

Jewelry Making

218496

วัตถุดิบในการผลิตตัวเรือน

- วัตถุดิบในการผลิตตัวเรือนของเครื่องประดับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ส่วนมากจะผลิตจากวัตถุดิบซึ่งได้จากโลหะต่างๆ เช่น ทองคำ เงิน แพลทินัม เป็นต้น โลหะมีค่าเหล่านี้ ล้วนแต่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ทั้งทางกายภาพและทางเคมี จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ช่างรูปพรรณจะต้องมีความรู้ และเข้าใจในคุณสมบัติของโลหะมีค่าชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตตัวเรือน

ทองคำ Gold (Au)

- ทองคำเป็นโลหะที่เสถียรที่สุดโลหะหนึ่ง และหนักที่สุดโลหะหนึ่ง (ความหนาแน่น 19.32 g/cc) เป็นโลหะที่มีค่าและมีราคาแพงในทุกยุคทุกสมัย
- ทองคำเป็นโลหะที่มีสีทองแวววาว ไม่มีการหมองดำน ไม่สึกกร่อน สามารถทำเป็นรูปทรงต่างๆได้ง่ายกว่าโลหะชนิดอื่นๆ คุณสมบัติเหล่านี้ ทำให้ทองคำเป็นโลหะที่เสาะหากันมากนับพันๆปีมาแล้ว ที่ใช้กันมากที่สุดได้แก่ การทำเครื่องประดับ และเครื่องเพชรนิลจินดาต่างๆ สามารถทำให้เป็นชิ้นเล็กๆ ดึงให้เป็นเส้นลวดเล็กๆ หรือตีให้เป็นแผ่นบางมากๆได้ เนื้อทองที่บริสุทธิ์ อ่อนเกินไป ดังนั้นจึงต้องผสมทองแดงหรือเงินเข้าไปด้วยเพื่อให้เนื้อทองคำแข็งขึ้น
- ทองคำเป็นแร่โลหะชนิดหนึ่งในสองสามชนิดที่อาจพบในรูปแร่ของทองคำบริสุทธิ์ บางครั้งจะพบรวมตัวกันอยู่เป็น trace คือเป็นปริมาณเล็กน้อยในแร่ทองแดง และในแร่เงิน นอกจากนี้ทองคำอาจเป็นผลพลอยได้จากการถลุง หรือสกัดโลหะอื่นๆ ให้บริสุทธิ์อีกด้วย



Well crystallized bright metallic gold specimen measuring 3.5 x 6 cm in size. Red Ledge mine, Nevada Co., California. (Photo by Dan Weinrich)

การค้นพบ

- สันนิษฐานว่า ทองคำจะเป็นแร่โลหะอิสระชนิดแรกที่มนุษย์รู้จัก อย่างน้อยนับตั้งแต่ 4,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช ในเมโสโปเตเมีย ในประวัติศาสตร์ทุกสมัยล้วนแต่มีการกล่าวถึงทองคำ คุณค่า และประโยชน์ของโลหะชนิดนี้

แหล่งที่พบ

- ทองคำในรูปของธาตุอิสระ มีกระจายอยู่ทั่วโลก แต่โดยทั่วไปทองคำพบเป็นธาตุอิสระ มีลักษณะเป็นเกล็ดหรือเม็ดกลม อาจพบเป็นส่วนใหญ่ บางครั้งพบเกิดอยู่ในหิน ซึ่งอาจมองเห็นหรือมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ในธรรมชาติบางครั้งพบทองคำเนื้อเข้มข้นหรืออาจอ่อนจางเพราะมีโลหะเช่น เงิน (Ag) ปนมากกว่า 20 % ซึ่งเรียกว่า electrum ปกติทองคำที่พบจะอยู่ในรูปโลหะผสมเจือกับโลหะเงิน และทองแดงเล็กน้อย มีไม่น้อยกว่า 75 ประเทศที่มีการผลิตโลหะทองคำ แต่ทองคำประมาณ 3 ใน 4 ผลิตจาก Witwatersland ในประเทศแอฟริกาใต้
- ทองคำ พบในธรรมชาติในรูปของสารประกอบก็มี และเกือบทั้งหมด พบในรูปของ telluride เช่น แร่ Calavente (AuTe_2) Petzite ($(\text{AuAg})_2\text{Te}$) และ sylvanite $(\text{AuAg})\text{Te}_2$ เป็นต้น



**Very well crystallized Electrum
(Silver rich gold) on quartz.**

The analysis gave 31.47% Silver.

**Verespatak (now Rosia Montana),
Transylvania, Romania. 2.8 x 3.4 cm.**

**Photo by Francesc Fabre /
Fabre Minerals**

สมบัติทางกายภาพ

- ทองคำบริสุทธิ์จะมีสีเหลือง ไม่แข็งมากหรือเรียกว่าอ่อนข้างอ่อนก็ได้ ทองคำมีสมบัติทางกายภาพที่เด่นหลายประการ ดังนี้
- 1. ทองคำมีความหนาแน่นสูงมากหรือหนักมาก (19.32 g/cc) มีเพียงไม่กี่ธาตุที่หนักกว่า ได้แก่ Ir, Re, Os, Pt และ Np
- 2. ทองคำเป็นตัวนำความร้อนและนำไฟฟ้าที่ดีเป็นอันดับ 3 รองจากเงินและทองแดง
- 3. เป็นธาตุที่เหนียว สามารถดึงเป็นเส้น (ductile) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด และสามารถตีเป็นแผ่น (malleable) หล่อหลอมได้บางที่สุด (บางขนาด $1/5,000,000$ นิ้ว)
- 4. ทองคำสามารถหักเหแสงอินฟราเรดได้ถึง 97 % คุณสมบัติประการนี้เป็นเหตุให้มีการใช้ทองคำเป็นตัวป้องกันการแผ่รังสี

Gold- Au

- **Cleavage:** None
- **Color:** yellow, pale yellow, orange, yellow white, or reddish white.
- **Density:** 16 - 19.3, Average = 17.64
- **Diaphaniety:** Opaque
- **Fracture:** Hackly - Jagged, torn surfaces, (e.g. fractured metals).
- **Habits:** Arborescent - "Tree like" growths of branched systems (e.g. silver)., Platy - Sheet forms (e.g. micas)., Granular - Generally occurs as anhedral to subhedral crystals in matrix.
- **Hardness:** 2.5-3 - Finger Nail- Calcite
- **Luminescence:** None.
- **Luster:** Metallic
- **Magnetism:** Nonmagnetic
- **Streak:** yellow
- **Environment:** quartz veins and alluvial deposits

สมบัติทางเคมี

- ทองคำเป็นธาตุที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยาทั่วไป เมื่อเกิดปฏิกิริยาแล้วได้สารประกอบของทองคำ ทองคำในสารประกอบทั่วไป มีเลขออกซิเดชัน +1 และ +3
- 1. ทองคำไม่ทำปฏิกิริยากับ O_2 , S และ Se ไม่ถูกออกซิไดซ์ในอากาศ
- 2. ทองคำไม่ละลายใน กรด HX (X หมายถึง Cl, Br, I) แต่ถ้ามีกรดออกซิไดซ์ เช่น HNO_3 อยู่ด้วยจะละลายทองคำได้ เช่น aqua regia ซึ่งเป็นของผสม ระหว่าง กรดไนตริก HNO_3 และกรดไฮโดรคลอริก HCl ในอัตราส่วน 1 : 3 ได้ $HAuCl_4$ เป็นผลิตภัณฑ์
- 3. ทองคำไม่ทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริกทั้งร้อนและเย็น หรือ กรดซัลฟูริก (กรดกำมะถัน) กรดไนตริกสามารถทำปฏิกิริยาเล็กน้อยกับทองคำ แต่ถ้าทองคำนั้นไม่มี Ag และ Ni เจือปนอยู่เลย ปฏิกิริยาจะเกิดน้อยมากจนถือว่าไม่เกิดก็ได้

- 4. ทองคำไม่ทำปฏิกิริยากับเบสไฮดรอกไซด์ (เช่น KOH, NaOH) เหลว ถ้าไม่มีตัวออกซิไดซ์ตัวอื่นเจือปนอยู่เลย
- 5. ทองคำสามารถทำปฏิกิริยากับ Te เหลวเกิด Tellurides หลายชนิด เช่น AuTe₂ เป็นผลิตภัณฑ์
- 6. ทองคำสามารถละลายได้ในปรอทประมาณ 0.7 % โดยน้ำหนัก และสามารถละลายมากขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ
- 7. แฮโลเจน (F, Br, Cl, I) ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับทองคำที่อุณหภูมิสูง ได้แฮไลด์เป็นผลิตภัณฑ์ แต่ F ทำปฏิกิริยาได้ช้ามากแม้ว่าอุณหภูมิสูงถึง 600 °C
- 8. คลอรีน โบรมีน และไอโอดีน สามารถทำปฏิกิริยากับทองคำ ณ อุณหภูมิห้องและอากาศชื้นได้เกลือแฮไลด์เป็นผลิตภัณฑ์
- 9. ไฮยาไนด์ในภาวะต่างๆ สามารถละลายทองคำได้
- 10. ทองคำสามารถละลายในกรด ซีลีนิค (Selenic acid) ที่ประมาณ 225 °C

การใช้ประโยชน์

- 1. ใช้เป็นมาตรฐานของระบบเงินสากล ประมาณกึ่งหนึ่งของทองคำทั้งหมดเก็บรักษาอยู่ในคลังของประเทศต่างๆ เพื่อจุดประสงค์นี้
- 2. ใช้เป็นเครื่องประดับ เช่น แหวน สร้อยคอ
- 3. ใช้ทำโลหะเจือ โลหะเจือของทองคำให้สีต่างๆ ตามตัวอย่างองค์ประกอบดังนี้

สีของโลหะเจือ

โลหะ %	ขาว	เหลือง	แดง	เขียว
ทองคำ	58.33	58.33	58.33	58.33
ทองแดง	17.00	25.58	27.96	6.50
เงิน	-	13.33	6.54	35.00
สังกะสี	7.57	2.75	7.17	0.17
นิกเกิล	17.00	-	-	-

โลหะเจือข้างต้นนี้ใช้ทำเหรียญตรา เครื่องประดับ และใช้อุดฟัน

การบอกอัตราส่วนทองคำในโลหะเจือนิยมระบุเป็นกะรัต (karat)

1 karat (kt) = 1/24 ของทองคำโดยน้ำหนักในโลหะเจือ

ดังนั้นทองคำ 24 k คือ ทองคำบริสุทธิ์ ส่วนทองคำ 18k 14k และ 10k มีองค์ประกอบของทองคำโดยน้ำหนัก

75% 58.33% และ 41.67% ตามลำดับ

- 4. แผ่นทองคำบางๆ ใช้เป็นตัวอักษรหรือสัญญาณของเครื่องบอกสัญญาณตัวอักษรของปกหนังสือ
- 5. ทองคำในรูปแขวนลอยใช้ทำลวดลาย และศิลปะบนผิวเครื่องปั้นดินเผา
- 6. ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และโครงการอวกาศ

เงิน Silver (Ag)

- เงินเป็นโลหะที่เสถียรมากโลหะหนึ่ง มีราคาพอสมควร มีสมบัติอยู่ระหว่างกลางของทองแดงและทองคำ ดีเป็นแผ่นได้และดึงเป็นเส้นได้ ดีรองมาจากทองคำและแพลเลเดียม เงินบริสุทธิ์สามารถนำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดีที่สุด
- เงินสามารถทำเป็นรูปทรงต่างๆได้ และสึกกร่อนได้ยากมากแต่ผิวเงินจะกลายเป็นสีดำได้ง่ายหากทำปฏิกิริยากับกำมะถันในอากาศ ปัจจุบัน เงินได้ถูกนำไปใช้ในการทำสารประกอบทางเคมีมากที่สุด สารประกอบที่ประกอบด้วยเงินมีความไวแสงดีมาก จึงถูกนำมาใช้ในการทำฟิล์มถ่ายรูปเป็นจำนวนมาก



Silver on Calcite - Himmelsfahrt mine,
near Freiberg, Saxony, Germany;
numerous fine silver wires to 4 mm
in diameter attached to a matrix of
massive white calcite and minor sulfides.
The wires stand approximately 35 mm
above the calcite matrix; overall size is
4 x 4.5 x 6 cm. Photo by Dan Weinrich

การค้นพบ

- มนุษย์รู้จักโลหะเงินตั้งแต่สมัยโบราณ มีหลักฐานปรากฏว่ามีการค้นพบโลหะเงิน หลังทองคำและทองแดงไม่นานนัก มีการกล่าวถึงเงินในพระคัมภีร์ ชาวอียิปต์ให้สัญลักษณ์วงกลมแทนทองคำ หมายถึงโลหะสมบูรณ์แบบ ส่วนโลหะเงินให้สัญลักษณ์เป็นรูปครึ่งวงกลมเพื่อแสดงว่า เป็นโลหะที่มีความสมบูรณ์แบบรองมาจากทองคำ ต่อมาครึ่งวงกลมนี้หมายถึงดวงจันทร์ด้วย เพราะโลหะเงินมีความแวววาวสูงหรือสว่างทำนองเดียวกับดวงจันทร์ ชาวโรมันเรียกโลหะเงินว่า Argentum ซึ่งเป็นที่มาของ Ag ส่วนภาษาอังกฤษ silver มาจาก Assyrians

แหล่งที่พบ

- แร่หลักของเงิน คือ แร่เงินซัลไฟด์ Argentite (Ag_2S) ซึ่งโดยทั่วไปจะพบปะปนกับซัลไฟด์ของโลหะอื่นๆ เช่น ซัลไฟด์ของตะกั่วและทองแดง แร่อื่นๆ ของเงิน ได้แก่ Ceragyrite (AgCl) Proustite ($3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{AgS}_3$) Pyrargyrite ($3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$) Stiphanite ($5\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$) และอยู่ในรูปเงินอิสระ โลหะเงินส่วนใหญ่ได้จากผลิตภัณฑ์พลอยได้ของการทำเหมืองและถลุงโลหะอื่นๆ เช่น ตะกั่ว ทองแดง โคบอลต์ ทองคำ เป็นต้น แต่ก็มีการทำเหมืองเพื่อโลหะเงินโดยเฉพาะหรือเป็นหลัก ประเทศที่ผลิตโลหะเงินได้แก่ เม็กซิโก สหรัฐอเมริกา แคนาดา เปรู รัสเซีย ออสเตรเลีย และเยอรมัน เป็นต้น

สมบัติทางกายภาพ

- โลหะเงินมีสีขาวแวววาวสูง สามารถดึงเป็นเส้นและตีเป็นแผ่นได้ดี รองมาจากทองคำและแพลเลเดียม โลหะเงินบริสุทธิ์สามารถนำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดีที่สุดในบรรดาโลหะทั้งหมดและมี contact resistance ต่ำสุด ณ จุดหลอมเหลวของโลหะ เงินสามารถดูดกลืนออกซิเจนได้ดีที่สุด กล่าวคือ สามารถดูดกลืนออกซิเจนได้โดยประมาณ 20 เท่าของตัวเอง

Silver-Ag

- **Cleavage:** None
- **Density:** 10 - 11, Average = 10.5
- **Diaphaniety:** Opaque
- **Fracture:** Hackly - Jagged, torn surfaces, (e.g. fractured metals).
- **Habits:** Arborescent - "Tree like" growths of branched systems (e.g. silver)., Dendritic - Branching "tree-like" growths of great complexity (e.g. pyrolusite)., Massive - Uniformly indistinguishable crystals forming large masses.
- **Hardness:** 2.5-3 - Finger Nail-Calcite
- **Luminescence:** None.
- **Luster:** Metallic
- **Magnetism:** Nonmagnetic
- **Streak:** silver white
- **Environment:** In sulfide ore veins

สมบัติทางเคมี

- 1. โลหะเงินเป็นธาตุที่เสถียรที่สุดธาตุหนึ่ง ไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลงใดๆในอากาศแห้งและชื้น
- 2. ถ้าอากาศมีโอโซน (O_3) หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) อยู่ด้วย เงินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทันที แม้กระทั่ง ณ อุณหภูมิห้อง ซัลไฟด์ทุกชนิดทำปฏิกิริยากับเงินเกิด Ag_2S เป็นคราบสีดำเคลือบที่ผิว
- 3. เงินทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก เกิดสารละลายซิลเวอร์ไนเตรด
- 4. เงินละลายได้ช้าๆ ในกรดซัลฟูริกที่ร้อนเกิด ซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4) และเงินทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเกิด $AgCl$ ไปเคลือบที่ผิว
- 5. โลหะเงินสามารถเกิดสารประกอบอนินทรีย์และสารอินทรีย์หลายชนิด และเกิดโลหะเจือกับโลหะหลายชนิด ที่สำคัญที่สุด คือ โลหะเจือ Ag-Cu เช่น sterling silver ซึ่งประกอบด้วย Ag 92.5% และ Cu 7.5% โดยน้ำหนัก

การใช้ประโยชน์

- 1. ใช้ทำขดลวดแลกเปลี่ยนความร้อน และอุปกรณ์การระเหย ท่อลำเลียง
- 2. ใช้ทำอุปกรณ์สำหรับใช้ทำปฏิกิริยาเคมี
- 3. ใช้เตรียมซิลเวอร์ไนเตรด ซิลเวอร์โบรไมด์ ซึ่งใช้เป็นน้ำยาในการล้างภาพถ่าย
- 4. ใช้ในอุตสาหกรรมเภสัชภัณฑ์
- 5. ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาหลายประเภท เช่น ปฏิกิริยาการเตรียมเอทิลีน
- 6. ใช้ฉาบกระจกทำกระจกเงา
- 7. ใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่บางชนิด อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- 8. ในรูปของโลหะเจือใช้ทำเหรียญ เครื่องประดับและอุดฟัน

ความเป็นพิษ

- เงินในรูปของธาตุอิสระเป็นพิษไม่มากนัก แต่เงินในรูปสารประกอบที่เป็นเกลือส่วนใหญ่ จะเป็นพิษ เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิต จะถูกรีดิวซ์ทำให้โลหะเงินตกค้างตามเนื้อเยื่อต่างๆ ผลคือ ผิวหนังเกิดจุดสีเทา สภาวะเช่นนี้เรียกว่า Argyria

Month	Names	Other Names Used
January	Wolf Moon	Old Moon
February	Snow Moon	Hunger Moon
March	Worm Moon	Crow Moon, Crust Moon, Sugar Moon, Sap Moon
April	Pink Moon	Sprouting Grass Moon, Egg Moon, Fish Moon
May	Flower Moon	Corn Planting Moon, Milk Moon
June	Strawberry Moon	Rose Moon, Hot Moon
July	Buck Moon	Thunder Moon, Hay Moon
August	Sturgeon Moon	Red Moon, Green Corn Moon
September	<u>Harvest Moon</u>	Corn Moon, Barley Moon
October	Hunter's Moon	Travel Moon, Dying Grass Moon
November	Beaver Moon	Frost Moon
December	Cold Moon	Long Nights Moon

These are the traditional names given to each month's Full Moon by Native Americans in the northern and eastern United States. The Moon was used to track the seasons. (From Farmer's Almanac)

ทองแดง Copper (Cu)

- ทองแดงเป็นโลหะที่ใช้มากโลหะหนึ่งในรูปของโลหะอิสระ เพราะมีสมบัติดีเยี่ยมหลายประการ เช่น สมบัติการนำไฟฟ้าและความร้อนดีเยี่ยม ทนต่อการผุกร่อน แข็งแรง ดึงเป็นเส้นและตีเป็นแผ่นต่างๆ ได้



Native copper averaging 1.5 cm in size forming a branching cluster of crystals with some massive calcite. 10 x 6.5 x 10.5 cm.- Houghton Co., Michigan, USA. Photo by Dan Weinrich

การค้นพบ

- โลหะทองแดงรู้จักกันตั้งแต่ก่อนประวัติศาสตร์ และได้มีการนำมาใช้ประโยชน์มากกว่า 6,000 ปีแล้ว แม้ว่าจะมีหลักฐานค่อนข้างแน่ชัด ว่ามนุษย์รู้จักนำเอาทองคำและเหล็กมาใช้ประโยชน์ก่อนทองแดง แต่ว่าทองแดงก็มีส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนาวัฒนธรรมในสมัยโบราณด้วยกัน

แหล่งที่พบ

- โลหะทองแดงในรูปธาตุอิสระที่พบได้ในธรรมชาติ และในหลายแห่งของโลก เคยมีในปริมาณสูง แต่ปัจจุบันทองแดงในแหล่งเหล่านี้ได้มีการขุดนำมาใช้ประโยชน์เกือบหมดแล้ว ที่เหลือมีอยู่ไม่กี่แหล่ง เช่นที่รัฐมิชิแกน ในสหรัฐอเมริกา ส่วนทองแดงในรูปสารประกอบซึ่งส่วนใหญ่รวมกับเหล็ก กำมะถัน คาร์บอนและออกซิเจน มีกระจายทั่วไปตามที่ต่างๆของโลก แร่ทองแดงที่พบมีประมาณ 165 ชนิด แต่ส่วนใหญ่มีปริมาณของทองแดงต่ำ เหลือที่สำคัญในเชิงพาณิชย์มีประมาณ 12 ชนิด และทองแดงมากกว่า 35 % มาจากแร่เพียง 16 ชนิดเท่านั้น

สมบัติทางกายภาพ

- ทองแดงบริสุทธิ์มีสีแดง มีความแวววาว มีความแข็งและเหนียว สามารถดึงเป็นเส้นและตีเป็นแผ่นบางๆได้ มีสมบัติการนำไฟฟ้าและความร้อนดีเยี่ยม (เป็นที่สองรองจากโลหะเงิน)

Copper-Cu

- **Cleavage:** None
- **Density:** 8.94 - 8.95, Average = 8.94
- **Diaphaniety:** Opaque
- **Fracture:** Hackly - Jagged, torn surfaces, (e.g. fractured metals).
- **Habits:** Nodular - Tuberoso forms having irregular protuberances over the surface., Arborescent - "Tree like" growths of branched systems (e.g. silver).
- **Hardness:** 2.5-3 - Finger Nail-Calcite
- **Luminescence:** None.
- **Luster:** Metallic
- **Magnetism:** Nonmagnetic
- **Streak:** rose
- **Environment:** Cap rock of copper sulfide veins and in some types of volcanic rocks

สมบัติทางเคมี

- 1. เมื่อสัมผัสกับความชื้นทองแดงจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีเขียวที่ผิว เพราะเกิด $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ เคลือบที่ผิว ทำหน้าที่ป้องกันทองแดงที่อยู่ข้างในไม่ให้ถูกออกซิไดซ์ต่อไป
- 2. เมื่อเผาทองแดงในอากาศ ทองแดงจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เกิด CuO ซึ่งมีสีดำ
- 3. ทองแดงละลายในกรดออกซิไดซ์ เช่น HNO_3 เจือจางและเข้มข้น และในกรด H_2SO_4 เข้มข้นที่ร้อน เกิดเป็นเกลือของทองแดง

- 4. ทองแดงไม่ละลายในกรด HCl ทั้งเข้มข้นและเจือจาง และกรด H_2SO_4 เจือจาง และไม่ให้เกิด H_2 เป็นผลิตภัณฑ์ เพราะทองแดงมีค่าศักย์ไฟฟ้าแบบรีดักชันมากกว่า $2H^+$ หมายความว่า Cu สามารถให้ e^- ได้เร็วกว่า $H_2(g)$
- 5. เกล็ดของทองแดง Cu (II) ละลายน้ำได้สารละลายสีน้ำเงินเพราะเกิดไฮเดรตเตตอออน $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$
- 6. เกล็ดไบนารี (binary) หมายถึง สารประกอบที่มี 2 ธาตุเท่านั้น เป็นองค์ประกอบของ Cu(II) ที่อุณหภูมิสูงจะกลายเป็นเกล็ด Cu(I) เช่น CuS และ CuO จะเปลี่ยนไปเป็น Cu_2O และ Cu_2S
- 7. ทองแดงสามารถเกิดสารเชิงซ้อนเป็นจำนวนมาก

การใช้ประโยชน์

- 1. ใช้ทำเส้นลวดไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าและเครื่องมือไฟฟ้าต่างๆ
- 2. ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
- 3. ใช้ในการผลิตหม้อต้มน้ำ กาน้ำ ถังน้ำ และขดลวด ในการต้มน้ำร้อน
- 4. ใช้เคลือบผิวของโลหะ
- 5. ใช้ทำโลหะเจือ ทองเหลือง (Brass) คือโลหะเจือของทองแดง 70 % และสังกะสี 30% ทองสัมฤทธิ์ (Bronze) คือโลหะเจือของทองแดง ดีบุก และสังกะสีเล็กน้อย เหยี่ยวนทั่วไปที่ใช้อุญมีทองแดงเป็นองค์ประกอบ

ความเป็นพิษ

- ทองแดงในปริมาณเล็กน้อยไม่เพียงแต่ไม่เป็นพิษ ยังเป็นสิ่งที่ร่างกายต้องการ แต่ถ้ามีในปริมาณสูงก็จะเป็นพิษและให้โทษได้ เช่น CuSO_4 27 g ทำให้ตายได้ ถ้ารับประทานแต่ปริมาณน้อยกว่านี้ จะเกิดอาการอาเจียน เหน็บชา และสำลัก

แพลทินัม Platinum (Pt)

- แพลทินัม เป็นโลหะที่มีค่ามากอย่างหนึ่ง มีราคาสูงกว่าทองคำ มีคุณสมบัติเหมือนทองคำหลายอย่าง ผิวมีสีขาวเงิน (silver white) และเป็นมันวาวตลอดเวลา ทำให้เป็นรูปทรงต่างๆได้ง่าย มีความแข็งและมีน้ำหนักมากกว่าทองคำ ทองคำขาวนิยมใช้กันมากในการทำเครื่องประดับอัญมณี
- ในด้านอุตสาหกรรม แพลทินัมนับเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีค่ามากอย่างหนึ่ง แพลทินัมใช้เป็นตัวเร่งในการกลั่นน้ำมันและเป็นตัวเร่งในการทำกรดไนตริก แพลทินัมมักพบในหินกรวดบางชนิด กระจายอยู่เป็นเม็ดเล็กๆ การแยกโลหะแพลทินัมสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก

การค้นพบ

- ในปี ค.ศ. 1557 Julius Caesar Scaliger ได้เขียนถึงสารสีน้ำตาลหนึ่ง ที่พบในเหมืองในอเมริกากลาง ว่าไม่สามารถหลอมด้วยไฟหรือวิธีการ อื่นๆ ที่ทราบในสมัยนั้น ตามหลักฐานที่ปรากฏคาดว่าน่าจะเป็น แพลทินัม
- ในกลางศตวรรษที่ 18 มีการอ้างอิงถึง Platina ว่าเป็นสารปนเปื้อน หรือสารที่ไม่ต้องการของทองคำตามเหมืองในประเทศโคลัมเบีย
- William Brownring แพทย์ชาวอังกฤษได้ทำการทดลองเกี่ยวกับธาตุนี้ และได้รายงานผลกับ Royal Society ของอังกฤษในปี ค.ศ. 1750

การค้นพบ

- ในปี ค.ศ. 1775 De l'Isle สามารถหลอมแพลทินัมที่ได้สกัดเอาเหล็กและทรายออกไปแล้วโดยใช้ aqua regia ทำให้ตกตะกอนเป็น ammonium chloroplatinate แล้วตะกอนที่ได้ก็นำไปเผา
- ในปี ค.ศ. 1803 W.H. Wollaston ชาวอังกฤษ ก็สามารถเตรียมแพลทินัมบริสุทธิ์ โดยการศึกษารละลาย aqua regia ของแพลทินัมที่ไม่บริสุทธิ์อย่างละเอียด ซึ่งผลจากการศึกษานี้เขาได้ค้นพบธาตุใหม่อีกสองธาตุ คือ แพลเลเดียม (Pd) และโรเดียม (Rh) ด้วย Platinum มาจากคำในภาษาสเปนที่ว่า platina ซึ่งแปลว่า silver หรือเงิน

แหล่งที่พบ

- โลหะแพลทินัม ส่วนใหญ่พบในรูปของโลหะเจือ ของโลหะตระกูลแพลทินัมเป็นองค์ประกอบหลัก และปะปนอยู่กับสินแร่ทองแดงและนิกเกิล (ในรูปของซัลไฟด์) นอกจากนี้แล้วยังมีทองคำและเงินปะปนอยู่ด้วย แหล่งแพลทินัมที่สำคัญอยู่ในประเทศแคนาดา แอฟริกาใต้ และสหรัฐอเมริกา โดยเฉพาะในอะลาสกา
- แพลทินัมมักพบเป็นสารประกอบด้วยเช่นกัน แต่มีไม่มาก ที่สำคัญได้แก่ cooperite (PtS) และ braggite (Pt, Pd, Ni)S มีการประมาณการว่าเปลือกโลกของเรามีแพลทินัมประมาณ 0.005 ppm.
- แพลทินัมเป็นโลหะขาวเงิน (silver white) สามารถดึงเป็นเส้นได้ดี เป็นโลหะหนักมากโลหะหนึ่ง (มีความหนาแน่น 21.45 g/cc ที่ 20 °C)

Platinum-Pt



Crystallized platinum. 0.5 x 0.7 cm.

Photo by Francesc Fabre / Fabre Minerals

Platinum-Pt

- **Cleavage:** None
- **Density:** 14 - 22, Average = 18
- **Diaphaniety:** Opaque
- **Fracture:** Hackly - Jagged, torn surfaces, (e.g. fractured metals).
- **Habits:** Granular - Generally occurs as anhedral to subhedral crystals in matrix., Nuggets - Irregular lumps produced by stream transport of malleable metals.
- **Hardness:** 4-4.5 - Between Fluorite and Apatite
- **Luminescence:** Non-fluorescent.
- **Luster:** Metallic
- **Magnetism:** Naturally weak
- **Streak:** grayish white
- **Environment:** Mainly in grains and nuggets in alluvial deposits (occurs as native metal in ultrabasic rocks).

สมบัติทางเคมี

- แพลทินัมค่อนข้างเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมีกับออกซิเจนในอากาศหรือกรดหลายชนิด การใช้ประโยชน์หลายๆ อย่างของแพลทินัมอาศัยสมบัติความเฉื่อยต่อปฏิกิริยานี้เอง ความไวต่อปฏิกิริยาของแพลทินัมขึ้นกับว่า โลหะนี้อยู่ในรูปเป็นก้อนหรือเป็นผงละเอียด ซึ่งในรูปผงละเอียดจะไวต่อปฏิกิริยามากกว่า ปฏิกิริยาของแพลทินัมที่สำคัญได้แก่

สมบัติทางเคมี

- 1. ภายใต้สภาวะปกติ โลหะนี้จะละลายได้ใน aqua regia เกิด H_2PtCl_6 เป็นผลิตภัณฑ์
- 2. แพลทินัมทำปฏิกิริยากับฟลูออรีนและคลอรีนที่ร้อนเกิด PtF_4 และ PtCl_3 ตามลำดับ
- 3. อัลคาไลด์เหลว หรือเกลือของอัลคาไลด์เช่น โซเดียมไนต์ หรือ ไนไตรต์ สามารถเกิดปฏิกิริยากับแพลทินัมได้
- 4. ธาตุหลายชนิด เช่น คาร์บอน ฟอสฟอรัส ซีลีคอน และอาร์เซนิก สามารถรวมตัวโดยตรงกับแพลทินัม ณ อุณหภูมิสูง
- 5. แพลทินัมสามารถดูดกลืนแก๊สไฮโดรเจน ได้เมื่อให้ความร้อน
- 6. แพลทินัมสามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้หลายชนิดเช่น H_2PtCl_2 , K_2PtCl_6 และ $\text{BaPt}(\text{CN})_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ เป็นต้น

การใช้ประโยชน์

- แพลทินัมส่วนใหญ่ใช้ในรูปของโลหะอิสระและในรูปผงละเอียด ดังนี้
 1. เป็นตัวเร่งสำหรับปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน และปฏิกิริยาการดึงเอาไฮโดรเจนออกจากเคมีอินทรีย์
 2. เป็นตัวเร่งสำหรับดัดแปลงโมเลกุลไฮโดรคาร์บอน ในกระบวนการไอโซเมอไรเซชัน เพื่อเพิ่มเลขออกเทนของน้ำมันเชื้อเพลิง
 3. เป็นตัวเร่งช่วยทำให้เกิดสบรุษุทธิโดยกระบวนการออกซิเดชันหรือการเติมไฮโดรเจน
 4. ในรูปของโลหะเจือกับโรเดียม ใช้เป็นตัวเร่งในกระบวนการออกซิเดชันของแอมโมเนียเป็นไนตริกออกไซด์ (NO) เพื่อผลิตกรดไนตริก (HNO_3)

การใช้ประโยชน์

5. ใช้เป็นตัวเร่งในกระบวนการเตรียมไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) จากแก๊สแอมโมเนียและมีเทน
6. แพลทินัมบริสุทธิ์ใช้ใน Resistance thermometers และ Thermocouples และอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่น
7. แพลทินัมในรูปโลหะเจือกับอิริเดียม (Ir) ใช้เป็นเครื่องมือประกอบอิเล็กทรอนิกส์ของภาชนะพิเศษในห้องปฏิบัติการ
8. แพลทินัมในรูปโลหะเจือกับแพลเลเดียม (Pd) ใช้ในการดูดซับ

ความเป็นพิษ

- แพลทินัมในรูปธาตุบริสุทธิ์ไม่ปรากฏเป็นพิษ แต่เกลือที่ละลายได้เป็นพิษในรูปผงละเอียดอาจติดไฟได้

สังกะสี Zinc (Zn)

- สังกะสีเป็นโลหะโครงสร้างที่มีความสำคัญรองจากเหล็กกล้า อะลูมิเนียมและทองแดง เนื่องจากสังกะสีมีเลขออกซิเดชันได้เพียงค่าเดียว คือ +2 และขาดสมบัติทั่วไปของธาตุทรานซิชัน ในปัจจุบันจึงไม่จัดสังกะสีเป็นธาตุทรานซิชันแต่จะเป็นธาตุหลังทรานซิชัน (Post transition element)
- แร่ที่สำคัญของสังกะสีได้แก่ สฟาเลอไรต์ (Sphalerite ZnS) ซึ่งเป็นแร่ซัลไฟด์

- สังกะสี เป็นโลหะที่นำมาใช้กันมากในรูปโลหะผสม โลหะผสมที่สำคัญคือ ทองเหลือง (Brass) ซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับสังกะสี โลหะผสมที่ใช้กันมากอีกอย่างหนึ่งได้แก่ โลหะผสมสังกะสีกับอะลูมิเนียม ที่ใช้ในการหล่อแม่แบบโลหะ (Metal mold หรือ die) กรรมวิธีการหล่อโลหะแบบนี้เรียกว่า Die casting ชิ้นส่วนรถยนต์บางอย่าง เครื่องซักผ้า ก็ทำด้วยโลหะผสมชนิดนี้ ซึ่งเรียกว่า diecast alloys สังกะสีมีความต้านทานการเกิดสนิมและสึกกร่อนได้ดี ดังนั้นจึงนำมาใช้ในการเคลือบเหล็กกล้า ซึ่งเรียกว่า Galvanizing นอกจากนี้ ใช้ทำแผ่นธาตุ (Zinc plate) ของหม้อแบตเตอรี่ชนิดแห้ง (Dry batteries)

การค้นพบ

- มนุษย์รู้จักนำสังกะสีมาใช้เป็นเวลาช้านานแล้ว แต่การรู้จักสังกะสีในรูปของโลหะหรือธาตุอิสระในภายหลัง เพราะในสมัยโบราณมักใช้สังกะสีในรูปของโลหะเจือ
- เริ่มมีการถลุงและสกัดสังกะสีในประเทศจีนและอินเดีย ประมาณ ปี ค.ศ. 1000 และได้มีการนำสังกะสีค่อนข้างบริสุทธิ์ (เรียกว่า slab zinc หรือ spelter) เข้าไปในยุโรป ในศตวรรษที่ 17 ซึ่งในขณะนั้นยังไม่มีชื่ออย่างเป็นทางการ และได้มีการเรียกชื่อต่าง ๆ กัน เช่น tetanego, Indian tin, Calamine หรือ Spiauter จนในปี ค.ศ. 1697 Lohneys เรียกชื่อธาตุนี้ว่า Zink ซึ่งต่อมากลายเป็น Zinc

แหล่งที่พบ

- สังกะสี ไม่พบในรูปธาตุอิสระ เปลือกโลกประกอบด้วย สังกะสี ประมาณ 120 กรัม/ตันและโดยทั่วไป อยู่ในรูปของแร่ซัลไฟด์ (ZnS) เรียกว่า Sphalerite หรือ Zinc blende และมักอยู่ปะปนกับซัลไฟด์ ของโลหะอื่นๆ เช่น เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง สินแร่ สังกะสีพบกระจายทั่วไป และแหล่งที่สำคัญได้แก่ ที่บริติชโคลัมเบีย ในแคนาดา หลายรัฐในภาคตะวันตกของสหรัฐอเมริกา เปรู ออสเตรเลีย โปแลนด์ และญี่ปุ่น



Highly lustrous black complex sphalerite crystals to 15 mm in size completely covering the top of a 6.5 x 7.5 x 1.8 cm sulfide matrix. Nanisivik mine, Baffin Island, Northwest Territories, Canada
Photo by Dan Weinrich

สมบัติทางกายภาพ

- สังกะสีบริสุทธิ์เป็นสีขาวปนเงินเล็กน้อย เบากว่าเหล็กเล็กน้อย (ความหนาแน่นของสังกะสี เท่ากับ 7.133 g/cc ของเหล็ก 7.80 g/cc) และมีจุดหลอมเหลวไม่สูงมากนัก ($419 \text{ }^{\circ}\text{C}$) สมบัติทางกายภาพแสดงในตาราง

สมบัติทางเคมี

- สังกะสีมีเลขออกซิเดชัน +2 ค่าเดียว สมบัติทางเคมีที่พิเศษประการหนึ่งคือ เป็นธาตุ Electropositive (มีแนวโน้มเปลี่ยนไปเป็น Zn^{2+}) สูง จึงอาศัยคุณสมบัตินี้มาใช้ในการเคลือบเหล็กกล้า และเป็นตัวถูกออกซิไดซ์แทนเหล็กกล้า สมบัติทางเคมีทั่วไป สรุปได้ดังนี้
 1. สังกะสีสามารถต่อต้านการผุกร่อนในอากาศแห้งได้ดี แต่ที่อุณหภูมิสูงกว่า $225\text{ }^{\circ}\text{C}$ จะปรากฏว่ามีการผุกร่อน
 2. สังกะสีในอากาศชื้นจะถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย และปฏิกิริยาจะเกิดเร็วหากมีคาร์บอนไดออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ด้วย

3. ฮาโลเจนแห้งไม่ทำปฏิกิริยากับสังกะสี ณ อุณหภูมิห้อง แต่ถ้ามีความชื้นจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง
4. ไอ้ น้ำสามารถทำปฏิกิริยากับสังกะสี ณ อุณหภูมิ 350 °C
5. สังกะสีมีสมบัติเป็น Amphiteric กล่าวคือ สามารถทำปฏิกิริยาได้กับทั้งกรดและเบส

การใช้ประโยชน์

1. ใช้ประโยชน์ในรูปของโลหะเจือ
2. ใช้เคลือบผิวเหล็กกล้าเพื่อป้องกันการขึ้นสนิมของเหล็กกล้า
3. ใช้ในอุตสาหกรรมยางและสี
4. อื่นๆ เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ พิวส์ไฟฟ้า แอโนดของเซลล์ไฟฟ้า ถ่านไฟฉาย และเตรียมสารเคมีของสังกะสี

ความเป็นพิษ

- สังกะสีในรูปธาตุบริสุทธิ์ไม่เป็นพิษ แต่สารประกอบบางชนิดเป็นพิษได้ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ส่วนสังกะสีในรูปผงอาจติดไฟหรือเกิดการระเบิดได้

การใช้ความร้อนในการเพิ่มคุณสมบัติของโลหะ

โลหะที่ใช้ในปัจจุบัน มักอยู่ในรูปของโลหะผสม (alloy) โลหะผสมเหล่านี้จะมีสมบัติที่ดีกว่าโลหะเดิมที่นำมาผสม เช่น เหล็กกล้าที่ผสมด้วยแมงกานีสจะมีความเปราะน้อยกว่าเหล็กกล้าล้วนๆ

วิธีการเพิ่มคุณสมบัติเหล็กกล้าให้ดีขึ้นโดยการใช้ความร้อน มีด้วยกัน 3 วิธีดังนี้

1. วิธีชุบให้เย็น (Quenching) โดยเผาโลหะจนร้อนแดงแล้วจุ่มลงในน้ำหรือน้ำมันให้เย็นลงทันทีโดยรวดเร็ว จะทำให้เหล็กกล้ามีความแข็งเพิ่มขึ้นแต่จะทำให้เปราะง่ายกว่าเดิม
2. วิธีเทมเปอร์ริง (Tempering) โลหะที่ทำให้แข็งโดยวิธีชุบให้เย็นแล้วนำมาเผาให้ร้อนอีกครั้งที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าเดิม แล้วทิ้งให้เย็นอย่างช้าๆ จะทำให้โลหะมีความเปราะลดลงโดยที่ความแข็งจะลดลงเพียงเล็กน้อย
3. วิธีอบอ่อน (Annealing) การเผาโลหะให้ร้อนแดง แล้วทิ้งให้เย็นลงช้าๆ จะทำให้เหล็กกล้ามีความอ่อนนุ่มกว่าปกติ

- โลหะหลายชนิดที่ทำเป็นรูปต่างๆโดยไม่ให้ความร้อน ที่เรียกว่า การขึ้นรูปเย็น (cold working) เช่น การรีดโลหะเป็นแผ่นบาง (rolling) หรือการทำให้เป็นเส้นลวด เมื่อทำเสร็จแล้ว จะนำมาอบอ่อนอีกครั้ง เพื่อลดความแข็ง (Stiffness) อันเกิดจากการขึ้นรูปเย็น

การวัดอุณหภูมิด้วยการดูสี

(Temperature measurement by color)

สี (color)	อุณหภูมิ °F
แดงอ่อน (Faint red)	950
แดงแก่ (Dark red)	1150
แดงเข้ม (Dark cherry)	1175
แดงสด (Cherry red)	1300
แดงสุก (Bright cherry)	1475
ส้มแก่ (Dark orange)	1650
ส้ม (Orange)	1750
เหลือง (Yellow)	1800