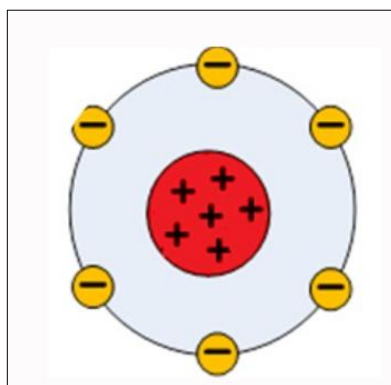


บทที่ 2

ความสัมพันธ์ของโครงสร้างอะตอม

1. อนุภาคมูลฐานของอะตอม

จากแบบจำลองของอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ทำให้ทราบว่าอะตอมประกอบไปด้วย อิเล็กตรอนและโปรตรอน โดยที่อิเล็กตรอน (ประจุลบ) วิ่งอยู่รอบๆ นิวเคลียส และโปรตรอน (ประจุบวก) รวมตัวอยู่ตรงกลาง จะเรียกว่า นิวเคลียส



ภาพที่ 2.1 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ที่มา (chemistryprosite, 2017)

ในปี ค.ศ. 1930 โบธ (W. Bothe) และ เบคเกอร์ (H. Becker) นักเคมีชาวเยอรมันได้ทำการยิงแผ่นแบวิลเลียม (Be) ด้วยอนุภาคแอลฟา พบว่าเกิดรังสีชนิดหนึ่งทะลุผ่านได้ และรังสีที่พบเมื่อชนกับโมเลกุลของพาราฟินจะเกิดโปรตรอน ต่อมาในปี ค.ศ. 1932 เจมส์ แชดวิก (James Chadwick) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ พบว่าอะตอมไม่ได้มีแค่โปรตรอนและอิเล็กตรอน ยังมีอนุภาคใหม่อีก 1 ชนิด จึงตั้งชื่ออนุภาคใหม่นั้นว่า นิวตรอน (Neutron) และได้พิสูจน์ว่าอนุภาคนิวตรอนเป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุ และยังมีมวลใกล้เคียงกับโปรตรอน อนุภาคทั้ง 3 ชนิดนี้เรียกว่า “อนุภาคมูลฐานของอะตอม” มีสมบัติดังนี้

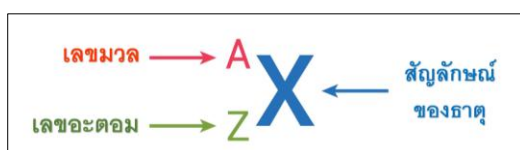
ตารางที่ 2.1 อนุภาคมูลฐานของอะตอม

อนุภาค	สัญลักษณ์	ประจุไฟฟ้า (C)	ชนิดประจุไฟฟ้า	มวล (กรัม)
อิเล็กตรอน	e	1.602×10^{-19}	-1	9.109×10^{-28}
โปรตรอน	p	1.602×10^{-19}	+1	1.673×10^{-24}
นิวตรอน	n	0	0	1.675×10^{-24}

ที่มา : (ทีมงานทรูปลูกปัญญา, 2565)

1) อะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้า จะมีประจุบวกกับประจุลบเท่ากัน กล่าวคือภายในอะตอมจะมีโปรตรอนเท่ากับอิเล็กตรอน

2) มวลของอะตอมจะเท่ากับจำนวนโปรตรอนบวกด้วยจำนวนนิวตรอน จะเรียกว่า เลขมวล (mass number, A) ซึ่งในนิวเคลียสของอะตอม เลขมวลจะมีค่าใกล้เคียงกับเลขอะตอม โดยผลต่างของเลขมวลกับเลขอะตอมจะเท่ากับจำนวนนิวตรอนโดยสามารถเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียสได้ดังภาพที่ 2.2

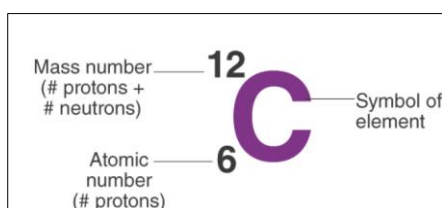


ภาพที่ 2.2 สัญลักษณ์ของธาตุ

ที่มา (จุฑาศินี พรพุทธศรี, 2567)

3) เลขอะตอม (Atomic number) คือตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตรอนของธาตุ ใช้สัญลักษณ์ z เลขอะตอมเป็นค่าเฉพาะสำหรับธาตุแต่ละชนิดจึงมีเลขอะตอมไม่ซ้ำกัน ดังนั้นเลขอะตอมจึงบอกชนิดของธาตุได้

4) เลขมวล (Mass number) คือตัวเลขที่แสดงผลรวมของจำนวนโปรตรอนและนิวตรอน ใช้สัญลักษณ์ A โดยที่เลขมวลจะเป็นเลขจำนวนเต็มเสมอ และเลขมวลไม่ได้เป็นค่าเฉพาะสำหรับธาตุใดธาตุหนึ่ง ดังนั้นธาตุต่างชนิดกันอาจมีเลขมวลเท่ากันได้ ยกตัวอย่างดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 สัญลักษณ์ของธาตุคาร์บอน (C)

ที่มา (BY JU'S, 2025)

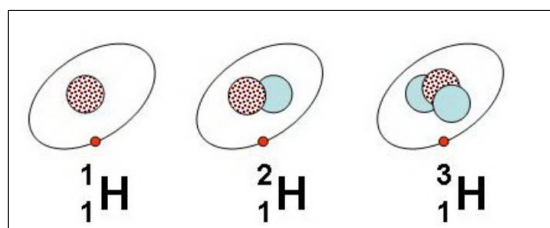
จากภาพที่ 2.3 สามารถหาค่าต่างๆของธาตุคาร์บอนได้ดังนี้

- จำนวนโปรตรอน = เลขอะตอม = 6
- มีจำนวนนิวตรอน = เลขมวล - เลขอะตอม = $12 - 6 = 6$
- มีจำนวนอิเล็กตรอน = จำนวนโปรตรอน = 6

5) ไอโซโทป (isotope) คืออะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตรอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน ดังนั้นเลขมวลของธาตุเหล่านั้นจะแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น

- ไฮโดรเจน (Hydrogen) มี โปรตรอน = 1 ไม่มีนิวตรอน
- ดิวทีเรียม (Deuterium) มี โปรตรอน = 1 มีนิวตรอน = 1
- ทริเทียม (Tritium) มี โปรตรอน = 1 มีนิวตรอน = 2

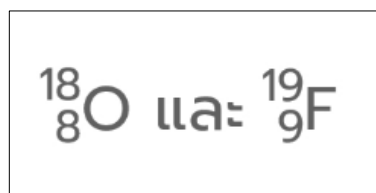
ไอโซโทปของธาตุชนิดเดียวกันมีคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพที่เกือบจะเหมือนกัน ไอโซโทปที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติส่วนใหญ่จะมีความเสถียร มีคุณสมบัติเฉพาะตัว ทำให้ธาตุเหล่านี้มีประโยชน์ในทางการแพทย์ในการวินิจฉัยและการรักษา ทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ การสำรวจน้ำมันและก๊าซ รวมไปถึงการวิจัยพื้นฐาน และความมั่นคงของชาติ



ภาพที่ 2.3 ไอโซโทปของไฮโดรเจน

ที่มา (วิเชียร รตนธงชัย, n.d.)

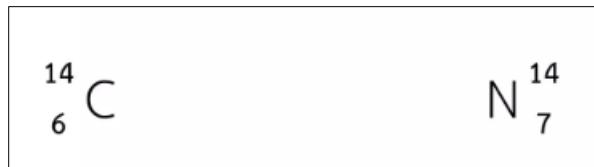
6) ไอโซโทน (isotone) คือธาตุต่างชนิดกัน มีเลขมวลเท่ากัน แต่มีจำนวนโปรตรอนและนิวตรอนต่างกัน



ภาพที่ 2.3 ไอโซโทนของธาตุ

ที่มา (ณัฐพล อิศรเสริรักษ์, n.d.)

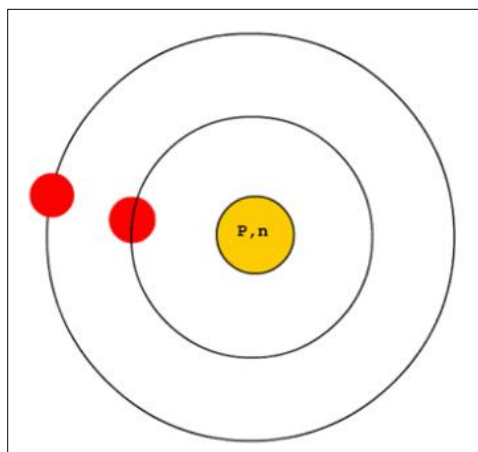
7) ไอโซบาร์ (isobar) คือ อะตอมของธาตุต่างชนิดกันที่มีเลขมวลเท่ากันแต่เลขอะตอมต่างกัน



ภาพที่ 2.4 ไอโซบาร์ของธาตุ
ที่มา (สุกัญญา นาคอิน, n.d.)

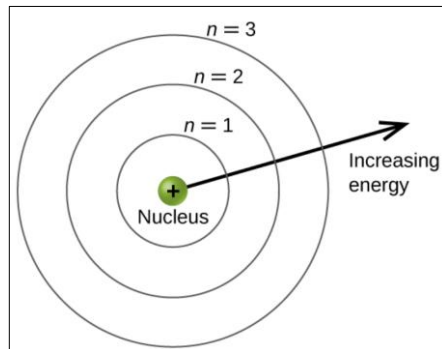
2. กลศาสตร์ควอนตัม

กลศาสตร์ควอนตัม (Quantum mechanics) คือปรากฏการณ์ระดับอิเล็กตรอนสามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ทางกลศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวคิดที่ทำให้เข้าใจพฤติกรรมของอิเล็กตรอนและโครงสร้างผลึกของของแข็ง โดยมีการตั้งสมมติฐานว่าอิเล็กตรอนมีวงโคจรและตำแหน่งที่แน่นอนอยู่รอบนิวเคลียส



ภาพที่ 2.5 แบบโครงสร้างอะตอมของโบร์
ที่มา (sureerat, n.d.)

ในปี 1913 นีล โบร์ (Niels Bohr) นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ได้สร้างแบบจำลองอะตอมเพื่อใช้อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบๆ นิวเคลียส แต่ละวงจะมีระดับพลังงานเฉพาะตัว แต่ต่อมาก็มีการค้นพบว่าแบบจำลองมีข้อจำกัดหลายประการที่ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ของอิเล็กตรอนได้ จึงพัฒนาแบบจำลองใหม่ขึ้นมา เรียกว่า แบบจำลองทางกลศาสตร์คลื่น (wave-mechanical model)



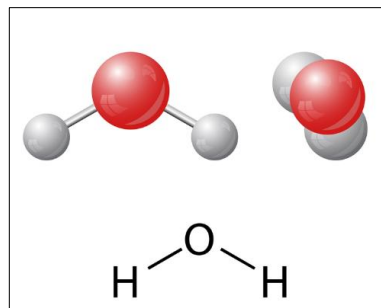
ภาพที่ 2.6 แผนผังระดับพลังงานของแบบจำลองกลศาสตร์ควอนตัม
ที่มา (Flowers et al., 2015)

เมื่ออธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอนโดยใช้แบบจำลองทางกลศาสตร์คลื่น ลักษณะ พฤติกรรมของอิเล็กตรอน จะถูกกำหนดด้วย เลขควอนตัม โดยจะกล่าวถึง ขนาด รูปร่าง และทิศทางการกระจายตัวของความน่า จะพบอิเล็กตรอนเหล่านั้น ระดับชั้นพลังงานในแบบจำลอง สามารถแยกเป็นระดับชั้นพลังงานย่อย และเลขควอนตัมจะบ่งบอกจำนวนชั้นพลังงานที่มีอยู่ในแต่ละชั้นย่อย ระดับพลังงานหลักจะถูกแสดงด้วยเลขควอนตัมหลัก (principal quantum number) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ n

เลขควอนตัม เป็นเลขจำนวนเต็มเริ่มจากหนึ่ง หรือในบางครั้งจะแสดงด้วยตัวอักษร เช่น K, L, M, N, O แทนเลข 1, 2, 3, 4, 5 ตามลำดับ ซึ่งเลขควอนตัมจะบอกถึงระยะห่างของอิเล็กตรอนจากนิวเคลียส หรือตำแหน่งที่อิเล็กตรอนอยู่

3. สถานะและการเปลี่ยนแปลง

โมเลกุล (molecule) เป็นส่วนที่เล็กที่สุดของสสาร ประกอบไปด้วยอะตอมของธาตุชนิดต่างๆ ใน 1 โมเลกุลอาจจะมีหลายธาตุประกอบกันอยู่ เช่น น้ำ (H_2O) ซึ่งเป็นการรวมตัวกันของ ไฮโดรเจน 2 อะตอมกับออกซิเจน 1 อะตอม



ภาพที่ 2.7 โมเลกุลของน้ำ
ที่มา (Sanomaru, 2561)

สามารถแบ่งประเภทของวัสดุได้ตามลักษณะของแรงยึดเหนี่ยวและพลังงานของโมเลกุลได้ดังนี้

1) ของแข็ง (solid) วัสดุที่เป็นของแข็งจะมีการเรียงตัวของโมเลกุลอย่างหนาแน่นทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวสูง ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของโมเลกุลได้เพียงเล็กน้อย จึงทำให้วัสดุที่เป็นของแข็งมีรูปร่างและปริมาตรคงที่

2) ของเหลว (liquid) วัสดุที่เป็นของเหลวจะมีการเรียงตัวของโมเลกุลอย่างหลวมๆ ไม่หนาแน่นเท่าของแข็ง จึงทำให้เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้วัสดุที่เป็นของเหลว สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ตามภาชนะที่อยู่ แต่ปริมาตรคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3) ก๊าซ (gas) เป็นวัสดุที่มีโมเลกุลภายในกระจัดกระจายกันเป็นอย่างมาก มีการเคลื่อนไหวแบบอิสระอย่างรวดเร็วไร้ทิศทาง จึงทำให้แก๊สมีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่

4) พลาสมา (plasma) จัดว่าเป็นสถานะพิเศษ พบมากในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงมากๆ เช่นในดวงอาทิตย์ โดยพบว่าในพลาสมาโมเลกุลจะแยกตัวเป็นไอออนและอิเล็กตรอน มีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดี

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของโมเลกุล

สถานะเดิม	สถานะใหม่	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	การเปลี่ยนแปลง
ของแข็ง	ของเหลว	เพิ่มอุณหภูมิ	หลอมเหลว/ละลาย
ของแข็ง	ก๊าซ	ลดอุณหภูมิ	ระเหิด
ของเหลว	ของแข็ง	ลดอุณหภูมิ	แข็งตัว
ของเหลว	ก๊าซ	เพิ่มอุณหภูมิ	เดือด/ระเหย
ก๊าซ	ของแข็ง	ลดอุณหภูมิ	การควบแน่น
ก๊าซ	ของเหลว	ลดอุณหภูมิ	กลั่นตัว

จุฑาศินี พรพุทศศรี (2567)

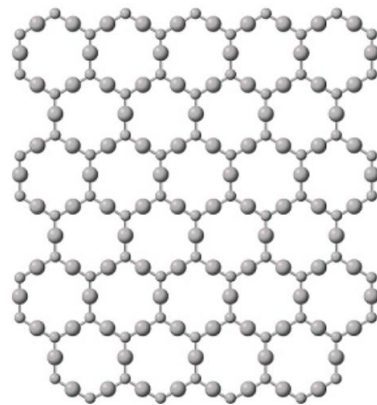
4. โครงสร้างของผลึกของวัสดุ

โครงสร้างและผลึกของวัสดุ เป็นพื้นฐานในการศึกษารายวิชาวัสดุวิศวกรรม โดยสามารถแบ่งเนื้อหาหลักๆได้ 2 ส่วนดังนี้

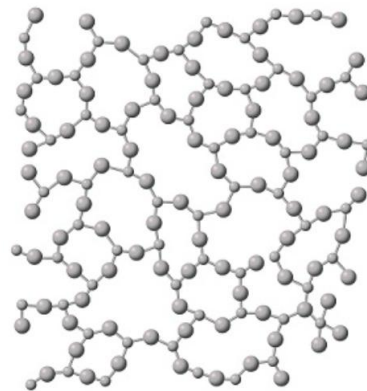
4.1 โครงสร้างอะตอม (atomic structure) จะกล่าวถึงการจัดเรียงตัวของอะตอมหรือโมเลกุลในวัสดุต่างๆ ซึ่งการจัดเรียงตัวนั้นจะส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ อาทิเช่น การนำไฟฟ้า การนำความร้อน การยึดหดตัว เป็นต้น ในโครงสร้างอะตอมจะประกอบไปด้วย นิวเคลียส (Nucleus) อยู่ตรงกลางอะตอม และใน นิวเคลียสจะมี โปรตรอน และนิวตรอน ในขณะที่เดียวกันก็จะมีอิเล็กตรอน วิ่งอยู่รอบๆ นิวเคลียสในระดับชั้นพลังงานต่างๆ

4.1.1 วัสดุผลึก (crystalline materials) คืออะตอมมีการจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ เช่น โลหะ เซรามิก เป็นต้น

4.1.2 วัสดุอสัณฐาน (amorphous materials) คืออะตอมมีการจัดเรียงตัวอย่างกระจายไม่เป็นระเบียบ เช่น แก้ว พอลิเมอร์บางชนิด



(1) จัดเรียงกันอย่างเป็นระเบียบ



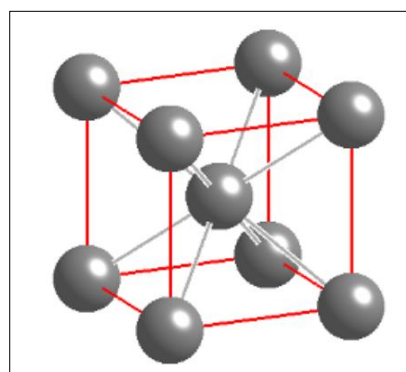
(2) จัดเรียงกันอย่างไม่เป็นระเบียบ

ภาพที่ 2.8 การจัดเรียงตัวของโครงสร้างอะตอม

ที่มา (องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ, 2566)

4.2 โครงสร้างผลึก (crystal structure) ถือว่าเป็นตัวช่วยให้ผู้ทำงานทางด้านวิศวกรรมออกแบบ และเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสมกับการใช้งาน โดยสามารถแบ่งประเภทของโครงสร้างผลึกที่พบได้บ่อย ในงานทางด้านวิศวกรรมดังนี้

4.2.1 โครงสร้างลูกบาศก์แบบศูนย์กลางลูกบาศก์ (body-centered cubic : BCC) จะมีอะตอมอยู่ที่มุมทั้งแปดจุดและจุดศูนย์กลางลูกบาศก์ แสดงดังภาพที่ 2.9

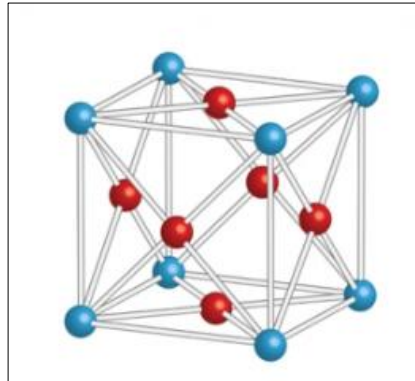


ภาพที่ 2.9 โครงสร้างผลึกแบบ BCC

ที่มา (อุษณีย์, nd)

วัสดุที่มีโครงสร้างผลึกแบบ BCC จะมีเลขประสาน (coordination number) เท่ากับ 8 เช่น โครเมียม วานาเดียม เป็นต้น

4.2.2 โครงสร้างลูกบาศก์แบบศูนย์กลางหน้า (face-centered cubic: FCC) จะมีอะตอมอยู่ที่มุมทั้ง 8 ของลูกบาศก์ และที่กึ่งกลางของแต่ละด้านทั้ง 6 ด้าน แสดงดังภาพที่ 2.10

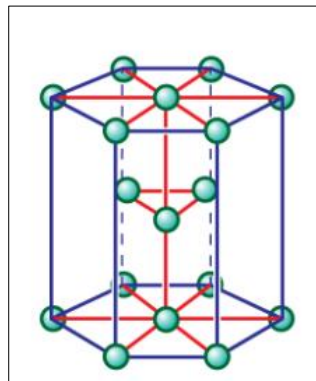


ภาพที่ 2.10 โครงสร้างผลึกแบบ FCC

ที่มา (นุชจริม, nd)

วัสดุที่มีโครงสร้างผลึกแบบ FCC จะมีเลขประสาน เท่ากับ 12 เช่น ทองคำ นิกเกิล อลูมิเนียม เป็นต้น

4.2.3 โครงสร้างหกเหลี่ยมแบบอัดแน่น (hexagonal close-packed : HCP) จะเป็นการจัดเรียงอะตอมในผลึกที่มีความหนาแน่นสูงสุด โดยจะมีเลขประสาน เท่ากับ 12 เช่น ไทเทเนียม สังกะสี แมกนีเซียม เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 2.11



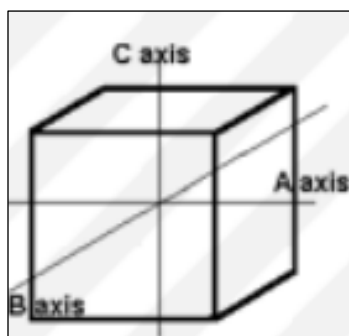
ภาพที่ 2.11 โครงสร้างผลึกแบบ HCP

ที่มา (นวะวัฒน์, nd)

5. ระบบผลึกของวัสดุ (Crystal systems)

ระบบผลึกของวัสดุเป็นการแบ่งโครงสร้างผลึก โดยพิจารณาจากความยาวของแกนและมุมในหน่วยเซลล์ สามารถสะท้อนรูปแบบการจัดเรียงอะตอมรูปแบบสามมิติได้อย่างชัดเจน มีอยู่ด้วยกัน 7 ประเภท ดังนี้

5.1 ระบบทรงลูกบาศก์ (Cubic) มีแกนสมมาตรกัน 6 แกน หรือ 3 แกน วางตั้งฉากอยู่บนอีก 3 แกน ที่มีความยาวเท่ากัน ทำมุมกัน 120 องศา แสดงดังตารางที่ 2.2 และภาพที่ 2.12



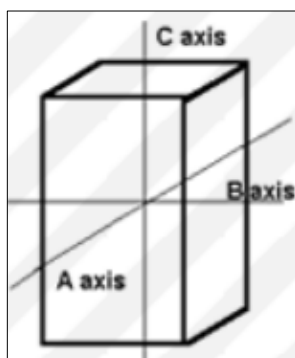
ภาพที่ 2.12 ระบบผลึกแบบทรงลูกบาศก์

ที่มา : ศูนย์ศิลปและการช่างไทย สำนักช่างสิบหมู่ กรมศิลปากร

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระบบทรงลูกบาศก์

แกน	มุม	ลักษณะ	ตัวอย่าง
$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	เซลล์หน่วยเป็นรูปทรง ลูกบาศก์	- เกลือ (NaCl) - ทองแดง (Cu) - เพชร (Diamond)

5.2 ระบบเทตราโกนัล (Tetragonal) มีแกนสมมาตร 4 แกน 1 แกน เป็นแกนเอกวางตั้งฉากอยู่บนสองแกน ที่มีความยาวแกนเท่ากัน และทำมุม 90 องศาในแนวระนาบ รวมเป็นแกนพื้นฐานสามแกน แสดงดังตารางที่ 2.4 และภาพที่ 2.13



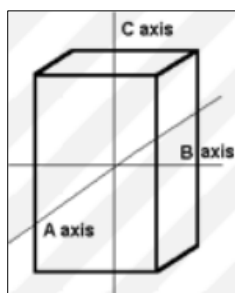
ภาพที่ 2.13 ระบบผลึกแบบเทตราโกนัล

ที่มา : ศูนย์ศิลปและการช่างไทย สำนักช่างสิบหมู่ กรมศิลปากร

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระบบเททราโกนัล

แกน	มุม	ลักษณะ	ตัวอย่าง
$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	คล้ายลูกบาศก์แต่ยืดออกในแนวแกนหนึ่ง	- ดีบุกขาว (White tin)

5.3 ระบบออร์โธโรมบิก (Orthorhombic) ระบบนี้จะเป็นระบบที่ผลึกมีแกนสมมาตร 2 แนว 1 แกน หรือระบบสมมาตร 2 แนว 1 ระนาบ แกนพื้นฐานทั้งสามแกนมีความยาวแกนไม่เท่ากัน แต่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน แสดงดังตารางที่ 2.5 และภาพที่ 2.14



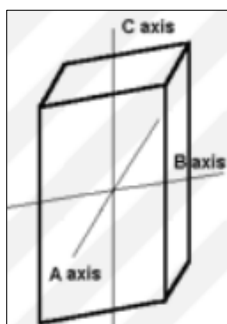
ภาพที่ 2.14 ระบบผลึกแบบออร์โธโรมบิก

ที่มา : ศูนย์ศิลปะและการช่างไทย สำนักช่างสิบหมู่ กรมศิลปากร

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระบบออร์โธโรมบิก

แกน	มุม	ลักษณะ	ตัวอย่าง
$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าทุกด้าน	- กำมะถัน (Sulfur)

5.4 ระบบโมนอคลินิก (Monoclinic) เป็นระบบที่ผลึกมีแกนสมมาตร 2 แนว 1 แกน หรือระบบสมมาตร 2 แนว 1 ระนาบ อย่างใดอย่างหนึ่ง แกนพื้นฐานทั้งสามแกนมีความยาวแกนไม่เท่ากัน แกนที่ทำมุมเอียงซึ่งกันและกัน และแกนที่สามจะตั้งฉากกับทั้งสองมุมที่ทำมุมเอียงกันอยู่ แสดงดังตารางที่ 2.6 และภาพที่ 2.15



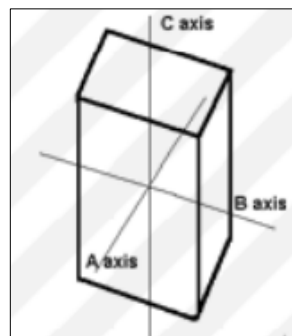
ภาพที่ 2.15 ระบบผลึกแบบโมนอคลินิก

ที่มา : ศูนย์ศิลปะและการช่างไทย สำนักช่างสิบหมู่ กรมศิลปากร

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระบบโมโนคลินิก

แกน	มุม	ลักษณะ	ตัวอย่าง
$a \neq b \neq c$	$\alpha=\gamma=90^\circ$, $\beta \neq 90^\circ$	คล้ายกล่องเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง	- ยิปซัม (Gypsum) - คลิโนแอกไทโนไลต์ (Clinopyroxene)

5.5 ระบบไตรคลินิก (Triclinic) เป็นระบบที่มีความสมมาตรกันน้อยที่สุด มีมุมระหว่างแกน ไม่เท่ากับ มุม 90 องศา มีความยาวแกนไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 2.7 และภาพที่ 2.16



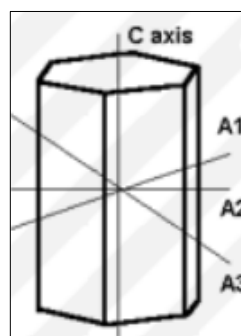
ภาพที่ 2.16 ระบบผลึกแบบไตรคลินิก

ที่มา : ศูนย์ศิลปะและการช่างไทย สำนักช่างสิบหมู่ กรมศิลปากร

ตารางที่ 2.7 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระบบไตรคลินิก

แกน	มุม	ลักษณะ	ตัวอย่าง
$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	ไม่มีมุมใดเป็น 90°	- พลาจิโอเคลส (Plagioclase) - คูไนต์ (Kyanite)

5.6 ระบบเฮกซาโกนัล (Hexagonal) มีแกนสมมาตร 6 แนวหรือ 3 แนวอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นแกนเอก วางตั้งฉากอยู่บนอีก 3 แกน ที่มีความยาวแกนเท่ากัน และทำมุมกัน 120 องศา ในแนวระนาบเป็นแกนพื้นฐาน 4 แกน แสดงดังตารางที่ 2.8 และภาพที่ 2.17



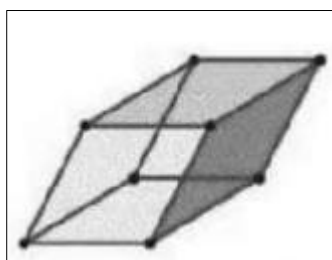
ภาพที่ 2.17 ระบบผลึกแบบเฮกซาโกนัล

ที่มา : ศูนย์ศิลปะและการช่างไทย สำนักช่างสิบหมู่ กรมศิลปากร

ตารางที่ 2.8 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระบบเฮกซาโกนัล

แกน	มุม	ลักษณะ	ตัวอย่าง
$a = b \neq c$	$\alpha=\beta=90^\circ,$ $\gamma=120^\circ$	ฐานเป็นรูปหกเหลี่ยม	- กราไฟต์ (Graphite) - แบร์ิล (Beryl)

5.7 ระบบไตรโกนัล (Trigonal) ประกอบด้วยแกนสามแกนที่มีความยาวต่างกันมาบรรจบกัน แสดงดังตารางที่ 2.9 และภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 ระบบผลึกแบบไตรโกนัล

ที่มา :

ตารางที่ 2.9 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระบบไตรโกนัล

แกน	มุม	ลักษณะ	ตัวอย่าง
$a = b = c$	$\alpha=\beta=\gamma \neq 90^\circ$	คล้ายลูกบาศก์แต่บิดมุม	- ควอตซ์ (Quartz) - แคลไซต์ (Calcite)

6. การใช้ประโยชน์ของความสัมพันธ์ของโครงสร้างอะตอม

ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างอะตอมกับสมบัติของวัสดุมีบทบาทสำคัญมากในงานด้านวิศวกรรม เพราะโครงสร้างผลึกและการจัดเรียงตัวของอะตอมส่งผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกล ไฟฟ้า ความร้อน และแมกเนติกของวัสดุ วิศวกรสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง เช่น

6.1 การเลือกวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งาน

วัสดุที่มีโครงสร้างผลึกแบบต่าง ๆ จะให้คุณสมบัติที่ต่างกัน เช่น โครงสร้างผลึกแบบ FCC หรือ BCC จะมีความเหนียวหรือแข็งแรงต่างกัน ยกตัวอย่าง เช่น เหล็กเฟอร์ไรต์ (BCC) แข็งแต่ไม่เหนียวเท่าเหล็กออสเทนไนต์ (FCC) และโครงสร้างผลึกแบบ HCP เช่น ไทเทเนียม มีความแข็งแรงสูงแต่เปราะ ผู้เรียนต้องเลือกใช้โครงสร้างผลึกที่เหมาะสมกับงาน

6.2 การควบคุมสมบัติทางกลของวัสดุ

การศึกษาโครงสร้างอะตอมจะสามารถควบคุม ความแข็งแรง (Strength) ทำได้โดย การทำให้เกิดการเสียรูปของเกรน (Grain deformation) และการเพิ่มความแข็งแรงทำได้โดยการ ควบคุมขนาดเกรน (Grain refinement) เป็นต้น

6.3 การออกแบบวัสดุใหม่

การออกแบบและพัฒนาวัสดุชนิดใหม่ๆสามารถใช้ความรู้เรื่องโครงสร้างผลึกในการ ออกแบบและพัฒนาได้ เช่น โลหะผสม (Alloys) เป็นการผสมธาตุต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนโครงสร้าง จุลภาคและเพิ่มสมบัติที่ต้องการ, วัสดุนาโน (Nanomaterials) มีโครงสร้างผลึกเฉพาะเพื่อ ความแข็งแรงและการนำไฟฟ้า หรือ วัสดุอัจฉริยะ (Smart materials) เช่น Shape Memory Alloys (SMA) ที่โครงสร้างผลึกเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ

6.4 การวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิต

ในกระบวนการผลิตสามารถ วิเคราะห์ การตกผลึก (Crystallization) และการควบคุม ระหว่างหล่อเย็น รวมทั้งการอบชุบ (Heat Treatment) เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างจุลภาคให้เหมาะ กับการใช้งาน เช่น การเปลี่ยนโครงสร้างเฟอร์ไรต์เป็นมาร์เทนไซต์ในเหล็กกล้า, การขึ้นรูปวัสดุ (Forming) เช่น การรีด ดึง หรืออัด ที่ต้องคำนึงถึง slip plane ของผลึก

6.5 การใช้งานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

โครงสร้างผลึกมีผลต่อ พฤติกรรมตัวนำไฟฟ้า (Conductivity) เช่น โครงสร้างของ ทองแดงทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้ดี

7. บทสรุป

โครงสร้างอะตอมคือพื้นฐานสำคัญของวิศวกรรมวัสดุ ซึ่งช่วยให้วิศวกรสามารถออกแบบ ควบคุม และเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยอาศัยการจัดเรียงอะตอม เช่น BCC, FCC, HCP และยังสามารถควบคุมคุณสมบัติของวัสดุผ่านการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ใน กระบวนการผลิต เช่น การอบชุบ, การขึ้นรูปเย็น/ร้อน, การทำโลหะผสม สามารถออกแบบและพัฒนา วัสดุชนิดใหม่เพื่อให้ทันสมัยกับยุคปัจจุบัน เช่น วัสดุนาโน, วัสดุอัจฉริยะ, วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น