



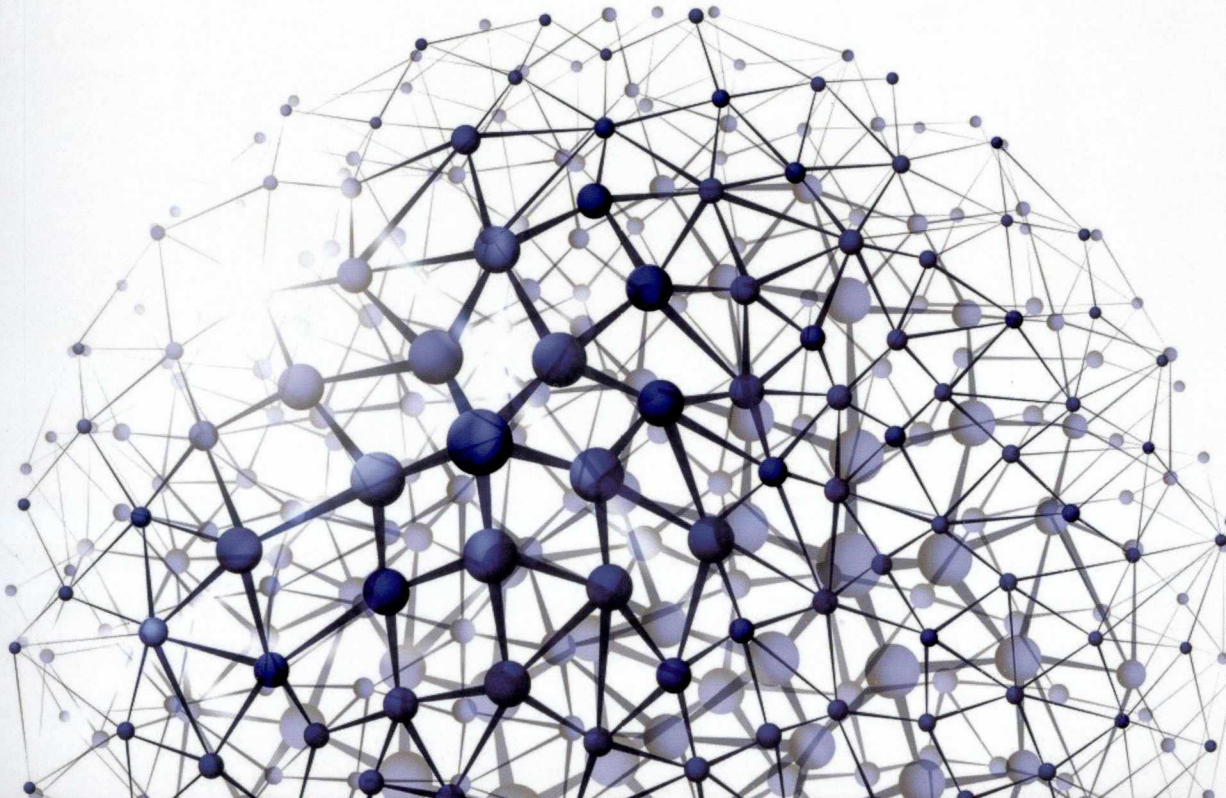
นาโนฟิสิกส์

NANOPHYSICS

UPDATED EDITION

ศาสตร์มหัศจรรย์ที่นำไปสู่วัสดุกรรม
ทางเคมี ชีววิทยา และการแพทย์

เขียน ดร.ธีระพงษ์ พวงมะลิ



CHAPTER 1	NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY วิทยาศาสตร์นาโนและนาโนเทคโนโลยี	13
	1.1 วิทยาศาสตร์นาโนและนาโนเทคโนโลยี	15
	1.1.1 วิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์นาโนและนาโนเทคโนโลยี	15
	1.1.2 ธรรมชาติและวิทยาศาสตร์นาโน	24
	1.2 นาโนฟิสิกส์	27
CHAPTER 2	SIZE-DEPENDENT PHENOMENA ปรากฏการณ์ที่ขึ้นกับขนาด	31
	2.1 ขนาดและพื้นที่ผิว	33
	2.1.1 ขนาดและสมบัติของวัสดุ	33
	2.1.2 สัดส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตร	36
	2.2 สมบัติเฉพาะของวัสดุนาโน	38
	2.3 อะตอม อนุภาคนาโน และบัลค์	41
CHAPTER 3	FUNDAMENTALS OF NANOPHYSICS ความรู้พื้นฐานสำหรับนาโนฟิสิกส์	53
	3.1 กลศาสตร์ควอนตัมพื้นฐาน	55
	3.1.1 จุดเริ่มต้นของทฤษฎีควอนตัม	55
	3.1.2 กลศาสตร์คลื่น	59
	3.1.3 สมการชโรดิงเจอร์	60
	3.2 ฟิสิกส์สถานะของแข็ง	61
	3.2.1 จุดกำเนิดของการเกิดแถบพลังงานในของแข็ง	61
	3.2.2 ศักย์ไฟฟ้ารูปแบบคาบใน 1 มิติ	62
	3.2.3 ทฤษฎีบทของบลอช	63
	3.2.4 แบบจำลองของโครนิค-เพนนี่ใน 1 มิติ	66
	3.2.5 ทฤษฎีแถบพลังงาน	70
	3.2.6 ผลของสนามไฟฟ้าต่อแถบพลังงาน	74
	3.2.7 อิเล็กตรอนในโครงสร้างระดับนาโน	75
	3.3 ฟิสิกส์พื้นฐานของสารกึ่งตัวนำ	83
	3.3.1 สารกึ่งตัวนำ	83
	3.3.2 การเจือสาร	84
	3.3.3 แถบพลังงานแบบตรงและแบบไม่ตรง	86
	3.3.4 รอยต่อพี-เอ็น	88
	3.4 สถิติเชิงควอนตัม	89
	3.4.1 การกระจายตัวแบบโบลซ์มาน	90
	3.4.2 การกระจายตัวแบบเฟอร์มี-ดิแรค	90
	3.4.3 การกระจายตัวแบบโบส-ไอน์สไตน์	92

CHAPTER 4	NANOSTRUCTURED MATERIALS วัสดุโครงสร้างระดับนาโน	99
	4.1 อิเล็กตรอนอิสระ	101
	4.2 ควอนตัมเวลล์	103
	4.2.1 โครงสร้างควอนตัมเวลล์	103
	4.2.2 โครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ของควอนตัมเวลล์	108
	4.2.3 ความหนาแน่นสถานะของควอนตัมเวลล์	114
	4.2.4 การเลื่อนชั้นพลังงานของอิเล็กตรอนในควอนตัมเวลล์	120
	4.2.5 ซูเปอร์แลตทิซ	127
	4.3 ควอนตัมไวร์	128
	4.3.1 โครงสร้างควอนตัมไวร์	128
	4.3.2 โครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ของควอนตัมไวร์	131
	4.3.3 ความหนาแน่นสถานะของควอนตัมไวร์	132
	4.4 ควอนตัมดอท	135
	4.4.1 โครงสร้างควอนตัมดอท	137
	4.4.2 โครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ของควอนตัมดอท	140
	4.4.3 ความหนาแน่นสถานะของควอนตัมดอท	144
CHAPTER 5	QUANTUM TUNNELING AND APPLICATIONS ควอนตัมทันเนลลิงและการประยุกต์	148
	5.1 การทันเนลลิงผ่านกำแพงศักย์	151
	5.2 กำแพงศักย์บริเวณรอยต่อวัสดุ	157
	5.2.1 รอยต่อโลหะ-ฉนวน	157
	5.2.2 รอยต่อโลหะ-สารกึ่งตัวนำ	158
	5.3 การประยุกต์	161
	5.3.1 เรโซแนนซ์ทันเนลลิงไดโอด	161
	5.3.2 สแกนนิ่งทันเนลลิงไมโครสโคป	163
CHAPTER 6	APPLICATIONS OF NANOSTRUCTURED MATERIALS การประยุกต์วัสดุโครงสร้างระดับนาโน	171
	6.1 เซลล์แสงอาทิตย์	173
	6.1.1 หลักการทำงานพื้นฐานของเซลล์แสงอาทิตย์	173
	6.1.2 ควอนตัมดอทโซลาร์เซลล์	179
	6.1.3 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดแถบพลังงานแบบคั่นกลาง	181
	6.1.4 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง	185
	6.2 เลเซอร์	191
	6.2.1 หลักการทำงานพื้นฐานของเลเซอร์	191
	6.2.2 ควอนตัมคาสเคดเลเซอร์	193
	6.3 การสร้างภาพทางชีววิทยาด้วยควอนตัมดอท	195
	6.4 เซนเซอร์ทางเคมี	199

	6.4.1	โครงสร้างควอนตัมดอกแบบคอร์/เชลล์	199
	6.4.2	การถ่ายโอนพลังงานสั้นพ้องด้วยแสงฟลูออเรสเซนซ์	201
	6.4.3	หัวตรวจพีเอช	204
	6.4.4	ไอออนเซนเซอร์	206
CHAPTER 7		NANOMAGNETISM	213
		นาโนแม่เหล็ก	
	7.1	จุดกำเนิดของสมบัติทางแม่เหล็ก	215
	7.1.1	โมเมนต์แม่เหล็กแบบวงโคจร	215
	7.1.2	โมเมนต์แม่เหล็กแบบสปิน	217
	7.1.3	โมเมนต์แม่เหล็กของอะตอม	217
	7.1.4	โดเมนแม่เหล็กและวงรอบฮีสเทอรีซิส	221
	7.2	สารแม่เหล็กโครงสร้างระดับนาโน	224
	7.3	ฟิล์มบางสารแม่เหล็ก	225
	7.3.1	แมกนีโตริซิสแทนซ์	226
	7.3.2	แมกนีติกกันเนลจังก์ชัน	230
	7.4	อนุภาคนาโนแม่เหล็ก	235
	7.4.1	ขนาด	235
	7.4.2	รูปทรงและส่วนประกอบระดับอะตอม	239
	7.5	การประยุกต์ในเชิงสปินทรอนิกส์	241
CHAPTER 8		APPLICATIONS OF MAGNETIC NANOPARTICLES IN MEDICINE	246
		การประยุกต์อนุภาคนาโนแม่เหล็กในทางการแพทย์	
	8.1	อนุภาคนาโนแม่เหล็ก	249
	8.1.1	ขนาดและสมบัติของอนุภาคนาโนแม่เหล็ก	250
	8.1.2	แรงที่กระทำกับอนุภาคนาโนแม่เหล็ก	254
	8.2	การนำส่งยาด้วยอนุภาคนาโนแม่เหล็ก	256
	8.2.1	ระบบนำส่งยา	256
	8.2.2	โครงสร้างอนุภาคนำส่งยา	258
	8.2.3	ครึ่งชีวิตของอนุภาคนาโนแม่เหล็ก	259
	8.2.4	กลไกการนำส่งยาเข้าสู่เซลล์เป้าหมาย	260
APPENDIX		PHYSICAL PROPERTIES OF MATERIALS	265
		สมบัติทางกายภาพของวัสดุ	