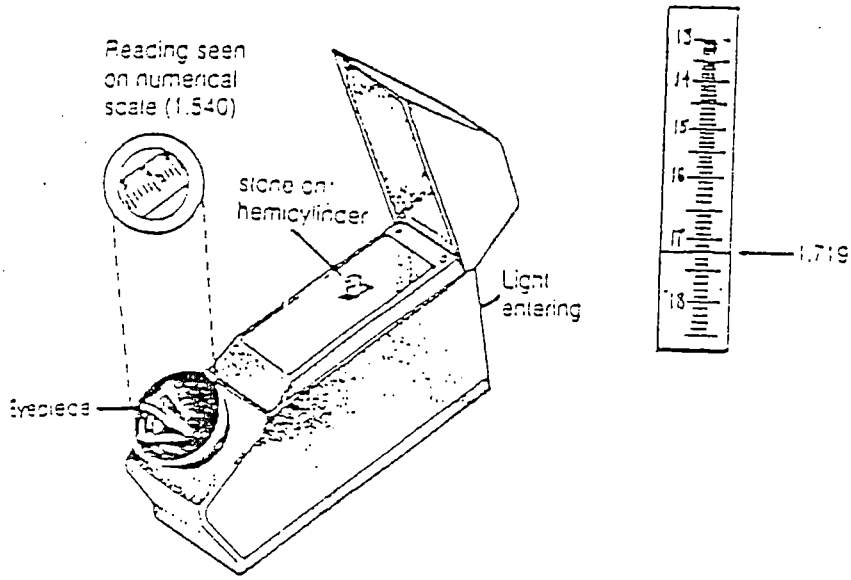
การใช้น้ำยา RI ไม่ควรใช้ปริมาณมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดวงสีดำใหญ่รอบๆ อัญมณีนั้น ซึ่งจะทำให้อ่านค่าดัชนีหักเหคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้อัญมณีอาจจะลอยอยู่บนน้ำยา RI ทำให้ค่าที่อ่านได้เป็นค่าดัชนีหักเหของน้ำยา RI

8.เงาของอัญมณีจะเคลื่อนขึ้นลงตาม เมื่อผู้วิเคราะห์เคลื่อนศีรษะขึ้นลงดังนั้นให้พยายามมองภาพที่สเกลส่วนบนซึ่งมีค่าดัชนีหักเหต่ำจะเห็นส่วนที่มืด จากนั้นค่อยๆ ขยับศีรษะลงอย่างช้าๆ สายตามองที่เหลี่ยมของอัญมณีและสเกล ในที่สุดจะพบส่วนของเหลี่ยมส่วนหนึ่งสว่าง เขตของแนวสว่างและมืดโดยทั่วไปจะมองเห็นเป็นสีเขียวซึ่งเรียกว่า ปลายสิ้นสุดสีเขียว (green shade cutoff) ในอัญมณีที่มีขนาดใหญ่ขอบล่างที่มี green shade cutoff จะเป็นค่าดัชนีหักเหของอัญมณีนั้น หากเป็นอัญมณีขนาดเล็กให้ใช้ค่าที่เป็นปลายสิ้นสุดเงามืดในเหลี่ยมอัญมณีที่เห็น

9. ใส่เลนส์ขยาย (magnifier) ที่เครื่องมือ ซึ่งจะทำให้ green shade cutoff ขยายเห็นเป็นแถบสีฟ้า-เขียว ซึ่งจะกินเนื้อที่ประมาณ 2 สเกลทั้งนี้แต่ละสเกล มีค่า 1/100 (0.01) ให้อ่านค่าดัชนีหักเหที่ขอบล่างสุดซึ่งมีค่าดัชนีหักเหสูง

10. ใช้ monochromatic light เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีหักเห ซึ่งจะเห็นขอบเป็นสีเทาชัดเจนแทบที่จะเห็นแถบขอบสีฟ้า-เขียวจาง

11. ใช้นิ้วมือยกอัญมณีออกจาก refractometer เช็ดน้ำยาออกจากอัญมณีและจาก hemicylinder ซึ่งการเช็ดน้ำยานี้ให้เช็ดในแนวตรงๆลงมาตามความยาวของแก้ว hemicylinder



รูปที่ 3-9 แสดงการอ่านค่าดัชนีหักเหของ faceted stone

การอ่านค่าดัชนีหักเหแบบ Cabs และ Carvings

การอ่านค่าดัชนีหักเหเมื่ออัญมณีนั้นเจียระไนแบบหลังเบี้ย (cabochon) หรือสลัก (carving) คือการหาค่าดัชนีหักเหเมื่ออัญมณีมีผิวหน้าที่โค้งนูน ซึ่งจะได้ผลการหาค่าดัชนีหักเหที่ไม่เด่นชัดเท่ากับการอ่านค่าดัชนีหักเหเมื่ออัญมณีมีการเจียระไนแบบที่มีเหลี่ยม (faceted stone) และมีด้านหน้าราบเรียบ การใช้เครื่องมือดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. นำฝาพลาสติกและ mahnifier ออกจากเครื่องมือ refractometer

2. หากไม่มีหน้าใดเรียบหรือขัดเงาได้เรียบเพียงพอ ให้เลือกด้านที่ขัดเงาได้เรียบที่สุด แล้วใช้ผ้าเช็ดรอยเปื้อนหรือไขมันที่อาจติดอยู่บนผิวหน้าอัญมณีนั้น

3. ใช้ไฟที่ให้แสงที่ให้สีขาว (white light) ส่องตรงบริเวณช่องด้านหลังเครื่อง refractometer

4. หยดน้ำยา RI ขนาดประมาณเท่ากับหัวเข็มหมุดลงบนแป้นโลหะของเครื่อง reractometer

5. ใช้นิ้วมือจับอัญมณีวางลงบนน้ำยาที่หยดบนเครื่อง refractometer นั้น

6. ค่อยๆขยับเคลื่อนอัญมณีมาที่กึ่งกลางของ hemicylinder วางอัญมณีส่วนยาวไปตามความยาวของ hemicylinder (ห้ามใช้ปากคีบอัญมณี) และระวังไม่ให้อัญมณีขูดขีดแก้ว hemicylinder

7. ขยับเคลื่อนศีรษะขึ้นลงโดยให้มองห่างจาก refractometer ประมาณ 12 ถึง 15 นิ้ว มองตรงบริเวณเลนส์เพื่อดูรอยวงกลมหรือรอยรูปไข่ หรือจุดที่เกิดจากรอยนูนของอัญมณีสัมผัสกับแก้ว hemicylinder ซึ่งรอยวงกลมที่เห็นไม่ควรมีขนาดเกินสองหรือสามขีดสเกลขึ้นกับปริมาณน้ำยา RI ทั้งนี้อาจต้องขยับอัญมณีขึ้นลงเหนือหรือต่ำกว่าบริเวณกึ่งกลางของ hemicylinder

หากจุดหรือรอยวงกลมมีขนาดใหญ่กว่าสเกลสามสเกลจะเกิดวงกลมสีดำรอบๆหรือมองเห็นรอยตัด (cutoff) โค้งก็แสดงว่าใช้น้ำยา RI ปริมาณมากเกินไปให้ใช้อัญมณีนั้นแตะบริเวณโลหะบน refractometer รอบๆ hemicylinder เพื่อลดขนาดของน้ำยาแล้วจึงจับอัญมณีนั้นวางลงบน hemcylinder ใหม่อีกครั้งเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของแสง

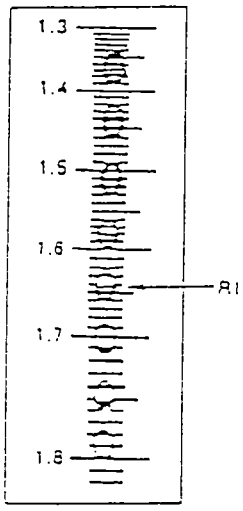
8. การหาค่าดัชนีหักเหด้วยวิธีนี้มีวิธีอ่านได้สามวิธี ขึ้นอยู่กับการมองเห็นคือ 50/50, การกระพริบเปลี่ยนสี (blink) และการหาค่าเฉลี่ย (average) ซึ่งควรอ่านค่าดัชนีหักเหให้ละเอียดถึงจุดทศนิยม 0.01

- วิธี 50/50 เป็นวิธีการที่ได้ค่าดัชนีหักเหได้แม่นยำเชื่อถือได้มากที่สุดในบรรดาวิธีการหาค่าดัชนีหักเหสำหรับอัญมณีที่เจียระไนแบบ cabochon ทั้งหมด แต่ควรใช้กับอัญมณีที่มีการขัดเงาดี ในกรณีนี้จะเห็นจุดที่มีการแบ่งครึ่งส่วนมืดและสว่างหรือมองเห็นรอยตัด (cutoff) สีเขียว (ส่วนของจุดที่มืดและสว่างอาจกลับด้านกันกับที่เห็นเมื่อหาค่าดัชนีหักเหของอัญมณีที่เจียระไนเป็นเหลี่ยม นั้นคือเห็นส่วนมืดในส่วนล่างแทนที่จะมองเห็นด้านบน) ให้อ่านค่าดัชนีหักเหของอัญมณีที่เจียระไนเป็นเหลี่ยม นั้นคือเห็นส่วนมืดในส่วนล่างแทนที่จะมองเห็นด้านบน) ให้อ่านค่าดัชนีหักเหบริเวณรอยตัดของส่วนสว่างและมืด

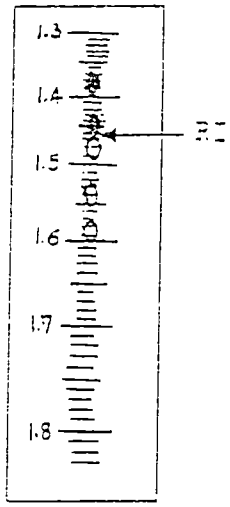
- วิธีดูการกะพริบเปลี่ยนสี (blink) วิธีการนี้ได้ผลแม่นยำน้อยกว่าวิธี 50/50 แต่ต้องใช้เมื่ออัญมณีมีขนาดเล็กซึ่งทำให้เห็นเป็นเพียงจุดเล็กๆ เมื่ออ่านค่าดัชนีหักเหจาก refractometer หรือใช้ในกรณีที่อัญมณีมีผิวหน้าคม การใช้วิธีนี้คือดูการเปลี่ยนแปลงของจุดที่เห็นจากมืดไปสู่สว่างหรือใน

ทางกลับกัน ทั้งนี้ผู้วิเคราะห์ต้องขยับศีรษะขึ้นลงขณะที่มองดูจุดและสเกลจาก refractometer ใช้ค่าตรงสเกลที่เป็นเขตกระพริบเปลี่ยนนั้นเป็นค่าดัชนีหักเห ทั้งนี้ควรทำให้จุดสัมผัสของอัญมณีกับแท่งแก้วมีขนาดเล็กเพื่อช่วยให้เห็นชัดเจนมากขึ้น

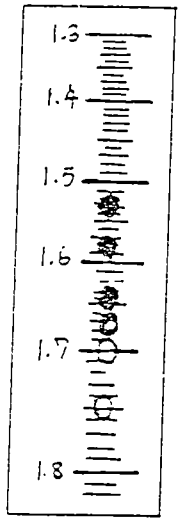
- วิธีการหาค่าเฉลี่ย (average) เป็นวิธีการที่แม่นยำน้อยที่สุดแต่เป็นวิธีที่จำเป็นต้องใช้หากอัญมณีนั้นมีการขัดเงาที่ไม่ดีหรือมีส่วนโค้งนูนขนาดใหญ่ที่บริเวณผิวหน้าในกรณีนี้จะเห็นจุดวงกลมขนาดใหญ่กินบริเวณกว้างหลายสเกล ให้ใช้ค่าตัวเลขในสเกลที่เป็นจุดเริ่มเห็นสว่าง และค่าตัวเลขสุดท้ายที่เห็นจุดนั้นมืดทั้งหมดแล้วนำมาเฉลี่ย เช่น จุดที่เห็นมืดทั้งหมดเท่ากับ 1.60 และจุดที่เห็นสว่างเท่ากับ 1.72 ค่าเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ (1.60+1.72)/2 = 1.68 เป็นต้น



รูปที่ 3-10 แสดงการอ่าน spot reading แบบ 50/50



รูปที่ 3-11 แสดงการอ่าน spot reading แบบ blink



รูปที่ 3-12 แสดงการอ่าน spot reading แบบ average

หลังจากนั้นให้ใช้นิ้วมือยกอัญมณีออกจาก hemicylinder เช็ดน้ำยาด้วยกระดาษชำระเช็ดหน้าหรือผ้านิ่มๆ โดยเช็ดลงมาในแนวยาวของ hemicylinder

การอ่านค่าดัชนีหักเหของแสงหากเห็นสีรุ้ง ที่บริเวณรอยตัดเขตของส่วนมืดและสว่างเมื่อใช้ magnifer เกิดได้เนื่องจากแสงที่สอดแทรกจากบริเวณข้างเคียงเข้าไปกระทบอัญมณีหรือจะใช้ฝาครอบพลาสติกปิดบริเวณ hemicylinder

หากมองเห็นจุดหรือรอยตัดไม่ชัดเจนอาจเป็นไปได้ว่าอัญมณีนั้น มีการขัดเงาไม่ดีหรืออัญมณีสกปรก หรือมีรอยขีดข่วนก็ให้ทำความสะอาดอัญมณีนั้น หรือเลือกใช้หน้าเหลี่ยมอื่นๆ ของอัญมณีแทน หากอ่านค่าดัชนีหักเหได้มากกว่าหนึ่งก็จะให้ค่าดัชนีหักเหค่าหนึ่งเป็นต้น สำหรับอัญมณีปะ เช่น garnet และแก้วอาจทำให้เกิดบริเวณสีแดงปรากฏในบริเวณเงาอัญมณีเมื่อมองที่สเกล refractometer ซึ่งมักจะพบบริเวณส่วนล่างของเงาหรืออาจได้ค่าดัชนีหักเหสองค่าการเกิดปรากฏ

การณ์เช่นนี้เรียกว่า red flag effect การได้ค่าดัชนีหักเหสองค่าเกิดได้หากส่วน garnet ที่อยู่บนส่วนบนของอัญมณีปะนั้นบางมากก็จะได้ค่าดัชนีหักเหของแก้วด้วย

การหาค่าดัชนีหักเหสำหรับอัญมณีที่เป็น DR (Double refractive)

การจำแนกอัญมณีที่มีค่าดัชนีหักเหเดี่ยว (SR) ออกจากอัญมณีที่มีดัชนีหักเหคู่ (DR) โดยใช้เครื่องมือ refractometer คือการใช้ค่า birefringence ซึ่งเป็นค่าความแตกต่างของค่าดัชนีหักเหสองค่า อย่างไรก็ตามวิธีการอ่านค่าดัชนีหักเหแบบ spor reading ไม่สามารถจำแนกค่าดัชนีหักเหสองค่าได้

การจำแนกอัญมณีประเภทที่มีค่าดัชนีหักเหคู่ ต้องใช้เครื่องมือประกอบเสริมเรียกว่าแผ่นกรอง polarize (polarizing filter) ซึ่งเป็นแผ่นพลาสติกที่ใช้สารเคมีชนิดพิเศษบางชนิดเคลือบผิวทำให้จำแนกค่าดัชนีหักเหสองค่าได้ วิธีการใช้คือ

1. นำเอาฝาปิดและ magnifier ออก

2. เลือกเหลี่ยมของอัญมณีที่มีหน้าตัดเรียบและใหญ่ที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปคือ ส่วน table ทำความสะอาดเหลี่ยมนั้นด้วยผ้าทำความสะอาดพลอย (gemcloth)

3. ใช้ไฟ white light ส่องผ่านช่องด้านหลังเครื่อง refractometer

4. หยดน้ำยา RI ปริมาณเท่ากับหัวเข็มหมุดลงบนส่วนโลหะของเครื่อง refractomter

5. ให้ใช้นิ้วมือจับอัญมณีวางเอาหน้าเหลี่ยมที่เลือกไว้ลงบนน้ำยา RI ที่หยดไว้

6. ค่อยๆขยับเคลื่อนอัญมณีไปที่บริเวณส่วนกลางของ hemicylinder ให้ความยาวของเหลี่ยมอัญมณียาวตาม hemicylinder พยายามอย่าให้อัญมณีนั้นขูดขีด hemicylinder

7. ขยับศรียะขึ้นลงโดยให้มองห่างจากเครื่อง refractometer ประมาณ10-12 นิ้ว

8. ขยับศรียะ จนกระทั่งมองเห็นรอยตัดสีเขียวของส่วนมืด และ สว่างในเงาของอัญมณีในสเกล ให้อ่านค่าให้ละเอียดลงถึง 0.01

9. ใส่เลนส์ขยาย magnifier ลงบนเลนส์ในเครื่องมือ ซึ่งทำให้แทนที่จะมองเห็นส่วนรอยตัดก็จะเห็นแถบสีฟ้า-เขียว กรณีที่ไม่เห็นแถบสีให้จดค่าตัวเลขที่ได้จากขั้นตอนข้อ 8

10. ใส่ polarizing filter ลงบนเลนส์และหมุนกลับไปมาอย่างน้อยที่สุด 90 องศา ขณะที่มองดูแถบสี

11. หากมีไฟประเภท monochromatic ให้ใช้ไฟเช่นนั้นซึ่งจะเห็นแถบเงาเป็นสีเทาแทนสีเขียว หากไม่มีก็ใช้ white light source ให้แถบสีฟ้า-เขียว

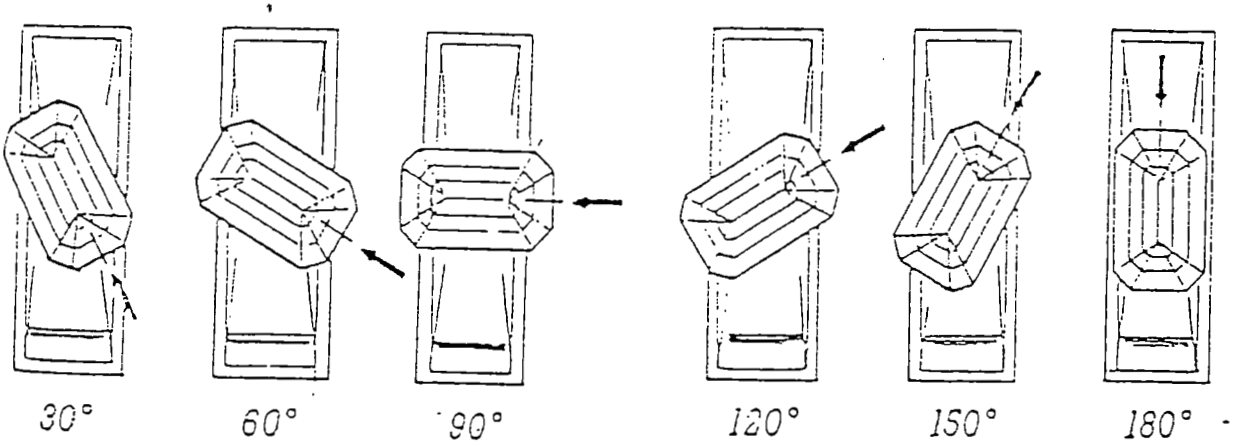
12. มองขอบของแถบสีขณะที่ขยับ filter ไปมาแล้วจดค่าดัชนีหักเหที่ได้สองค่าคือค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดนั้น โดยใช้ค่าบริเวณขอบล่างสุดของแถบสี ทั้งนี้หากใช้ white light source จะได้ค่าละเอียดถึง 0.01 แต่หากใช้ไฟ monochromatic จะได้ค่าละเอียดถึง 0.001

กลับอัญมณีไปทำมุม 30 องศา แล้วขยับมุม filter จดค่าดัชนีหักเหสูงสุดและต่ำสุด ขยับอัญมณีไปอีก 30 องศา ขยับหมุน filter จดค่าดัชนีหักเห แล้วทำเช่นนี้ไปจนกระทั่งขยับอัญมณีไปถึง 180 องศา จากจุดเริ่มต้น ทั้งนี้ในบางมุมที่ขยับอัญมณีอาจได้ค่าดัชนีหักเหเพียงค่าเดียว

13. หากไม่แน่ใจว่าค่าดัชนีหักเหที่ได้เป็นค่าที่ต่ำสุดจริง ก็ให้หมุนอัญมณีไปในสภาะที่ให้ค่านั้น แล้วหมุน filter ไปจนกระทั่งได้ค่านั้นปรากฏให้เห็น แล้วลองขยับอัญมณีไปทิศทางอื่นอีกทดสอบจนกว่าจะได้ค่าดัชนีหักเหต่ำแล้วจดค่านั้น หากไม่สามารถหาค่าใดได้อีกก็ให้ถือเอาค่านั้นเป็นค่าดัชนีหักเหที่ต่ำสุดจริง

14. ทำเช่นเดียวกับข้อ 13 ในการหาค่าดัชนีหักเหสูงสุด

15. ใช้นิ้วมือจับอัญมณีออกจาก hemicylinder แล้วเช็ดน้ำยาออกจาก hemicylinder และอัญมณีนั้น



รูปที่ 3-13 แสดงการหาค่าดัชนีหักเหสองค่า

การหาค่า Birefringence

หากอัญมณีนั้นเป็นอัญมณีที่มีค่าดัชนีหักเหสองค่า (DR) ก็ต้องหาค่า birefringence โดยการหาผลต่างระหว่างค่าดัชนีหักเหทั้งสองค่านั้น และเขียนค่า birefringence ในรูปของทศนิยมไม่มีเลขศูนย์นำหน้าจุดทศนิยม เช่น ค่า RI สูงสุดเท่ากับ 1.644 ค่า RI ต่ำสุดเท่ากับ 1.624 ดังนั้น birefringence ของอัญมณีนี้เท่ากับ 1.644-1.624=.020 เป็นต้น ค่า birefringesce เป็นค่าแสดงความแตกต่างระหว่างดัชนีหักเหสองค่า ยิ่งมีค่า birefringence มากเท่าใดก็ยิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างของดัชนีหักเหสองค่ามากเท่านั้น ซึ่งหากมีค่า birefringenge สูงมักจะพบภาพซ้อนของเหลี่ยม (doubling) ภายในอัญมณีนั้น

โดยทั่วไปหากใช้เครื่องมือ refractometer ก็คือเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของอัญมณีและ birefringence แล้วในบางครั้งอาจจำเป็นจะต้องทราบลักษณะทางแสง (optic character) และสัญลักษณ์ที่แสดงทางแสง (optic sign) ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในการวิเคราะห์อัญมณีหรือใช้เสริมการวิเคราะห์ให้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น การวิเคราะห์เช่นนี้ต้องใช้เฉพาะอัญมณีที่มีการเจียระไนแบบเหลี่ยมที่มีหน้าเหลี่ยมเรียบราบ (flat-facet) เพื่อให้สามารถหมุนอัญมณีนั้นในมุมต่างๆได้ครบทำมุม 180 องศา จากจุดเริ่มต้นบน hemicylinder

ลักษณะทางแสง (optic character)

ลักษณะทางแสงในที่นี้หมายถึงลักษณะดัชนีหักเหของอัญมณี เป็นดัชนีหักเหเดี่ยว หรือดัชนีหักเหคู่ และเป็นดัชนีหักเหคู่ประเภท uniaxial หรือ biaxial หากเป็นอัญมณีที่มีดัชนีหักเหเดี่ยว พบว่ามีค่าดัชนีหักเหเพียงค่าเดียว แต่ในอัญมณีดัชนีหักเหคู่ก็มีค่าดัชนีหักเหจำแนกลักษณะต่างๆได้ 4 แบบคือ

- ค่าดัชนีหักเหทั้งสองค่าเท่ากันหมดทุกมุมที่ขยับอัญมณีจนครบรอบมุม 180 องศา จากจุดตั้งต้น กรณีนี้เรียกว่าอัญมณีนั้นเป็น uniaxial

- ได้ค่าดัชนีหักเหเพียงอย่างเดียวคงที่ตลอดทุกมุมที่ขยับอัญมณีจนครบรอบมุม 180 องศา ในขณะที่ค่าดัชนีอีกค่าหนึ่งขยับขึ้นลงเมื่อหมุนขยับอัญมณีทำมุมต่างๆ แต่ในบางมุมขยับอัญมณีทำมุมต่างๆแต่ในบางมุมก็เห็นค่าดัชนีหักเหเพียงค่าเดียวแสดงว่าอัญมณีนั้นเป็น unixial

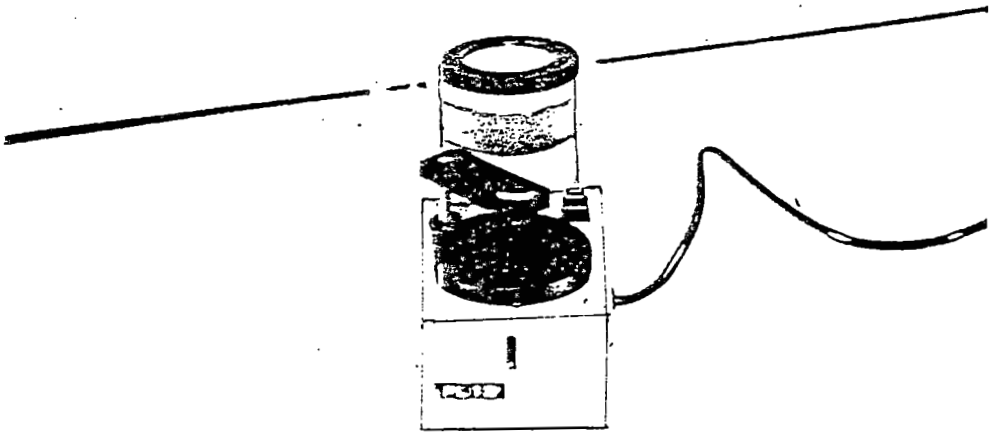
- ได้ค่าดัชนีหักเหทั้งสองค่าเปลี่ยนตลอดทุกมุมที่ขยับอัญมณี แสดงว่าอัญมณีนั้นเป็น biaxial (ค่า RI อาจเปลี่ยนเพียงเล็กน้อย)

- ได้ค่าดัชนีหักเหค่าเดียวคงที่ตลอดทุกมุมที่ขยับอัญมณี ในขณะที่อีกค่าหนึ่งขยับขึ้นลง แต่ไม่มีมุมใดที่ได้ค่าดัชนีหักเหค่าเดียวในกรณีนี้ไม่สามารถบอกลักษณะทางแสงของอัญมณีนั้นได้ ให้เลือกหน้าเหลี่ยมอื่นทดสอบใหม่อีกครั้ง

3.4 เครื่องโพลาริสโคป (Polariscope)

เป็นเครื่องมือทางแสงที่ใช้ตรวจคุณสมบัติทางแสงของรัตนชาติว่าเป็น Single Refraction (SR,ลักษณะทางแสงแบบหักเหเดี่ยว) Double Refraction (DR,ลักษณะทางแสงแบบหักเหคู่) Pleochroism และ Interference figure เป็นต้น เครื่องมือที่นักอัญมณีใช้วิเคราะห์ polarization ของอัญมณีเรียกว่า polariscope ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

- แหล่งกำเนิดแสง
- แผ่นกรองแสง polarizing 2 แผ่น คือ แผ่นpolarizer ที่อยู่ส่วนล่างของเครื่องมือเหนือแหล่งกำเนิดแสง และ analyzer ซึ่งอยู่ตอนบนของเครื่องมือ polarizer จะยึดติดแน่นกับเครื่องมือในขณะที่ analyzer ที่อยู่ตอนบนสามารถขยับหมุนได้
- condensing sphere เป็นแท่งแก้วที่มีปลายรูปทรงกลม นอกจากส่วนประกอบต่างๆแล้ว ส่วนประกอบเสริมที่มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ได้แก่
- immersion cell เป็นภาชนะเล็กๆที่วางได้ระหว่าง polarizer และ analyzer
- magnifier ของ refractometer



รูปที่ 3-14 แสดงรูปเครื่องโพลาริสโคป (Polariscope)

แผ่นกรองแสง polarizing บังคับให้แสงเป็นpolartzed เคลื่อนที่โดยสั่นเพียงทิศทางเดียว เมื่อหมุน analyzer จะปล่อยให้แสงผ่านในทิศทางที่ขนานกับแสง polarizer แสงที่ผ่าน polarizer ก็จะผ่าน analyzer ซึ่งเรียกว่า polaricope เปิด (open) หรือภาพสว่าง (light position) นั่นคือเมื่อมองผ่าน analyzer ลงไปจะเห็นสว่าง

เมื่อหมุน analyzer แล้วทำให้แสงที่ผ่านไปทำมุมฉากกับแสง polarizer แสงจาก polarizer จะถูกกั้นไว้ เนื่องด้วยแสงจะเคลื่อนที่สั่นทำมุมตั้งฉากกับแสงที่ผ่าน analyzer กรณีนี้เรียกว่า polariscope ขวาง (cross) หรือ สภาพมืด (dark position) นั่นคือเมื่อมองจาก analyzer ลงไปจะเห็นสว่าง

ทั้งนี้การใช้ polariscope มีข้อควรระวัง 3 ประการคือ

- polariscope ใช้วิเคราะห์ได้เฉพาะอัญมณีที่แสงส่องผ่าน ดังนั้นเครื่องนี้ไม่สามารถทดสอบกับอัญมณีที่ทึบแสงได้ จะใช้ได้เฉพาะอัญมณีที่ยอมให้แสงผ่านประเภทโปร่งแสงเท่านั้น

- อัญมณีที่มีขนาดเล็กมากทดสอบโดยใช้ polariscope ได้ยาก เพราะเมื่อมีขนาดเล็กทำให้เห็นปฏิกิริยาได้ยากมาก

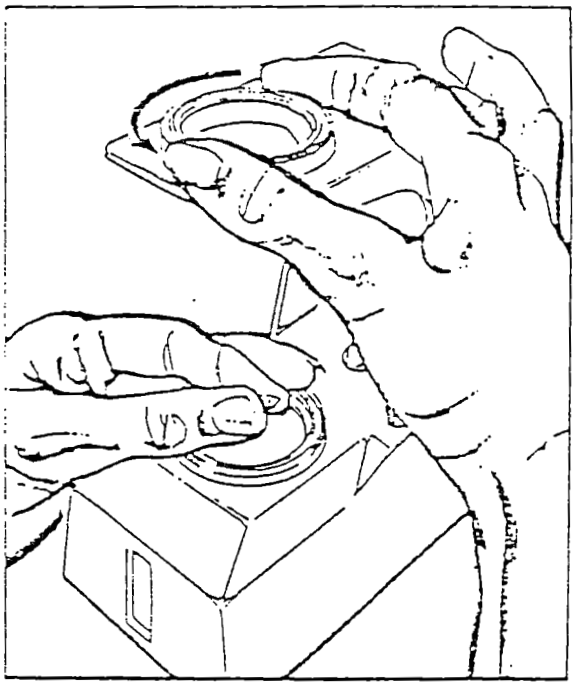
- อัญมณีประเภท amber, garnets, อัญมณีที่มีสีแดงต่างๆ, แก้ว, opal และมีอัญมณีที่มีค่าดัชนีหักเหสูงและที่สูงกว่า1.80 มักจะให้ปรากฏการณ์ที่ไม่แน่นอน (ambiguous polariscope reactions) ดังนั้นการทดสอบด้วยวิธีอื่นจะช่วยจำแนกอัญมณีนั้นได้ดีกว่า

การทดสอบอัญมณีที่เป็น SR/DR/AGG

การทดสอบโดยใช้ polariiscope เพื่อทดสอบอัญมณีว่าเป็น SR หรือ DR หรือ aggregate (AGG) นั้น หากพบว่าอัญมณีนั้นเป็น DR สิ่งที่ต้องทดสอบต่อไปก็คือวิเคราะห์ว่าเป็น uniaxial หรือ biaxial วิธีการทดสอบ SR/DR/AGG ทำได้ดังนี้

- เปิดสวิตซ์ไฟหมุน analyzer ไปในสภาพมืด (ใช้นิ้วมือจับหรือปากคีบ) วางในตำแหน่งที่แสงสามารถส่องทะลุผ่านอัญมณีนั้นได้มากที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปหากอัญมณีวางด้านหน้าขึ้นจะได้ผลดี สำหรับอัญมณีที่เจียระไนแบบทรงกลมเหลี่ยมเกสรไม่ควรวางคว่ำหน้าลง เพราะหากอัญมณีนั้นเจียระไนมาได้รูปทรงดี จะสะท้อนแสงที่ส่องจาก polarizer ออกไปหมด

- พยายามจับอัญมณีตำแหน่งเดิมคือด้านหน้าขึ้นหรือด้านหน้าลง ขณะที่หมุนอัญมณีให้หมุนเหมือนการหมุนแผ่นเสียงในแนวตั้ง และหมุนอัญมณีครบวงรอบมุม 360 องศา ขณะที่มองทะลุผ่าน analyzer และจดปรากฏการณ์ไว้



รูปที่ 3-15 แสดงการใช้เครื่องมือ polariscope

หากอัญมณียังคงมืดอยู่ให้ขยับอัญมณีนั้นในตำแหน่งอื่น อีกอย่างน้อยสองตำแหน่ง ทดสอบซ้ำในแต่ละตำแหน่งครบรอบวง 360 องศา เพื่อให้แน่ใจว่าไม่ได้ทดสอบผ่านทิศทางของแกนแสงของอัญมณีประเภท DR ตัวอย่างเช่น หากทดสอบอัญมณีในตำแหน่งที่คว่ำหน้าลงให้ทดสอบในตำแหน่งของอัญมณีด้านข้างหรือด้านหลังบ้าง หากพบว่าอัญมณีนั้นยังคงมืดอยู่แสดงว่าเป็น SR

หากอัญมณีนั้นสว่างตลอดเวลาเมื่อหมุนรอบวง 360 องศา แสดงว่าเป็น AGG หากอัญมณีนั้นกะพริบจากสว่างไปมืดเมื่อหมุน อัญมณีนั้นอาจเป็น DR หรือ SR ที่แสดงการหักเหคู่ที่ผิดปกติหรือลวง (anomalous double refraction) ซึ่งใช้อักษรย่อ ADR หากอัญมณีนั้นแสดงแถบมืดเป็นลายเหมือนงูเลื้อย(snake-like Bands) หรือเป็นหมอกหรือคล้ายร่างแห(gauzy lines) ที่ขยับไปมาเมื่อหมุนอัญมณี ก็อาจเป็นไปได้ว่าอัญมณีนั้นเป็น SR และแสดง ADR

อัญมณีที่มักเกิด ADR เมื่อใช้เครื่อง polariscope ทดสอบได้แก่ อัญมณีที่มีค่าดัชนีหักเหสูงกว่า 1.80 ที่เรียกว่าเกินขีดที่กำหนด (over the limits) หรือ OTL ของ refractometer โดยเฉพาะเพชร, อัญมณีที่มีสีแดงโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวก garnets, amber, แก้ว, พลาสติก, opal และ spinel สังเคราะห์

หากการใช้ polariscope แล้วพบว่าอัญมณีที่ทำการทดสอบนั้นจะมืดตลอดทุกมุมที่หมุน แสดงว่าอัญมณีนั้นเป็น SR การทดสอบโดยใช้ polariscope เป็นอันสิ้นสุด แต่ถ้าหากอัญมณีนั้นอาจเป็น DR หรือมี ADR ปรากฏ ต้องทำการทดสอบขั้นต่อไปอีก หากได้ผลว่าอัญมณีนั้นเป็น AGG ก็ต้องทดสอบย้ำ ทั้งนี้เพราะอัญมณีที่เป็น AGG คืออัญมณีที่ประกอบด้วยการจัดเรียงตัวของผลึกต่างๆกัน ผลึกบางผลึกอาจเป็น SR หรือ DR และอัญมณีนั้นอาจมีทั้ง SR และ DR ผสมปนเปกัน ซึ่งไม่ว่าจะมีส่วนประกอบอย่างไรผลก็คงเหมือนๆกัน

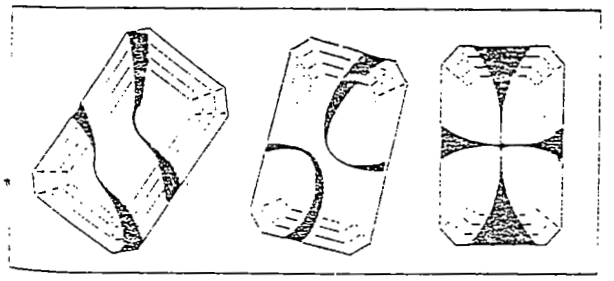
หากอัญมณีเม็ดใดมีตำหนิมากๆ หรือบริเวณผิวหน้าของอัญมณีนั้นขุ่นมัว อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาที่ดูคล้ายกับ AGG อัญมณีที่เป็น OTL อาจมีปรากฏการณ์คล้าย AGG ได้ หรือหากอัญมณีที่เป็น DR มี repeated twinning เมื่อมองไปในทิศทางที่ขนานกับชั้นของแฝด (twinning) สามารถเห็นแต่ละชั้นกระพริบจากสว่างไปมืดได้เช่นกัน และหากดูทิศทางอื่นจะพบปรากฏการณ์คล้าย AGG ดังนั้นหากจะสังเกตลักษณะทางแสงของ AGG จะต้องระมัดระวัง

หากอัญมณีนั้นเป็น OTL ก็จะสังเกตดูว่าเป็นผลึกเดี่ยวหรือ aggregate ได้ง่าย แต่การทดสอบว่าเป็น SR หรือ DR อาจจำเป็นต้องใช้ immersion หรือกำลังขยายช่วย

- การตรวจสอบ DR/ADR ให้ใช้ analyzer ในตำแหน่งมืดแล้วให้หมุนอัญมณีอยู่ในมุมที่สว่างที่สุดพยายามกั้นแสงอื่นๆยกเว้นแสงที่ส่องทะลุผ่านอัญมณี

- ในขณะที่มองอยู่ที่อัญมณีนั้นให้หมุน analyzer ทันทีไปในมุมที่สว่างหากอัญมณีนั้นดูสว่างขึ้นแสดงว่าเป็น SR หากอัญมณีนั้นยังอยู่ในสภาพเดิมหรือมืดลงแสดงว่าเป็น DR

หากอัญมณีนั้นเป็นอัญมณี SR ที่มีสีแดง, ส้ม และม่วงอาจแสดงเหมือนเป็น DR ที่มี ADR และเมื่อทดสอบซ้ำก็ดูเหมือน DR ด้วยกรณีนี้จึงต้องใช้เครื่องมือทดสอบสีแฝดของอัญมณีนั้นเพื่อแยก SR ออกจาก DR หากอัญมณีเป็น DR ต้องวิเคราะห์ว่าเป็น uniaxial หรือ biaxial เพิ่มและดูสัญลักษณ์ของอัญมณีนั้นๆ อย่างไรก็ตามการใช้ polariscope เพื่อดู uniaxial และ biaxial นั้นใช้ได้เฉพาะอัญมณีที่เป็น DR ที่โปร่งใสและเป็นผลึกเดี่ยวเท่านั้น

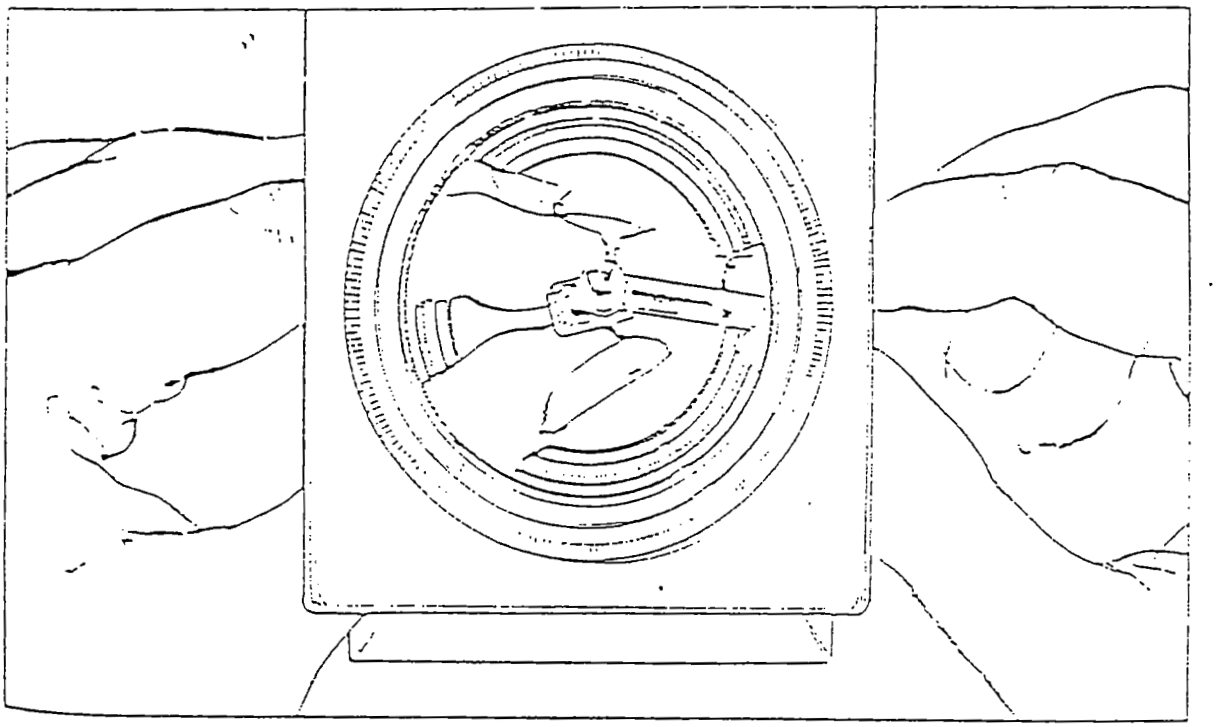


รูปที่ 3-16 แสดง snake-like bands ที่เกิดในพลอย ADR

การตรวจสอบว่าพลอย DR ว่าเป็นชนิด Uniaxial หรือ Biaxial

จากขั้นตอนในการใช้ polariscope ข้างต้น ให้หมุน analyzer กลับไปที่สภาพมืดและใช้ magnifier จาก refractometer คว่ำหน้าลงวางเหนือ analyzer ต้องจับอัญมณีไว้ระหว่าง polarizer และ analyzer จากนั้นก็หมุนอัญมณีโดยในขณะที่หมุนอัญมณี ให้มองจาก magnifier และ analyzer ดูแสงสีรุ้ง interference colors ซึ่งเป็นบริเวณที่มีแสงสีเขียวและชมพูสว่างมีลักษณะเหมือนสีรุ้งที่พบบนผิวน้ำมัน หากพบบริเวณดังกล่าวให้ใช้แท่งแก้ว (condensing sphere) และบริเวณที่มีแสงสว่างที่สุดบนอัญมณีนั้นแล้วมองอัญมณีผ่าน condensing sphere เพราะการเจียระไนเช่นนั้นผิวหน้าจะโค้งทำให้เห็นลักษณะดังกล่าวได้ ถ้าหากไม่เห็น interference colors ให้พยายามจับอัญมณีนั้นพลิกดูด้านอื่นๆ เช่นในแนวดิ่ง เป็นต้น และพยายามสังเกตดูขณะที่อัญมณีกะพริบจากสว่างไปมืด ทั้งนี้หากด้านของอัญมณีที่มองดูนั้นตั้งฉากกับแกนแสง อัญมณีจะกะพริบพร้อมกันทั้งเม็ด ในมุม ในเงามืด หรือ brush จะทอดผ่านตัวอัญมณีเมื่อขยับหมุน ในกรณีนี้ให้หาจุดที่มองเห็น brush ซึ่งวิธีการนี้เรียกว่า isogyre เงาสีดำ brush นี้จะแคบลงที่มุมหนึ่งซึ่งหากมองตามไปที่จุดแคบที่สุดของ brush ก็จะเห็น interference colors หากยังไม่พบ interference colors หรือจุดที่แคบที่สุดของ brush ก็ให้ลองใช้ condensing shpere แตะไปตามจุดต่างๆของอัญมณีนั้น

การใช้ condensing shpere แตะไปที่ interference colors นี้ก็เพื่อที่จะหารูปลักษณ์ที่แสดงลักษณะทางแสง (optic figure) ซึ่งเป็นลักษณะทางแสงที่เกิดจากแสงที่เป็น polarized ซึ่งเดินทางผ่านแกนแสงของอัญมณีประเภท DR ผ่าน condensing sphere

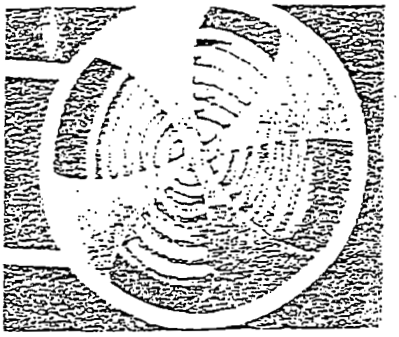


รูปที่ 3-17 แสดงการใช้ Condensing Sphere สัมผัสบนอัญมณีเพื่อหา Optic Figure

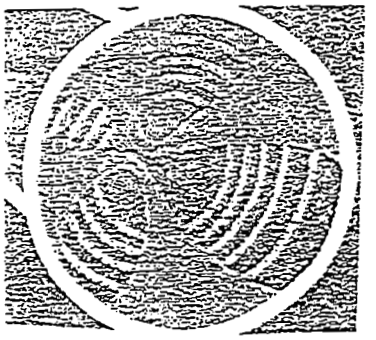
ลักษณะของ optic figure ในอัญมณีประเภท uniaxial พบว่าเป็นวงๆสีเทาหรือเป็นวงสีต่างๆ และมี brush ที่ดูคล้ายกากบาทตัดกลางวงโดยที่ brush นั้นจะมีปลายกว้างและมีส่วนปลายแคบอยู่ในสุดตรงบริเวณที่ตัดกัน โดยทั่วไปวงสีนี้เรียกว่า isochromes ในบางครั้งพบว่า brush จะบิดเอียงไปไม่ตัดกันทำให้เกิดลักษณะคล้ายตัว L สองตัว ซึ่งเกือบจะสัมผัสกันที่กึ่งกลางวง รูป optic figure ของทั้ง quartz แท้และสังเคราะห์ brush จะไม่ตัดกันกึ่งกลางวง ทำให้ดูเหมือนวงกลมเล็กๆ บริเวณกลางวงซึ่งมักมีสีชมพูหรือ เขียว เรียกว่า "รูปตาวัว" (bull's eye) หรือพบลักษณะที่เหมือนการหมุนกลางอากาศ เรียกว่า airy's spiral

รูปที่ 3-18 แสดงภาพ optic figure ของอัญมณีประเภท uniaxial

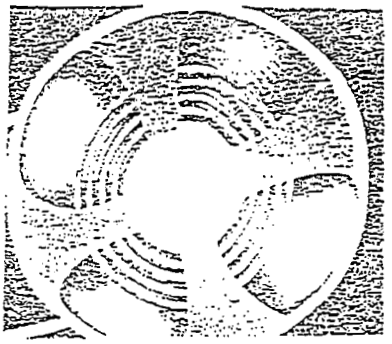
1. optic figure ทั่วไป



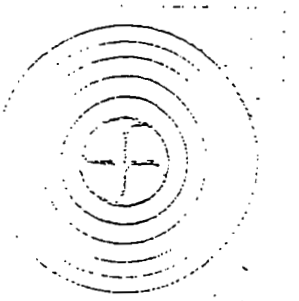
2. Double L uniaxial



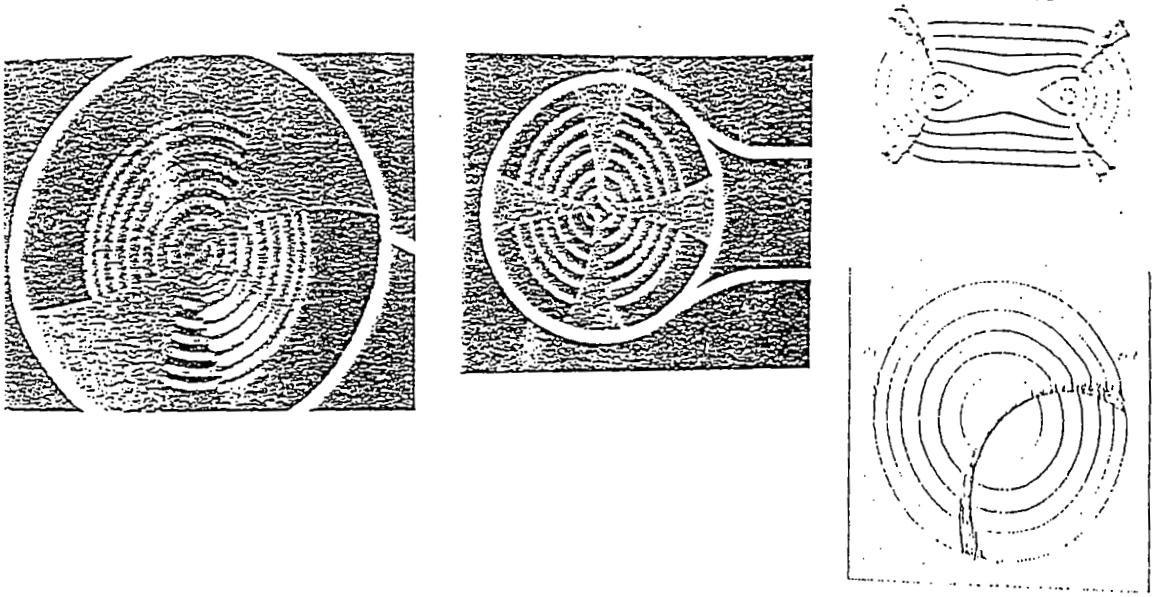
3. Bull's eye uniaxial



4. Airy's spiral uniaxial

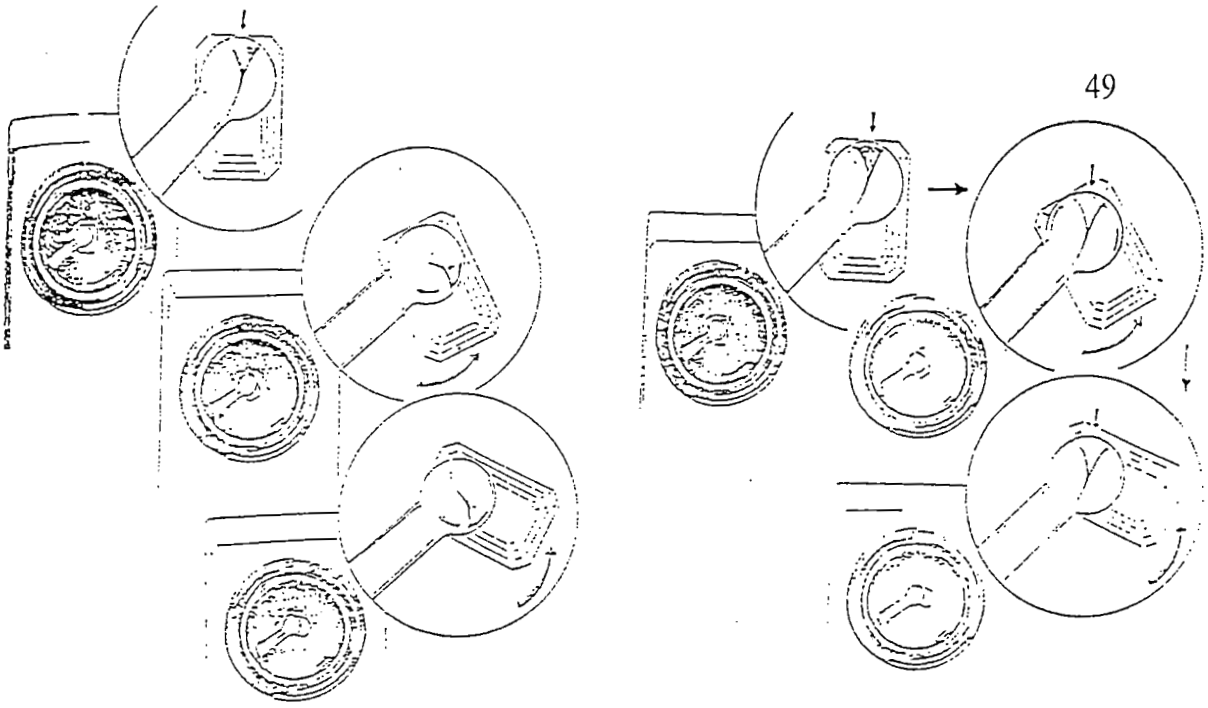


ลักษณะของ optic figure ของ biaxial โดยทั่วไปพบว่ามี brush เพียงอันเดียวทอดผ่านวงสีต่างๆ brush มีส่วนกลางของวงแคบปลายกว้าง ก่อให้เกิดลักษณะที่เรียกว่า bow-tie effect บางครั้งอาจพบ optic figure ของ bixial มีวงสีต่างๆสองวงรวมกันตรงบริเวณกลาง บางครั้งรวมกันบริเวณนอกทำให้เกิดรูปร่างคล้ายเลขแปด แต่ละวงมี brush หนึ่งอันทอดผ่านและมักจะโค้งเข้าหากัน หากมุมของแกนแสงสองแกนของอัญมณีประเภท biaxial แคบมากรูป optic figure จะมองคล้ายของ uniaxial เทียม (pseudo-uniaxial) ซึ่งลักษณะเช่นนี้มักพบในอัญมณีจำพวก sanidine feldspar, kornerupine and tourmaline บางตัว อย่างไรก็ตามพบว่า brush หนึ่งจะเล็กกว่าอีกอันเสมอและสามารถมองเห็นความแตกต่างได้ ทั้งนี้หากเห็น optic figure ได้ชัดเจนหมายความว่า การใช้ polariscope นั้นเสร็จสมบูรณ์แล้ว



รูปที่ 3-19 แสดงภาพ optic figure ของอัญมณีประเภท biaxial

อัญมณีที่เจียระไนแล้วบางเม็ดหรือในอัญมณีที่แตกบางส่วนมี optic axis ไม่ครบถ้วนทำให้ไม่สามารถมองเห็น optic figure ของอัญมณีนั้นๆได้ ในบางครั้งอาจแก้ไขโดยการหมุนอัญมณีให้มุมกว้างกว่า 180 องศา นั่นก็คือการทดสอบแกนแสง (optic axis) จากปลายด้านตรงข้าม ช่วยทำให้มองเห็น optic figure ได้ แต่ถ้ายังไม่สามารถมองเห็นได้ต้องดำเนินการทดลองขั้นต่อไปคือ ยังคงให้ polarizer ยังอยู่ในตำแหน่งที่สภาพมืด magnifier ยังคงคว่ำอยู่บน analyzer หาตำแหน่งที่เห็น optic figure บางส่วนนั้นแล้วขยับหมุนอัญมณีรอบแกนในแนวตั้ง สังเกตดู brush ถ้าหาก brush ยังคงอยู่นิ่งขณะที่หมุนอัญมณีแสดงว่าเป็น uniaxial หาก brush ขยับในทิศทางกลับกันแสดงว่าเป็น biaxial อย่างไรก็ตามด้วยวิธีนี้เป็นการทดสอบที่ผู้วิเคราะห์ต้องมั่นใจว่าได้มองอัญมณีในทิศทางของแกนแสง ไม่เช่นนั้น brush จะขยับไปได้โดยไม่จำเป็นว่าเป็นอัญมณีประเภท uniaxial หรือ biaxial และ figure ประเภท pseudouniaxial จะทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้



รูปที่ 3-20 แสดงการทดสอบหา uniaxial และ biaxial หากหาด้วยวิธี Interference colors ไม่ได้

สรุปวิธีการตรวจหาลักษณะทางแสงโดย Polariscope

1) ให้หมุน Polarizer และ Analyzer ให้ตั้งฉากกัน

2) วางตัวอย่างพลอยบน polarizer

3) หมุนพลอยรอบตัวเอง 360 องศา มองผ่าน analyzer สังเกตปรากฏการณ์ทางแสงที่เกิดขึ้น

- ถ้าพลอยมืดตลอดทุกตำแหน่ง เป็นชนิด SR
- ถ้าพลอยสว่างทุกตำแหน่ง " AGG*
- ถ้าพลอยกระพริบมืดสลับสว่าง " DR/ADR
- ถ้ากระพริบไม่สม่ำเสมอ และแสดงแถบยาวคล้ายงูหรือเป็นรูปกากบาท " ADR

4) พลอยที่เป็น SR หรือ AGG ไม่ต้องทำการตรวจสอบซ้ำ

5) พลอยที่เป็น DR หรือ ADR ต้องทำการตรวจสอบซ้ำ

<u>การตรวจสอบซ้ำ</u> กระทำ ณ ตำแหน่งที่พื้นด้านล่างมืด (polarizer และ analyzer วางตัวตั้งฉากกัน) ให้หมุนพลอยไปจนพลอยสว่างที่สุด (สังเกตเพียงพื้นที่เล็กๆในพลอย) จากนั้นหมุน analyzer ไปจนกระทั่งมองเห็นพื้นด้านล่างสว่าง แล้วสังเกตความสว่างในพลอย

- ถ้าสว่างมากขึ้น พลอยนั้นเป็น SR
- ถ้าเหมือนเดิม หรือมืดลง พลอยนั้นเป็น DR

<u>ข้อแนะนำ</u> - ควรตรวจสอบพลอยในทุกทิศทาง (อย่างน้อย 3 ทิศทาง)

- พลอยที่มีค่าดัชนีสูง จะตรวจสอบ SR/DR ค่อนข้างยาก

- มลทินหรือรอยแตกในพลอย ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางแสงที่ผิดไป เช่น มรกตเป็น DR แต่อาจทำให้เห็นเป็น AGG ได้

- พลอย SR บางชนิด เช่น โกเมน อำพัน โอปอล อาจแสดงการหักเหของแสงเป็นแบบ DR ได้

- พลอยทึบแสง หรือเกือบทึบแสง ตรวจหา SR/DR/AGG ไม่ได้

- พลอยที่เจียระไนเหลี่ยมเกสร ไม่ควรทำการตรวจสอบโดยเอาหน้าโต๊ะคว่ำลงกับ polariscope อาจแสดงปรากฏการณ์ทางแสงที่ผิดไป

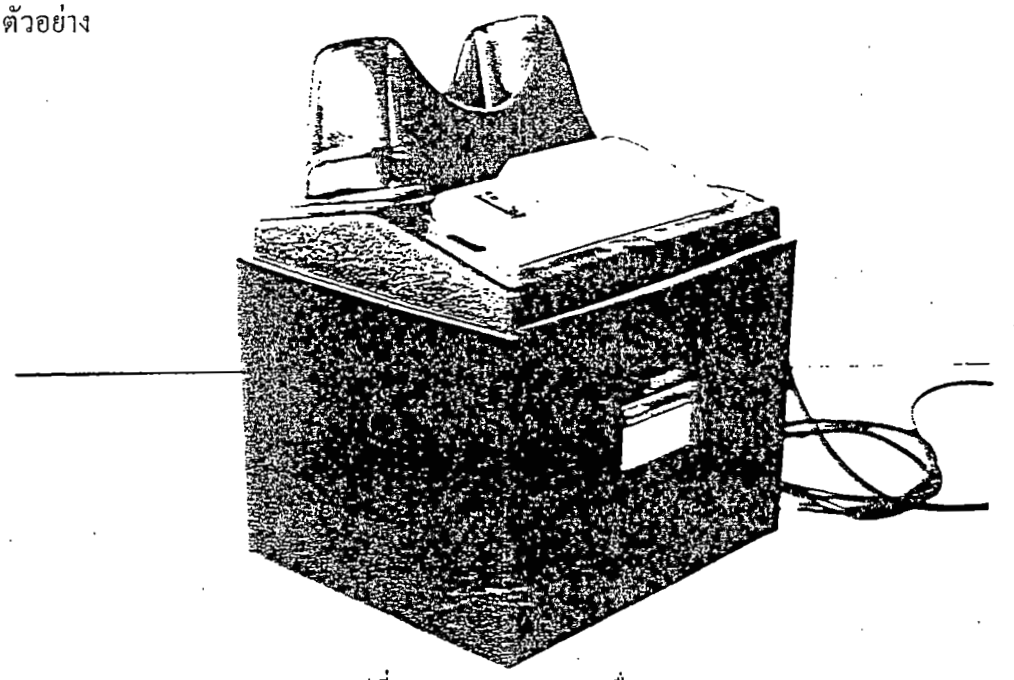
- พลอยสีแดง ส้ม ม่วง มักจะแสดงผลที่ผิดไปจากที่ควรจะเป็น ควรตรวจสอบเสริมด้วย Dichroscope

พลอย DR บางตัวจะแสดงปรากฏการณ์ทางแสงแบบ AGG เช่น เฟลด์สปาร์ และควอรตซ์เนื้อละเอียด

3.6 Ultraviolet lamp (combination SW-LW Ultraviolet Lamp พร้อมตู้)

เป็นเครื่องกำเนิดแสงอุลตราไวโอเลต ที่ใช้ตรวจสอบการเรืองแสงของรัตนชาติ โดยใช้หลอดอุลตราไวโอเลตเป็นหลอดแสง ซึ่งสามารถผลิตแสงอุลตราไวโอเลตได้ทั้งแสงคลื่นสั้นและคลื่นยาวภายในเครื่องเดียวกัน โดยมีสวิทซ์สำหรับเลือกใช้ในแต่ละคลื่นแสงได้ แสงอุลตราไวโอเลตจะมีการกระจายแผ่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีค่าความยาวคลื่นอยู่ในช่วงข้างหน้าของคลื่นสีม่วงที่ตามองเห็นได้โดยมีช่วงคลื่นยาวอยู่ประมาณ 3654 A° และ ช่วงคลื่นสั้นอยู่ที่ประมาณ 2537 A°

ลักษณะเครื่องมือเป็นตู้ทรงสี่เหลี่ยม สามารถที่จะวางวัตถุที่จะตรวจสอบได้สะดวก และปิดแสงได้มิดชิดจนมีความมืดเพียงพอ สำหรับที่จะดูลักษณะการเรืองแสงของตัวอย่างภายใต้แสงอุลตราไวโอเลต และมีอุปกรณ์กรองแสงสำหรับป้องกันอันตรายสายตาระหว่างดูการเรืองแสงของตัวอย่าง



รูปที่ 3-22 แสดงภาพเครื่อง UV Lamp

การเรืองแสงของรัตนชาติ(Luminescence) เกิดจากการที่รัตนชาติเปล่งแสงออกมา เมื่อถูกกระตุ้นด้วยรังสี แสงที่เปล่งออกมาที่ตามองเห็นได้เมื่อถูกกระตุ้นด้วยรังสีเหนือม่วงเรียกว่า ฟลูออเรสเซนส์(Fluorescence) รัตนชาติแต่ละชนิดจะมีอัตราการเรืองแสงไม่เท่ากันและมีการเรืองแสงในสีต่างๆกัน

<u>วิธีการใช้ Ultraviolet Lamp</u>

1. เช็ดพลอยให้สะอาด (ฝุ่นหรือน้ำมันอาจทำให้เกิดการเรืองแสงได้)

2. ใส่พลอยเข้าไปในเครื่อง Ultraviolet Lamp พยายามให้พลอยเข้าใกล้แสงให้มากที่สุด

3. สังเกตการเรืองแสงของพลอย (เรืองแสงหรือไม่ ถ้าเรืองแสง/สีอะไร/มาก-น้อย) โดยมองผ่านที่กรองแสงที่อยู่เหนือตู้ ควรพลิกพลอยในหลายๆทิศทาง และให้ดูทั้งรังสีคลื่นสั้นและคลื่นยาว

4. ถ้าตัวอย่างยังคงมีการเรืองแสงอยู่หลังจากที่นำออกมาจาก Ultraviolet Lamp แล้วเรียกว่าเกิดฟอสฟอเรสเซนส์(Phosphorescence)

ข้อแนะนำ

1. ระวังอย่าสับสนระหว่างการเรืองแสงและแสงสะท้อนของพลอย โดยเฉพาะพลอยสีแดง ม่วง ม่วงแดง จะมองดูคล้ายการเรืองแสงอ่อนๆ

2. ควรใช้ตัวอย่างพลอยมาตรฐาน เปรียบเทียบความมาก-น้อยของการเรืองแสง

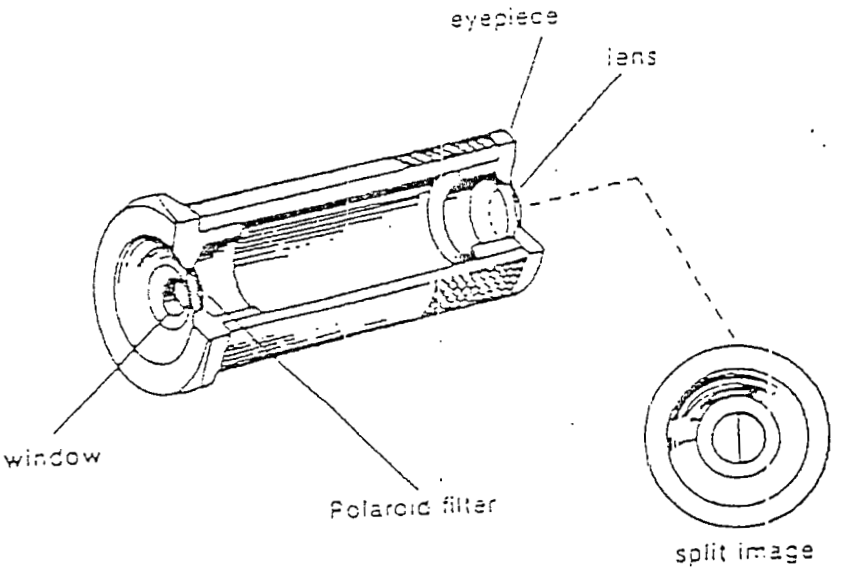
3.7 กล้องไดโครสโคป (Dichroscope)

Dichroscope เป็นเครื่องมือทางแสงชนิดหนึ่ง ที่ใช้สำหรับตรวจหาสีแฝด (Pleochroism) ภายในรัตนชาติที่มีสี และมีทางเดินของแสงแบบหักเหคู่ เพื่อแยกระหว่าง Uniaxial/Biaxial

สีแฝด (Pleochroism) คือลักษณะทางแสงของพลอยที่มีสีต่างกัน เมื่อมองพลอยในทิศทางที่ต่างกัน เกิดจากการที่แสงเมื่อผ่านพลอยชนิดหักเหคู่ จะมีการสั่นสะเทือนของแสงแยกออกเป็นสองหรือสามทิศทางตั้งฉากกัน โดยที่พลอยจะมีการดูดกลืนแสงในแต่ละทิศทางนั้นไม่เท่ากัน ทำให้เห็นสีต่างๆในพลอยเม็ดเดียวกัน

การมองเห็นสีแฝดด้วยตาเปล่าจะเห็นได้ง่ายในพลอยที่มีลักษณะสีแฝดที่ชัดเจน แต่โดยทั่วๆไปแล้วจะมองเห็นได้ยาก เพราะตาไม่สามารถแยกสีต่างๆได้ง่าย ดังนั้นการใช้เครื่อง Dichroscope ในการตรวจสอบสีแฝด จะช่วยทำให้มองเห็นสี 2 หรือ 3 สี ต่างกันชัดเจน

Dichroscope ประกอบด้วย แท่งปริซึมของแร่แคลไซต์ ที่มีรูปร่าง rhombohedral (Iceland spar) โดยปลายทั้งสองข้างประกอบด้วยแท่งแก้วปริซึม ซึ่งติดอยู่ด้านในของท่อที่กลวง โดยมีเลนส์สำหรับส่องดูตัวอย่าง (eyepiece) และช่องเปิดให้แสงเข้า อยู่ที่ปลายอีกข้างหนึ่ง



รูปที่ 3-23 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของ Dichroscope

เมื่อแสงผ่านรัตนชาติที่มีทางเดินของแสงแบบหักเหคู่ แสงจะแยกออกเป็น 2 หรือ 3 ทิศทาง และระหว่างที่แสงเดินทางนั้น คลื่นสีบางช่วงจะถูกดูดกลืนไว้ และปล่อยสีออกมาในแต่ละทิศทางให้สีแตกต่างกัน ทำให้ตามองเห็นเป็นสีผสม แต่เมื่อแสงที่เป็นสีผสมนั้นผ่าน Dichroscope ที่มี polarizing filter อยู่จะทำให้มองเห็นสีแยกออกจากกันเป็น 2 สีหรือ 3 สี เมื่อหมุน Dichroscope ไป ตลอด 90 องศา สีที่แยกออกจากกันจะมองเห็นผ่าน Dichroscope เป็น 2 สี สลับข้างกันไปมา ทำให้สามารถตรวจรัตนชาตินั้นได้ว่ามีสีแฝด 2 สี หรือ 3 สี และเป็นสีอะไรบ้าง การที่รัตนชาติมีสีแฝด 2 สี แสดงว่ารัตนชาตินั้นเป็นรัตนชาติที่มีลักษณะทางเดินของแสงแบบหักเหคู่ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็น Uniaxial หรือ Biaxial นอกจากจะพบสีแฝด 3 สี จึงจะบ่งชี้ได้แน่ชัดว่าแร่นั้นเป็น Biaxial

ข้อจำกัดสำหรับพลอยที่จะเห็นสีแฝดได้

- ต้องเป็นพลอยที่มีสีโปร่งใส
- เป็นพลอยหักเหคู่ (DR) และเป็นผลึกเดี่ยว ไม่เป็นผลึกรวม (AGG)
- ทิศทางที่เป็นแกนแสง (optic axis) จะมองไม่เห็นสีแฝด

วิธีการใช้ Dichroscope

1. ใช้แสงจาก Utility Lamp ส่องผ่านตัวอย่าง

2. ถือพลอยห่างจากแหล่งกำเนิดแสงประมาณ 1/4 นิ้ว Dichroscope ห่างจากพลอย1/4 นิ้ว และห่างจากตาประมาณ 1/4 นิ้ว (ควรให้แนวของแสงผ่านพลอยไปสู่ Dichroscope และ เข้าสู่ตาในแนวเดียวกัน)

3. ให้หมุน Dichroscope ไป-มา ระหว่างที่ตรวจสอบสีแฝด

4. ควรตรวจสอบสีแฝดอย่างน้อย 3 ทิศทาง เช่น หน้าโต๊ะ เหลี่ยมข้างหน้าโต๊ะ และ ก้นพลอย แต่อย่าดูที่ขอบพลอย

5. ใน Dichroscope มีแผ่นโพลารอยด์รูปครึ่งวงกลม 2 แผ่น วางอยู่ในระนาบเดียวกัน โดยให้มีแนวของการสั่นสะเทือนของแสงอยู่ในทิศทางที่ตั้งฉาก ดังรูปข้างล่าง จึงทำให้มองเห็นสีแฝด 2 สี ได้ในเวลาเดียวกันเมื่อมองผ่าน slit image ที่อยู่อีกปลายข้างหนึ่งของเครื่อง Dichroscope และจะมองเห็นสี 2 สีนั้น เปลี่ยนสลับข้างกันเมื่อหมุน Dichroscope ไป 90 องศา

6. สีแฝดที่เห็นในพลอย DR ชนิด Uniaxial อาจจะเห็นเป็นสีต่างกัน 2 สี หรือสีเดียวกันแต่มีความเข้มต่างกัน (สีอ่อน-แก่)

7. สีแฝดที่เห็นในพลอย DR ชนิด Biaxial จะเห็นเป็นสีต่างกัน 3 สี โดยจะเห็นใน split image เป็น 2 สีพร้อมกันในแต่ละทิศทาง เช่น เมื่อดูสีแฝดในทิศทางของหน้าโต๊ะพลอย จะเห็นสีแดงและเขียว แต่เมื่อดูผ่านเหลี่ยมข้างหน้าโต๊ะจะเห็นสีเขียว-เหลือง ส่วนในทิศทางอื่นจะเห็นสีเหลือง-แดง เป็นต้น

ข้อแนะนำ 1. ระวังการสับสนระหว่าง colour zoning และสีแฝด

2. เครื่อง Dichroscope แบบโพลารอยด์ สีของ split image ครึ่งหนึ่งไม่มีสี ส่วนอีกครึ่งหนึ่งเป็นสีเทา ให้ระวังอาจดูเป็นสีแฝด

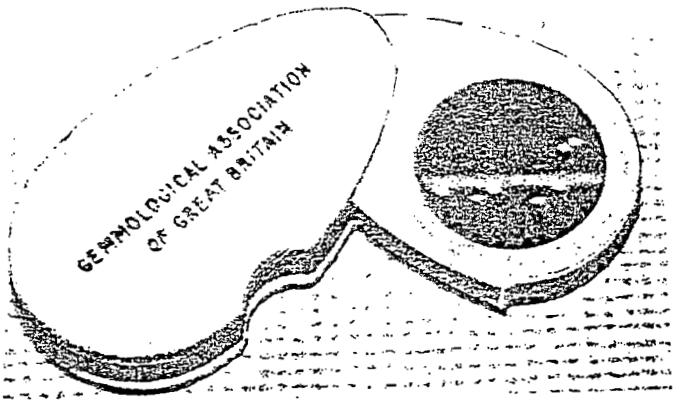
3. พลอยสีเข้ม จะเห็นสีแฝดชัดกว่าสีอ่อน

4. พลอย DR บางชนิด จะไม่เห็นสีแฝด เนื่องจากพลอยชนิดนั้นมีการดูดกลืนของแสงในสองทิศทางเท่าๆกัน จึงทำให้ไม่เห็นความแตกต่างของสี

3.8 แว่นกรองแสง (Chelsea Filter)

ในระยะ 50 ปีที่ผ่านมาได้มีการคิดค้นเครื่องมือช่วยกรองแสง (optical filters) เพื่อช่วยนักอัญมณีศาสตร์ในการวิเคราะห์อัญมณีหลายประเภท แต่เครื่องมือที่เป็นที่นิยมที่สุด คือ chelsea filter ซึ่งได้คิดค้นโดย B.W. Anderson และ C.J. Payne ในทศวรรษต้นๆของ 1930 ขณะเมื่อทั้งสองทำการสอนที่ Chelsea College of Science and Technology ณ ประเทศอังกฤษซึ่งเป็นที่มาของชื่อ filter นั้น

Chelsea filter เป็นแผ่นกรองแสงที่มีรูปร่างคล้าย Hand lens ประกอบด้วยแผ่นกรองแสงที่ทำด้วย gelatin 2 แผ่น ที่ยอมให้แสงสีแดงและสีเหลือง-เขียวผ่านเท่านั้น



รูปที่ 3-24 แสดงรูป Chelsea filter

ในอดีตใช้ Chelsea filter ในการตรวจมรกต เนื่องจากมรกตจะดูดกลืนแสงสีเหลือง-เขียวเอาไว้ และยอมให้แสงสีแดงผ่านออกมาเท่านั้น ดังนั้นในการตรวจมรกตโดยใช้ไฟส่องที่มรกตและมองผ่าน chelsea filter ถ้าเป็นมรกตแท้จะมองเห็นมรกตเป็นสีแดงหรือชมพู ในขณะที่ตัวอย่างที่เป็นแก้วสีเขียว หรือมรกตสังเคราะห์จะมองเห็นเป็นสีเขียว แต่ปัจจุบันมนุษย์สามารถผลิตมรกตสังเคราะห์โดยมีธาตุให้สีเหมือนกับในมรกตธรรมชาติทำให้มรกตสังเคราะห์บางชนิดก็ให้สีแดงในการสังเกตผ่าน chelsea เช่นเดียวกับมรกตแท้แต่สีแดงนั้นจะเป็นสีแดงสว่างกว่า สำหรับ Demantoid garnet (โกเมนสีเขียว) และ green zircon ก็จะให้สีชมพูภายใต้ chelsea filter เช่นกัน

Chelsea filter ใช้ได้ทั้งอัญมณีที่โปร่งใส และทึบแสงที่แต่เดิมมักเรียกกันว่า emerald filter เพราะมีจุดประสงค์สำหรับใช้จำแนก emerald ออกจาก อัญมณีสีเขียวอื่นๆ เช่น green sapphire, peridot และแก้วสีเขียว ทั้งนี้เนื่องจาก emerald จะเห็นเป็นสีชมพูถึงสีแดง หากดูผ่าน chelsea filter ในขณะที่อัญมณีสีเขียวอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันนี้พบว่า emerald แท้ในธรรมชาติที่ขุดพบจากแหล่งใหม่ๆ หากใช้ chelsea filter ส่องดูอาจจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงใดๆ ทำให้ chelsea filter ไม่สามารถแยก emerald สังเคราะห์ออกจาก emerald แท้ได้อีกต่อไป จึงยังมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออื่นๆ มาช่วยวิเคราะห์ emerald ควบคู่ไปด้วยเช่นกล้อง microscope หรือ UV lamp เป็นต้น

ในปัจจุบันนี้การใช้ chelsea filter มีประโยชน์มากในการช่วยวิเคราะห์อัญมณีบางชนิดที่ย้อมสีหรือทำสีขึ้น และช่วยจำแนกอัญมณีบางชนิดจากอัญมณีเลียนแบบ เช่น ช่วยจำแนกอัญมณีบางชนิดจากอัญมณีเลียนแบบ เช่น ช่วยจำแนกหยกแท้ออกจากหยกย้อมสี จำแนก synthetic blue spinel ออกจาก Blue Spinel และจำแนก synthetic spinel สีเหมือน aquamarine ออกจาก aquamarine แท้

3.9 เครื่องหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Hydrostatic Electric balance)

ค่าความถ่วงจำเพาะของอัญมณี ซึ่งจากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น คือน้ำหนักของอัญมณีเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน ซึ่งหากใช้หลักการการแทนที่น้ำก็จะได้น้ำหนักของอัญมณีที่ชั่งในอากาศ ลบออกจากน้ำหนักที่ชั่งได้ในน้ำจะเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับอัญมณีนั้น จึงได้มีการใช้สูตรการคำนวณความถ่วงจำเพาะ

$$SG = \frac{\text{น้ำหนักของอัญมณีในอากาศ}}{\text{น้ำหนักของอัญมณีที่หายไปห้า}}$$

ดังนั้นการหาค่าความถ่วงจำเพาะของอัญมณีใดก็ต้องชั่งน้ำหนักอัญมณีนั้นในอากาศก่อนแล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนักในน้ำวิธีการหาความถ่วงจำเพาะเช่นนี้เรียกว่า hydrostatic weighing ซึ่งอัญมณีจะต้องเป็นอัญมณีร่วงที่ไม่ได้อยู่ในตัวเรือนใด วิธีการนี้จะมีความแม่นยำมากหาก อัญมณีนั้นมีขนาดใหญ่ เช่น มีน้ำหนักประมาณหนึ่งกระรัตขึ้นไป โดยอาจจะใช้เครื่องมือชั่งแบบสองจาน ดังรูป หรือเป็นเครื่องชั่งจานเดียวที่มีตัวเลขบอกน้ำหนักกำกับเป็นกรับ

การหาความถ่วงจำเพาะด้วยวิธี hydrostatic weighing นอกจากต้องมีเครื่องชั่งแล้วยังต้องมีเครื่องมือประกอบดังนี้

- แก้วหรือถ้วยที่ใสมีขนาดเล็กพอที่จะวางบนจานของเครื่องชั่งและสามารถใส่ลวดแขวนซึ่งจะใส่อัญมณีสำหรับชั่งได้โดยทั่วไป beaker ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นอุปกรณ์ที่เหมาะที่สุด
- ลวดที่ยึดแก้วหรือถ้วยที่จะวางบนจานเครื่องชั่ง
- ลวดที่ปลายข้างหนึ่งทำเป็นตะขอแขวนกับตะขอของเครื่องชั่งและอีกด้านหนึ่งขดทำเป็นตะกร้าสำหรับใส่อัญมณี
- น้ำซึ่งผสมน้ำยาซักฟอกเล็กน้อยเพื่อลดแรงตึงผิว

วิธีดำเนินการมีดังนี้

1. ปรับให้เครื่องชั่งสมดุลและให้เข็มชี้ไปที่เลข 0 หรือหากเป็นตัวเลขบอกน้ำหนัก ตัวเลขต้องเป็นศูนย์ จานเครื่องชั่งต้องสะอาดและแห้ง
2. ชั่งน้ำหนักอัญมณี อ่านน้ำหนักให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.001 กะรัต แล้วจดน้ำหนักไว้
3. นำเอาอัญมณีนั้นออกจากจานเครื่องชั่ง

4. วางแก้วหรือถ้วยที่ใส่น้ำและที่ยึดไว้บนจานเครื่องชั่งแต่ระวังไม่ให้สัมผัสกับส่วนเครื่องชั่ง แขวนลวดไว้ที่ตะขอของเครื่องชั่งและให้ตะกร้าหย่อนลงไปในแก้วน้ำ

5. ปรับเครื่องชั่งให้สมดุลอีกครั้งโดยให้เข็มหรือตัวเลขชี้ไปที่เลขศูนย์

6. ใส่อัญมณีลงไปในตะกร้า อัญมณีนั้นจะต้องจมลงไปในน้ำแต่ไม่สัมผัสกับแก้ว ขยับลวดเล็กน้อยเพื่อไล่ฟองอากาศที่จับอยู่ที่ตะกร้าหรืออัญมณีนั้นอีกจานหนึ่งของเครื่องชั่ง เพื่อให้จานทั้งสองของเครื่องชั่งสมดุล

7. ชั่งน้ำหนักของอัญมณีใส่ไว้ในน้ำให้ได้น้ำหนักละเอียดถึง 0.001 กะรัต แล้วจดน้ำหนักที่ได้ไว้

8. หักลบน้ำหนักของอัญมณีที่ชั่งในน้ำและที่ชั่งได้ในอากาศ เพื่อหาค่าของน้ำหนักที่หายไป แล้วนำมาหารน้ำหนักของอัญมณีที่ชั่งได้ในอากาศ ผลที่ได้ คือ ค่าความถ่วงจำเพาะ (SG) ค่าที่คำนวณได้ให้ปัดเศษเป็นทศนิยมสองตำแหน่ง (0.01) ตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะที่ได้ทั้งด้วยการชั่งน้ำหนักใหม่และการคำนวณ

น้ำที่ใช้ในการหาความถ่วงจำเพาะนอกจากจะใช้น้ำที่ผสมน้ำยาซักฟอกแล้ว การใช้น้ำที่ต้มสุกหรือน้ำกลั่นอาจจะช่วยลดปริมาณของฟองอากาศได้

บทที่ 4

ขั้นตอนการวิเคราะห์อัญมณี (Gemstone Identification Process)

ขั้นตอนการวิเคราะห์อัญมณี

4.1 ตรวจสอบลักษณะภายนอกทั่วๆไปของพลอย

4.1.1 สี

การพิจารณาดูสีของพลอย ควรใช้ไฟสีขาวจากหลอดฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent Lamp) ที่มีแสงใกล้เคียงกับแสงแดด และควรดูพลอยทางด้านหน้า ส่วนพื้นด้านหลังควรเป็นสีขาว โดยถือพลอยให้ห่างประมาณ 6 นิ้ว (ควรดูด้วยว่าพลอยเม็ดนั้นเปลี่ยนสีหรือไม่เมื่อเปลี่ยนแหล่งแสง) เช่น ทับทิม(Ruby) มีสีแดงอมม่วง(vR), ซาโวไรท์(Tsavorite) มีสีเขียวอมเหลือง(yG) เป็นต้น

4.1.2 น้ำหนัก(ct)

การหาน้ำหนักของพลอยสามารถหาได้โดย

1) ชั่งโดยใช้เครื่องไฮโดรสเตติค (Hydrostatic) โดยชั่งเฉพาะในอากาศ(ไม่ชั่งในน้ำ)

2) ชั่งโดยใช้ตาชั่งมาตรฐาน (Scale)

น้ำหนักที่ชั่งได้จะมีหน่วยเป็นกะรัต เช่น ทับทิมหนัก 2 กะรัต เป็นต้น

4.1.3 การเจียระไน

สังเกตการเจียระไนอย่างคร่าวๆว่ามีการเจียรลักษณะใด ทั้งส่วนบน(ด้านหน้าพลอย)และส่วนล่าง(ด้านก้นพลอย) เช่น ส่วนบนเจียระไนแบบ Brilliant Cut
ส่วนล่างเจียระไนแบบ Step Cut เป็นต้น

4.1.4 รูปร่าง

รูปร่างคือเส้นรอบวงของพลอย เมื่อวางพลอยคว่ำหน้านั่นเอง เช่น กลม(Round), รูปไข่(Oval) เป็นต้น

4.1.5 การผ่านแสง

สังเกตดูว่าพลอยยอมให้แสงผ่านเท่าใด โดยวางพลอยบนกระดาษที่มีตัวอักษร การผ่านแสงมีหลายระดับตั้งแต่ โปร่งใส(Transparent) ถึง ทึบแสง(Opaque) เช่น ควอทซ์(Quartz) มีความโปร่งใส, เทอร์ควอยซ์(Turquoise) ทึบแสง เป็นต้น

4.1.6 การกระจายแสง

สังเกตการกระจายแสงเฉพาะพลอยที่ใสไม่มีสีเท่านั้น เพราะพลอยที่มีสี สีจะบดบังการกระจายแสงทำให้มองไม่เห็น แบ่งการกระจายแสงได้เป็น สูง กลาง ต่ำ
เช่น โทแพส(Topaz) มีการกระจายแสงต่ำ เป็นต้น

4.1.7 ปรากฏการณ์

สังเกตดูว่าพลอยมีปรากฏการณ์พิเศษหรือไม่ ปรากฏการณ์เกิดได้จาก

1) ตำหนิในพลอย

2) การเลือกดูดกลืนแสง

3) โครงสร้างทางกายภาพของพลอย ซึ่งทำให้เกิดแสงสอดแทรกหรือ แตกออกของแสงได้

เช่น โอปอลมีปรากฏการณ์เล่นสี(Play of Colour), ซัฟไฟร์มีปรากฏการณ์ที่เรียกว่าสตาร์(Star)

4.1.8 ความวาว

ความวาว หมายถึง คุณภาพและปริมาณของแสงซึ่งสะท้อนจากผิวของพลอย ความวาวก็ขึ้นอยู่กับการหักเหของแสง การเจียระไน ค่าดัชนีหักเหด้วย เช่น ทัวมาลีน(Tourmaline) วาวแบบแก้ว(Vitreous), หยกเจไดท์(Jadeite) วาวแบบขี้ผึ้ง(Waxy) เป็นต้น

4.2 ตรวจสอบลักษณะทางแสงของพลอย

ตรวจสอบโดยใช้เครื่องโพลาริสโคป(Polariscope) เพื่อดูว่าเป็นพลอยหักเหเดี่ยว(SR) หักเหคู่(DR) แอกกริเกต(AGG) หรือ หักเหเดี่ยวคู่ปลอม(ADR) ซึ่งถ้าเป็นพลอยหักเหคู่(DR) จะต้องหาภาพทางแสง(Optic Figure)ด้วย เพื่อตรวจสอบว่าเป็น uniaxial หรือ biaxial โดยการหาสีรุ้งบนพลอย แล้วนำแท่งแก้วโคโนสโคป(Conoscope) แตะที่บริเวณสีรุ้งแล้วดูภาพที่ปรากฏ

<u>ข้อควรระวัง</u>ในการใช้เครื่องโพลาริสโคป(Polariscope)

1) พลอยที่มีตำหนิมากๆ

2) พลอยที่มีค่าดัชนีหักเหเกิน 1.81 ขึ้นไป(OTL)

3) พลอยที่ทึบแสง ไม่สามารถใช้กับเครื่องนี้ได้

4) ควรตรวจสอบพลอยอย่างน้อย 3 ทิศทาง

4.3 ตรวจสอบค่าดัชนีหักเหของพลอย

ตรวจสอบโดยใช้เครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์(Refractometer) เพื่อหาค่าดัชนีหักเหของพลอย เนื่องจากพลอยแต่ละชนิดจะมีการดูดกลืนแสงที่ไม่เท่ากัน ทำให้อ่านได้ค่าดัชนีหักเหไม่เท่ากัน ค่าดัชนีหักเหของพลอยเป็นคุณสมบัติที่แน่นอนที่สุดในการวิเคราะห์อัญมณี

การหาค่าดัชนีหักเหของอัญมณีควรใช้ด้านที่เป็นหน้ากระดาน(Table)วางคว่ำลงบนเครื่อง หากเป็นอัญมณีที่มีส่วนหน้าโค้งหรือผิดจากปกติก็ให้อ่านโดยวิธี spot ในการตรวจสอบทุกครั้งให้หมุนอัญมณีอย่างน้อย 180 องศา เพื่อความแม่นยำ

เครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ สามารถหาค่าของพลอยได้ดังนี้

1) พลอยหักเหเดี่ยว(SR) สามารถอ่านค่าดัชนีหักเหได้ 1 ค่า

2) พลอยหักเหคู่(DR) สามารถอ่านค่าดัชนีหักเหได้ 2 ค่า

3) พลอยหักเหเดี่ยวคู่ปลอม(ADR) สามารถอ่านค่าดัชนีหักเหได้ 1 ค่า

4) พลอยที่ต้องอ่านแบบ spot สามารถอ่านค่าดัชนีหักเหได้ 1 ค่า

5) พลอยที่มีค่าดัชนีหักเหสูงกว่า 1.81 จะเรียกว่า "เกินค่าที่อ่านได้" หรือ OTL (Over The Limit)

6) ค่า Birefringence คือ ผลต่างของค่าดัชนีหักเหค่าสูงกับ ค่าดัชนีหักเหค่าต่ำ ในพลอยหักเหคู่

4.4 ตรวจสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของพลอย

ความถ่วงจำเพาะ หมายถึง อัตราส่วนของสสารต่อน้ำหนักของน้ำในปริมาตรที่เท่ากัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งหาได้จากการใช้เครื่องสเกลบาลานซ์ โดยการชั่งพลอยในอากาศและในน้ำ วิธีนี้ค่าที่ได้ควรมีทศนิยมอย่างน้อย 2 ตำแหน่ง เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนให้น้อยลง จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{น้ำหนักพลอยในอากาศ}}{\text{น้ำหนักพลอยในอากาศ - น้ำหนักพลอยในน้ำ}}$$

<u>ข้อควรระวัง</u> ไม่ควรเคลื่อนย้ายเครื่องมือ

4.5 ตรวจสอบการเรืองแสงของพลอย

4.6 ตรวจสอบลักษณะตำหนิภายในของพลอย

4.7 ตรวจสอบสเปคตรัม

4.8 ตรวจสอบเพลียวโครอิซึม

4.9 ตรวจสอบคุณสมบัติอื่นๆ (สำหรับพลอยที่มีลักษณะเฉพาะ)

4.10 รวบรวมข้อมูลทั้งหมด และนำมาสรุปผลการวิเคราะห์

บทที่ 5

รายละเอียดคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับพลอย PBSS และ พลอย ABSS

รายละเอียดคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับพลอย PBSS

รายละเอียดนี้มีไว้เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์ง่ายขึ้น ใช้ดูหลังจากที่ได้ "ความเป็นไปได้" จาก IDENTIFICATION TABLE แล้ว จึงมาดูรายละเอียดอีกครั้ง

คำแนะนำ ควรใช้เป็นแนวทางเท่านั้น รายละเอียดมากกว่านี้ ควรอ่านจาก ENCYCLOPEDIA OF GEMSTONE หรือ GEMS ของ WEBSTER

1. เพทาย (ZIRCON)

- หักเหคู่
- เส้นคู่ห่างมากเมื่อดูในไมโครสโคป
- สเปคตรัม 6535 A และถ้าเป็นเพทายของพม่าจะมีเส้นอีกหลายเส้น
- ถ.พ. สูง 4.70 (+- 0.030)
- ตำหนิธรรมชาติที่สำคัญ
- ระวังสับสนกับรูทิลสังเคราะห์
- O.L. ค่าดัชนีหักเห 1.925 - 1.984 (ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.059)

2. อันคราไดท์โกเมน (ANDRADITE GARNET)

- หักเหเดี่ยว
- O.L. ค่าดัชนีหักเห 1.875 (+- 0.020)
- การกระจายแสงสูง 0.057
- ตำหนิธรรมชาติที่สำคัญ (ตำหนิแบบหางม้า)
- ถ.พ. 3.84 (+- 0.030)
- ระวังสับสนกับแย๊กสีเขียวและโกเมนอื่นๆ

3. สเปซซาไทท์ โกเมน (SPESSARTITE GARNET)

- หักเหเดี่ยว
- ถ.พ. 4.15 (+- 0.02)
- สีส้ม น้ำตาล สัมแดง
- ตำหนิธรรมชาติที่สำคัญ (ขนนกหยักเหมือนคลื่น)

- O.L. ค่าดรรชนีหักเห 1.810 (+- 0.01)
- ระวังสับสนกับโกเมนอื่นๆ
- สเปคตรัม 4300 A (แมงกานีส)

4. อัลมานไดท์ โกเมน (ALMANDITE GARNET)

- หักเหเดี่ยว (บางทีเป็นหักเหคู่ปลอม)
- ค่าดัชนีหักเห 1.79 (+- 0.03)
- สเปคตรัม 5050, 5270,5760 A
- สีแดงแกมสีส้ม น้ำตาล ม่วง
- ตำหนิธรรมชาติที่สำคัญ (เส้นไหม ผลึก ปริซึม)
- ระวังสับสนกับโกเมนอื่นๆ

5. คอรันดัม (CORUNDUM)

- ค่าดัชนีหักเห 1.762-1.770 (+0.008 ,-0.003)
  ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.008
- ถ.พ. สูง 4.00
- ตำหนิธรรมชาติที่พบ (เส้นไหม ผลึก รอยนิ้วมือ ขนนก แถบสีตรง)
- หักเหคู่
- ระวังสับสนกับคอรันดัมสังเคราะห์
- สเปคตรัม-เส้นไอออน (4500, 4600, 4700 A)
  ในพลอยสีฟ้า เขียว เหลือง เส้นไอออนจะไม่พบในคอรันดัมสังเคราะห์
  ในทับทิม จะพบ สเปคตรัมของโครเมี่ยม

6. คอรันดัมสังเคราะห์ (SYNTHETIC CORUNDUM)

แบบเฟลม ฟิวชั่น

- ตำหนิสังเคราะห์ที่พบ (ฟองอากาศ เส้นโค้ง แถบสีโค้ง เส้นเพลโต)
- ฟลูออเรสเซนส์ แดงเข้ม-ทับทิมสังเคราะห์ ทั้งคลื่นสั้นและคลื่นยาว
- สเปคตรัม 6900 A ในซัฟไฟร์สีเหลืองและส้มสังเคราะห์
- ฟลูออเรสเซนส์ (ซัฟไฟร์สังเคราะห์สีเหลือง-แดงอ่อนในคลื่นสั้น)

7. คอรันดัมสังเคราะห์ (SYNTHETIC CORUNDUM)

แบบ ฟลักซ์

- หักเหคู่ ยูนิเอ็กเซิล(-)
- ดัชนีหักเห 1.762-1.770 (+ 0.008, - 0.003)
- ถ.พ. 4.00 เหมือนในพลอยธรรมชาติ
- ตำหนิฟลักซ์แบบม่านควันเด่น ส่วนมากไม่อยู่ในแผ่นเดียวกัน มักทึบแสง มีแผ่นรูปหกเหลี่ยม เส้นเข็ม แถบสีตรง แถบสีหักมุม

8. ไพโรป โกเมน (PYROPE GARNET)

- ดัชนีหักเห 1.746 (+ 0.010, - 0.026)
- สีออกแดงปนสีอื่น เช่น ส้ม น้ำตาล ม่วง
- หักเหเดี่ยว (บางทีหักเหคู่ปลอม)
- ตำหนิธรรมชาติที่พบ (ปริซึม ผลึก เส้นเข็ม)
- ระวังสับสนกับโกเมนอื่นๆ สปิเนล และสปิเนลสังเคราะห์

9. กรอสซูลาไรท์ โกเมน (GROSSULARITE GARNET)

- หักเหเดี่ยว
- ดัชนีหักเห 1.735 (+- 0.01)
- มีหลายสี เช่น เหลือง ส้ม แดง น้ำตาล เขียว รวมทั้งใสไม่มีสี
- ตำหนิธรรมชาติที่พบ (เอสโซไนท์ มีลักษณะแบบคลื่นร้อน)
- ระวังสับสนกับโกเมนอื่นๆ สปิเนล และสปิเนลสังเคราะห์

10. สปิเนล (SPINEL)

- ดัชนีหักเห 1.718
- หักเหเดี่ยว (บางทีเป็นหักเหคู่ปลอม)
- ตำหนิธรรมชาติ (ตำหนิแปดเหลี่ยม บางทีเรียงเป็นแถว)
- ระวังสับสนกับสปิเนลสังเคราะห์ และโกเมน

11. สปิเนลสังเคราะห์ (SYNTHETIC SPINEL)

- หักเหเดี่ยว (บางทีเป็นหักเหคู่ปลอม)
- ดัชนีหักเห 1.730 (สปิเนลธรรมชาติ 1.718)
- ฟลูออเรสเซนส์ สปิเนลสีฟ้าสังเคราะห์ มีสีแดงใต้แผ่นเชลซีฟิวเตอร์
- ระวังสับสนกับสปิเนล และโกเมน

12. ซอยไซท์ (ZOISITE)

- หักเหคู่ ไบเอ๊กเซิล
- ดรรชนีหักเห 1.691-1.704 (+- 0.003) ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.013
- ถ.พ. 3.30 (+- 0.10)
- ไดโครอิซึม ชัดในพลอย แทนซาไนท์สีฟ้าม่วง

13. หยกเจไดท์ (JADEITE)

- แอกกริเกท ในเครื่องโพลารีสโคป (ส่วนใหญ่)
- ดัชนีหักเห 1.66
- ถ.พ. 3.34
- สเปคตรัม สีเขียวสด (IMPERIAL GREEN JADETE)
  มีเส้นโครเมี่ยม 3 เส้น ที่ 6300, 6600 และ 6900 A
  เจดไดท์ย้อมสีเขียว มีแถบกว้าง ตั้งแต่ 6300 - 6700 A
  เจดไดท์สีอ่อนทุกสี มีเส้นที่ 4370 A
- ระวังสับสนกับเนฟไฟท์ กรอสซูลาไรท์โปร่งแสง และคาลซิโดนีย้อมสีเขียว

14. สปอดูมีน (SPODUMENE)

- หักเหคู่ ไบเอ๊กเซิล
- ดัชนีหักเห 1.660-1.676 (+- 0.005)
  ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.016
- ชนิดที่พบมากคือ คุนไซท์สีชมพู ส่วนฮิดเดไนท์สีเขียวหายาก
- รอยแยกแนวเรียบ 2 ทิศทาง
- ระวังสับสนกับโทปาซ เบเริล และทัวมาลีน

15. เพอริดอต (PERIDOT)

- หักเหคู่ ไบเอ๊กเซิล
- ดรรชนีหักเห 1.654-1.690 ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.036
- ถ.พ. 3.04 (+ 0.14, -0.03)
- สีเขียวหรือเขียวแกมเหลือง
- ระวังสับสนกับทัวมาลีน และอันดาลูไซท์
- สเปคตรัม 4530, 4740 และ 4960 A

16. อันดาลูไซท์ (ANDALUSITE)

- เพลียวโครอิซึมเห็นได้ด้วยตาเปล่า เขียว/แดงแกมส้ม
- หักเหคู่ ไบเอ็กเซิล
- ดัชนีหักเห 1.634-1.643 (+- 0.005)
  ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.008-0.013
- ถ.พ. 3.17 (+- 0.04)
- ระวังสับสนกับทัวมาลีน และเพอริโด

17. ทัวมาลีน (TOURMALINE)

- มีเกือบทุกสี
- หักเหคู่ ยูนิเอ็กเซิล
- ดัชนีหักเห 1.624-1.644 (+- 0.006)
  ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.020
- ถ.พ. 3.06 (+ 0.15, - 0.05)
- เพลียวโครอิซึมเข้มมาก ส่วนมากเป็นสีอ่อนและสีเข้มของสีเดียวกัน
- ตำหนิธรรมชาติที่พบ แบบเส้นด้าย (THREADLIKE INCLUSION)
- ระวังสับสนกับอันดาลูไซท์ สปอดูมีน เพอริโด แบเริล และโทปาซ

18. โทปาซ (TOPAZ)

- หักเหคู่ ไบเอ็กเซิล
- ดัชนีหักเห 1.619-1.627 (+- 0.010)
- ถ.พ. 3.53 (+- 0.04)
- ตำหนิธรรมชาติที่พบ ตำหนิ 2 สถานะ (2 PHASE INCLUSION)
- รอยแยกแนวเรียบ 1 ทิศทางขนานกับฐานของผลึก
- ระวังสับสนกับอันดาลูไซท์ ทัวมาลีน และสปอดูมีน

19. เทอร์ควอยซ์ (TURQUOISE)

- สีฟ้า หรือเขียว
- ส่วนมากทึบแสง
- ดัชนีหักเห 1.61 (แบบสปอท)
- ถ.พ. 2.76 (+0.08, -0.45)
- อาจย้อมหรืออาบพลาสติก (PLASTIC IMPREGNATED)
- อาจมี MATRIX สีดำ

20. เทอร์ควอยซ์สังเคราะห์ (SYN.TURQUOISE)

- ถ.พ. 2.66
- ดัชนีหักเห 1.60 (แบบสปอท)
- มีจุดดำบนพื้นฟ้าเมื่อมองในไมโครสโคป เรียกว่า CREAM OF WHEAT
- สีฟ้า หรือฟ้าแกมเขียว อาจมี MATRIX สีดำ

21. เนฟไฟรท์ (NEPHRITE)

- ส่วนมากเป็นแอกกริเกท
- ดัชนีหักเห 1.61 (แบบสปอท)
- ถ.พ. 2.95 (+- 0.05)
- ระวังสับสนกับเจดไดท์ กรอสซูลาไรท์ โกเมนโปร่งแสงและคาลเซดโดนี ย้อมสีเขียว

22. แบริล (BERYL)

- หักเหคู่ ยูนิเอ็กเซิล
- ดัชนีหักเห 1.577-1.583 (+- 0.017)
  ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.005(-0.05)
- ถ.พ. 2.72 (+ 0.12, -0.05)
- ตำหนิธรรมชาติที่พบ ตำหนิ 2 สถานะ 3 สถานะ ผลึก ลักษณะเหมือนผ้าฝ้าย (COTTONY APPEARANCE)
- ระวังสับสนกับมรกตสังเคราะห์ ทัวมาลีน และโทปาซ
- ฟลูออเรสเซนส์ ส่วนมากอ่อนหรือเฉื่อย ยกเว้นในพลอยที่มีสีจาง

23. แบริลสังเคราะห์ (ฟลักซ์-มรกต)

- หักเหคู่ ยูนิแอกเซียล
- ดัชนีหักเห 1.561-1.571 ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.003-0.007 ส่วนมากต่ำกว่าธรรมชาติ
- ถ.พ. 2.66 (ต่ำกว่าธรรมชาติ)
- ตำหนิแบบสังเคราะห์ที่พบ ตำหนิฟลักซ์แบบม่านควัน (WISPY VEIL-LIKE FLUX INCLUSION)
- ฟลูออเรสเซนส์ แดงปานกลางหรือส้ม ในคลื่นยาว

24. <u>ควอทซ์ (QUARTZ)</u>

- หักเหคู่
- ยูนิแอกเซียล (บางทีเห็นภาพทางแสง แบบตาวัว)
- ดัชนีหักเห 1.544-1.553 ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.009
- ถ.พ. 2.65 (+- 0.01)
- ระวังสับสนกับแบริล

25. <u>คาลเซโดนี (CHALCEDONY)</u>

- แอกกริเกท
- ดัชนีหักเห 1.53
- ถ.พ. 2.60 (+- 0.05)
- การย้อมสี คาลซิโดนีย้อมสีเขียวและฟ้า จะเป็นสีแดงใต้เชลซีฟิวเตอร์ และมีเส้น 3 เส้นบริเวณช่วงสีแดงของสเปคตรัม

26. <u>โอปอล (OPAL)</u>

- มีการเล่นสี (PLAY OF COLOR) บางทีก็ไม่มีการเล่นสี
- ถ.พ. ต่ำ 2.15 (+ 0.07, -0.90)
- ดัชนีหักเหต่ำ 1.45 (+ 0.020, -0.080) แบบสปอท
- หักเหเดี่ยว หรือแอกกริเกท
- ระวังสับสนกับคาลซิโดนี เฟลสปาร์ และพลาสติก

27. <u>แก้ว (GLASS)</u>

- หักเหเดี่ยว (บางทีเป็นหักเหคู่ปลอม)
- ดัชนีหักเหต่ำ ถ.พ. ต่ำ
- ดัชนีหักเห 1.48-1.70 ถ.พ. 2.30-4.50
- ตำหนิที่พบ ฟองอากาศรูปโดนัท และเส้นไหม (DOUGHNUT-SHAPED GAS BUBBLES AND FLOW LINES)
- ระวังสับสนกับพลอยแทบทุกชนิด

28. <u>พลาสติก (PLASTIC)</u>

- หักเหเดี่ยว

- ถ.พ. ต่ำ
- เมื่อใช้ฮอทพอยท์จี้ ให้กลิ่นแบบพลาสติกไหม้ (ACRID ODOR.)
- ระวังสับสนกับพลอยเกือบทุกชนิด

29. คริสโซเบอริล (CHRYSOBERYL)

- ดัชนีหักเห 1.746 -1.755 (+-0.005) ไบเรฟฟรินเจนส์ 0.009
- ถ.พ. 3.73 (+- 0.02)
- ชนิดที่สำคัญคือ ตาแมวและอเล็กซานไดรท์
- เพลียวโครอิซึมชัดมาก
- ระวังพลอยอเล็กซานไดรท์สับสนกับคอรันดัม และคอรันดัมสังเคราะห์ ตาแมวสับสนกับพลอยจำนวนอื่นที่แสดงตาแมว
- สีเหลืองมีสเปคตรัมที่ 4550 A

รายละเอียดคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับพลอย ABSS

1.. ฟลูออไรต์ (FLUORITE)

- S.R. , R.I. 1.434 , H 4 ,S.G. 3.18
- สีเขียว มีสเปคตรัมที่ 4270 A
- ส่วนมากมักมีการเรืองแสง
- มีรอยแยกแนวเรียบ 4 ทิศทาง (octahedra cleavage)
- มักเห็นเป็นโซนสี
- ตำหนิที่พบ มักเป็นผลึกกลวงรูปสามเหลี่ยมและมีฟองอากาศภายใน

2. แก้ว (GLASS)

- แบ่งออกเป็น NATURAL GLASS และ MAN-MADE GLASS

NATURAL GLASS แบ่งออกเป็น 2 SUB-SPECIE คือ OBSIDEAN และ TEKTITE

OBSIDIAN - สีน้ำตาลโปร่งใส มีชื่อทางการค้าว่า APACHE TEAR
สีดำ มีลายคล้ายดอกไม้สีขาว มีชื่อทางการค้าว่า SNOWFLAKE

TEKTITE - โดยมากมีสีน้ำตาล

- สีเขียว มีชื่อทางการค้าว่า MOLDAVITE

มีความเชื่อว่า Tektite มีการเกิดจากอุกกาบาตที่ตกลงมาบนผิวโลก ทำให้เปลือกโลกบริเวณนั้นเกิดการละลาย และแตกกระจายพุ่งออกไป จึงตกลงมาเป็น Tektite ที่มีผิวพรุน รูปร่างต่างๆ

MAN-MADE GLASS มีชื่อชนิดตามสี แต่มีแก้วหลายแบบที่มี RI และ SG แตกต่างกันออกไป แต่โดยทั่วไป ลักษณะภายนอกก็จะทำให้แยกความแตกต่างกันได้

GOLDSTONE - มีสีน้ำตาล น้ำเงิน และเขียว มีปรากฏการณ์ อาเวนจูเรสเซนส์ที่เป็นผลมาจากการสะท้อนแสงจากเกล็ดบางๆ รูปร่างทรงเรขาคณิตของทองแดง

SLOCUM STONE - หลายสี มีปรากฏการณ์ การเล่นสีแบบโอปอล ตำหนิที่เป็นลักษณะที่สำคัญคือมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มใสๆ หลายๆสี เรียกว่า CELLOPHANE

ALEXANDRIUM - แก้วสีฟ้าอมม่วง มีการเปลี่ยนสีอ่อนๆ เป็นสีม่วง ใต้แสงอินแคนเดสเซนส์

CATHAYSTONE - แก้วโปร่งแสงสีเขียว มีตำหนิแบบเส้นใย ทำให้เกิดปรากฏการณ์ตาแมวเมื่อมองจากด้านไฟสะท้อนที่ผิวจะเห็นเป็นตาข่ายรูปหกเหลี่ยม ผลิตจากเส้นใยแก้วไฟเบอร์ออปติก

METAJADE - เป็นแก้วที่ตกผลึก (DEVITRTFIED GLASS) มาจากคำว่า VITREOUS ที่แปลว่า แก้ว ในภาษาฝรั่งเศส คือ แปรสภาพจาก อสัณฐานไป มีสีเขียว มีตำหนิเป็นแฉกๆคล้ายใบเฟิร์น

P.B. 2.2 - เป็นแก้วที่มีตะกั่ว (LEAD) ที่มีสัญลักษณ์ทางเคมี คือ pb และมี R.I. 2.2 มีสีเหลือง มีความแข็งต่ำ

4. โอปอล (OPAL)

- แบ่งออกเป็นพวก PRECIOUS OPAL ที่มีการเล่นสี และ COMMON OPAL หรือ POTCH OPAL ที่ไม่มีการเล่นสี
- ระวังสับสนกับ SLOCUM GLASS, แก้วเลียนแบบโอปอล และ PLASTIC (LATEX, NON CRYSTAL)
- มีชื่อทางการค้าดังต่อไปนี้

BLACK OPAL - โอปอลที่มีพื้นสีเข้มๆ เช่น สีเทา น้ำตาล ดำ และมีการเล่นสี

WHITE OPAL - โอปอลที่มีสีขาว โปร่งแสง และมีการเล่นสี

JELLY OR WATER OPAL - โอปอลสีใสและมีการเล่นสีอ่อนๆ

CRYSTAL OPAL - โอปอลสี และมีการเล่นสีเห็นชัด

FIRE OPAL - โอปอลสีแดงหรือส้ม มีการเล่นสีหรือไม่มีการเล่นสีก็ได้

MATRIX OPAL - โอปอลเกิดรวมกับหินที่มีรูพรุน (ส่วนมากมักย้อมเป็นสีดำ)

SOULDER OPAL - โอปอลแผ่นบางๆ ที่มีหินเป็นฐาน

PRASE OPAL - โอปอลสีเขียว ที่ไม่มีการเล่นสี

LEMON-OPAL - โอปอล สีเหลือง มี ปรากฏการณ์ Adularescence ทำให้ดูขุ่นหรือดำ

4. โอปอลสังเคราะห์ (SYNTHETIC OPAL)

- แยกจากธรรมชาติโดยดูที่ผิว หา SNAKE SKIN หรือ LIZARD SKIN ซึ่งเป็นลายแบบรูปหกเหลี่ยมต่อๆกัน บนผิวของโอปอลสังเคราะห์เล็กมาก ต้องดูด้วยไฟสะท้อนใต้ไมโครสโคป

5. โซดาไลท์ (SODALITE)

- SR MASSIVE SG 2.24 RI 1.483

- ดูด้วยตาเปล่า คล้ายแลปปิช แลปชูลี และมีลายสีขาว (คล้าย ลาพิส ลาซูลีจากชิลี) โปร่งแสงมากกว่าลาพิส ลาซูลี ไม่มีไพไรส์

6. หินปะการัง (CORAL)

- RI 1.486-1.658 ใช้วิธี BIREFRINGENCE BLINK
- มีลายแบบโค้งคล้ายคลื่น (WAVY PARALLEL FIBROUS STRUCTURE)
- อาจพบรูเล็กๆ ที่สัตว์ทะเล POLYP ตัวที่สร้าง CALCIUM CARBONATE เคยอยู่
- แยกจากเปลือกหอย หรือคาลไซท์ โดยลักษณะพิเศษข้างต้น
- สำหรับ Black coral เป็นแบบ CONCHIOLIN มีลักษณะแบบกิ่งไม้ คุณสมบัติจะแตกต่างจาก CORAL ธรรมดา (อาจสับสนกับ jet แยกกันได้โดยกลิ่น เมื่อจี้โดยเข็มร้อน และลักษณะพิเศษภายนอก) เช่น SR RI 1.560 ไม่เป็นฟองฟูกับกรด แบบ Coral บางครั้งเอาสีดำไปกัดเป็นสีทอง แล้วเคลือบด้วยพลาสติก
- มี CORAL เลียนแบบ ของกิวสัน ให้หา "CREAM OR WHEAT"
- อาจใช้แก้วเลียนแบบ ให้หาฟองอากาศ และ FLOW LINES แก้วเลียนแบบจากอินเดียจะมี BAND คล้ายธรรมชาติ
- ระวัง CORAL ย้อมสี ให้ใช้สำลีชุบน้ำยาล้างเล็บ เช็ดหาสีย้อม

7. แคลไซท์ (CALCITE)

- มี 2 SPECIES คือ CALCITE และ SPHEROCOBALITE
- สีม่วงมีสเปคตรัมที่ 4900-5000 A และ 5400-5700 A

8. ลาพิส ลาซูลี (LAPIS LAZULI)

- เป็นหิน ประกอบด้วยแร่หลักๆ คือ LALURITE สีน้ำเงิน PYRITE สีทอง และ CALCITE สีขาวอาจมี SODALITE และ HAUYNITE ปนด้วย
- RI 1.50 S.G 2.5-3 H 5-6
- ระวังอัญมณีย้อมสี ให้เช็ดดูด้วยสำลีชุบ ACITONE
- Imitation LAPIS LAZULI ของ Gilsonแตกต่างจากธรรมชาติ คือ สีน้ำเงินอมม่วงมาก บางทีเห็นเป็นจุดม่วงๆ ไม่มีคาลไซท์ สีผงละเอียดเป็นสีน้ำเงินเข้ม ในขณะที่ธรรมชาติสีอ่อนกว่า ตำหนิแร่ PYRITE มีขนาดและ รูปร่างเสมอกันมากกว่าธรรมชาติ อาจจะโผล่แบบลอยๆ อยู่บนผิว ความ แข็งต่ำกว่าทำให้มี DULL LUSTER ทึบแสงมากกว่าธรรมชาติ
- ระวังสับสนกับ JASPER ย้อมสีน้ำเงิน (Swiss lapis) SINTERED SYN. BLUE SPINEL ที่นำเอาผง SPINEL มาหลอมละลาย แล้วใส่ PYRITE
- สับสนกับแก้วของ INAMORI แต่ดูได้จากฟองอากาศ หรือ กับพลอยธรรมชาติเอง เช่น SODALITE (TL มากกว่า RI 1.483 S.G. 2.24 ไม่มี PYRITE) หรือ SHATTUCKITE (RI 1.752-1.851, S.G. 3.80 H 3.5-4)

9. คริสโซคอลลา (CHRYSOCOLLA)

- มีตั้งแต่ โปร่งแสงถึงทึบแสง
- RI 1.46-1.57, SG 2-2.24 , H 2-4
- สีเขียวออกน้ำเงิน หรือน้ำเงินออกเขียว
- รอยแตกโค้งเว้า
- ส่วนมากพบเป็นตำหนิใน Quartz
- ดูคล้าย เทอร์ควอยซ์ และ VARISCITE (แต่มี RI และ SG ต่ำกว่า)
- มีการ Stabilized (HOT POINT)

10. ออร์โธเคลส (ORTHOCLASE)

- มีปรากฏการณ์ ADULARESCENCE หรือ SCHILLER
- อาจเห็นสตาร์ 4 ขา และตาแมวด้วย
- มีหลายสี
- มีตำหนิคล้าย (CENTIPEDELIKE INCLUSION)

- มีรอยแยกแนวเรียบ 2 ทิศทาง

11. ไมโครไคลน์ (MICROCLINE)

- ชนิดสีเขียว มีชื่อทางการค้าว่า "AMAZONITE" มีลักษณะแบบร่างแห "grid structure" ซึ่งเป็นผลมาจากรอยร้าวของรอยแยกแนวเรียบ

12. ไข่มุก (PEARL)

- แบ่งออกเป็น แบบ Natural Pearl and Cultured Pearl

CULTURED PEARL มีแบบ NUCLEATED และ NON-NUCLEATED

* MABE PEARL เป็นแบบปะ ระหว่าง Cultured Blister Pearl และ Shell

13. SHELL

- มีลักษณะภายนอกสำคัญในการแยกความแตกต่าง
- RI 1.530-1.686 (0.156)
- SG ประมาณ 2.76-2.96
- ความแข็ง 2-4
- อีกชื่อหนึ่ง คือ MOTHER OR PEARL

14. คาลซิโดนี (CHALCEDONY)

- เป็น quartz แบบ คริปโตคริสตอลลิน ที่มีผลึกเล็กมาก กล้องไมโครสโคป ธรรมดามองเห็น ต้องใช้แบบอีเลคตรอน
- มีชื่อทางการค้าแตกต่างกันออกไป เช่น ชนิดสีน้ำตาลมี Iridescence ชื่อ fire agate

15. อำพัน (AMBER)

- เป็นยางสนอายุประมาณ 30 ล้านปี แข็งตัว
- ส่วนมากมีสีเหลือง ส้ม น้ำตาล หรือสามสีปนกัน
- RI 1.54 SG 1.05 (ลอยในสารละลายเกลืออิ่มตัว)
- อาจพบเส้นไหม ฟองอากาศ หรือแมลงต่างๆ
- มักมีการเรืองแสง
- ให้กลิ่นแบบยางไหม้
- อาจมีพลาสติกเลียนแบบ เช่น BAKELITE ซึ่งให้กลิ่นแบบฉุน และจมในสารละลายเกลืออิ่มตัว ถ้าใช้มีดตัดลื่นออกมาเป็นแผ่น ในขณะที่อำพันแท้เนื้อจะเป็นขุย

- มียางสนที่มีอายุต่ำกว่า คือ ประมาณ 30-100 ปี ชื่อ COPAL ซึ่งเมื่อโดน ETHER จะเหนียวๆ

16. ออลิโกเคลส(OLIGOCLASE)

- ชนิดสีส้มน้ำตาลมีตำหนิแร่ฮีมาไทท์ หรือ เกอร์ธท์ (Hematite or goethite) ทำให้เกิดปรากฏการณ์ aventurescence

17. งา (IVORY)

แบ่งออกเป็น Vegetable ivory และ animal ivory

- ถ้ามาจากสัตว์ เช่น ELEPHANT, HIPPOPOTAMUS, WALRUS, NARWHAL และ WHALE

- ถ้ามาจาก Vegetable เช่น เมล็ดตันปาล์มแข็งๆ

Elephant ivory จะมี Engine-Turning หรือ Lines of Retzius เป็นเส้นตัดกันสองทิศทาง ตัดกันเป็นช่องรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

Pearly ivory สารที่เป็น Dentine เคลือบเศษผงที่หลุดเข้าไปในงาช้าง - ถ้ามาจากกระดูกสัตว์ จะมีลายเป็นก้อนกลมๆ เกาะกัน

18. IOLITE (SPECIE: IOLITE)

- สีน้ำเงินอมม่วง
- RI ใกล้เคียงกับ quartz 1.542-1.551 แต่อาจพบที่ 1.53-1.54 ได้
- รอยแยกแนวเรียบ 1 ทิศทาง
- S.G. 2.61
- B - (มาก)
- มีไทรโครอิซึ่ม สีม่วง น้ำเงิน เขียว

19. SCOPOLITE (SPECIE)

- สับสนกับควอทซ์ แยกได้ที่ Optic Sign คือ u- ไบเรฟฟรินส์ สูงกว่า คือ ตั้งแต่ 0.008-0.038 มีรอยแยกแนวเรียบ 2 ทิศทาง และบางครั้งมีการเรืองแสง

20. LABRADORITE (GROUP:FELDSPAR, SERIE: PLOGL IOCLASE, SUB-SPECIE: LABRADORITE)

- RI. 1.599-1.568 DRB+

- รอยแยกแนวเรียบ 2 ทิศทาง

-มีตำหนิเป็นเส้นเข็ม และแผ่นแร่ Magnetite - บางทีมีปรากฏการณ์ แบบ Moonstone

21. SERPENTINE (GROUP: SERENTINE, SPECIE: ANTIGORITE)

- สำหรับ SPECIE: ANTIEGORITE นี้ มีชื่อทางการค้าที่สำคัญคือ

BOWENITE โปร่งแสงถึงทึบแสง สีเขียวออกฟ้าเขียว หรือ เหลืองเขียว

WILLIAMSITE กึ่งโปร่งใสกึ่งโปร่งแสง มีสีเขียว มักเห็นผลึกอ๊อกตาฮีดราล ของแร่โครไมท์ และมีสีขาวปนอยู่ด้วย

22. BERYL (SPECIE)

- ชนิดที่เพิ่มจาก PBSS คือ TRAPICHE EMERALD เป็นผลึกแร่มรกต ที่พบที่ Columbia เมื่อ 1964 เป็นผลึกทีมีแกนกลาง เป็นปริซึ่มหกเหลี่ยมของมรกตและสลับด้วย แบเรลใส ไม่มีสี ถ้ามาจากเหมืองที่ CHIVOR ตรงกลางสีเขียวแต่ถ้ามาจาก Muzo เป็นสีดำแทน

- ชนิดสีดำมีปรากฏการณ์ กึ่งโปร่งใส มีตำหนิสีดำ ของแร่อิลเมอไนท์ ขนานกับฐาน

23. RHODOCHROSITE (GROUP: CALCITE, SPECIE:RHOSOCHROSOTE)

- มีชนิดโปร่งใส สีส้มเสมอ และชนิดที่โปร่งแสงถึงกึ่งโปร่งแสงเป็นลายสลับ (BACON STRIPE EFFECT)

- มี Canbonate blink

24. SUGILITE (SPECIE)

- ทึบแสง สีม่วง

- RI 1.607-1.610

- ลักษณะลายและสีสำคัญ

25. VARISCITE (SPECIE)

- RI 1.56-1.59

- SG 2.20-2.57

- โปร่งแสงถึงทึบแสง สีเขียวออกน้ำเงินคล้ายเทอร์ควอยซ์

- ชนิดโปร่งแสง มองผ่านเชลซีคอมพิวเตอร์เห็นสีแดง

26. ACTINOLITE (GROUP:AMPHIBOLE, SERIE: FERROACTINOLITE-TREMOLITE SPECIE-ACTINOLITE)

- โปร่งใสถึงทึบแสง แต่ส่วนมากโปร่งแสง
- รอยแยกแนวเรียบ 2 ทิศทาง
- สีเขียว มักเห็นตาแมว
- อาจสับสนกับ tourmaline แต่โปร่งใสน้อยกว่า

27. ANDALUSITE (SPECIE)

- สีเขียวมี Trichroism
- ชนิดทึบแสง สีน้ำตาลสลับขาว มีลายแบบกางเขน (CRUCIFORM PATTERN) สีขาวของคาร์บอน เรียกว่า CHIASTOLITE
- อาจสับสนกับ Toumaline ใช้ optic character แยกเป็น DR B-

28. APATITE (GROUP)

- RI 1.642-1.646 แต่มักได้ต่ำกว่าอาจต่ำลงประมาณ 1.628
- DR U - (แต่อาจเห็นไบเอ็กเซิลแบบปลอม)
- สีเหลือง มีสเปคตรัม 2 เส้นที่ 5800 AU
- อาจพบชนิดปรากฏการณ์ ตาแมว ตาจะคมกว่า apatite

29. JET (SPECIE)

- เป็นถ่าน lignite สีดำแข็งตัว
- RI 1.66 SG 1.32
- ผิวจะไม่เรียบ เพราะความแข็งต่ำ 2 1/2-4
- Hot Point ให้กลิ่นแบบถ่าน

30. MALACHITE (SPECIE)

- ทึบแสงสีเขียว มีลายโค้งสลับไปมา
- ความแข็งต่ำ 3 1/2-4
- บางครั้งปนกับ AZURITE เรียก AZURMALACHITE

31. DIOPSIDE (GROUP: PYROXENE, SUB, GROUP: CLINOPYROXENE, SPECIE: DIOPSIDE)

- มีสีเขียว เรียก Chrome diopside
- สีประเภทสีดำ เกือบทึบแสง มีสตาร์ สีขาว 4 ขา

32. Zoisite (group: edipote, specie: zoisite)

- Tanzanite (trade name) สีฟ้าอมม่วง
- ชนิดสีเขียวโปร่งแสง-ทึบแสง

33. Spessartite (group garnet, serie: pyralspite, specie: spessartite, sub-specie: pyrope/spessartite, almandtite/spessartite

- สำคัญ คือ มีสีส้ม และมี manganese specturm
- อาจปนกับ pyrope และ almandite

34. Andradite (group:garnet, serie: ugrandite, specie: andradite)

- ชนิดสีเขียว demantaid มีตำหนิแบบ Horsetail (เป็นแร่ byssolite รูปเส้นใย เกิดรวมกันจากแร่สีเข้ม โครไมท์) มีสเปคตรัมที่ 4440 AU.

35. Hematite (specie)

- สีดำทึบแสง วาวโลหะ
- สับสนกับพลอยเลียนแบบ hematine ซึ่งมีรอยแตกโค้งเว้า และแม่เหล็กดูดขึ้น และมีสีผงละเอียดสีดำในขณะที่ hematite มักมีรอยแตกแบบเสี้ยนไม้ แม่เหล็กดูดแต่ไม่ขึ้น สีผงละเอียดสีน้ำตาล

เอกสารประกอบการสอนและหนังสืออ่านประกอบ

สถาบันอัญมณีศาสตร์แห่งเอเชีย, วิเคราะห์อัญมณี 1, กรุงเทพฯ, 2536.

สถาบันอัญมณีศาสตร์แห่งเอเชีย, วิเคราะห์อัญมณี 2, กรุงเทพฯ, 2536.

สุมาลี เทพโสพรรณ, วิเคราะห์อัญมณี, พิมพ์ครั้งที่3, กรุงเทพฯ : สถาบันอัญมณีวิทย์, 2541.

กาญจนา ชูครุวงศ์, ปฏิบัติการวิคราะห์อัญมณี, กรุงเทพฯ :สมาคมผู้ค้าอัญมณีและเครื่องประดับ, 2538

Liddicoat, Richard T., Handbook of Gem Identification. Gemological Institute of America, Santa Monica, California, 1989.

Read, P.G., Gemology. Butterworth-Henemann.Ltd., University Press, Cambridgek, Great Britain, 1991.

Schumann, W., Rocks minerals & Gemstones., The Bath Press, England, 1992.

Webter, Robert., Gem:Their Sources, Descriptions and Identification. 4 ed ., Butterworth.& Co. (publisher) Ltd., 1990.