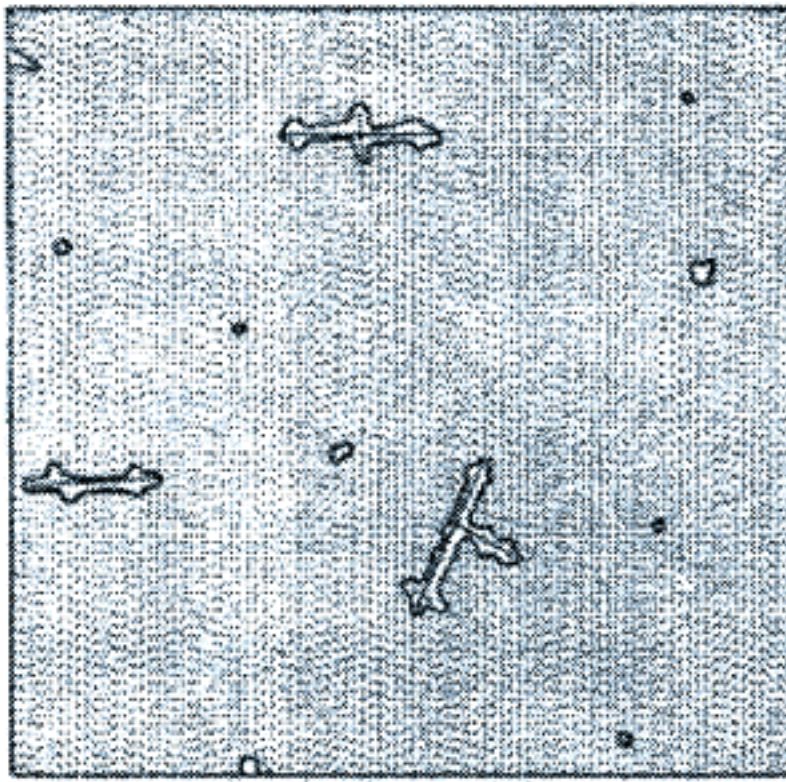


	แผนการสอน	รหัสรายวิชา 01-440-308	
	กราฟการเย็นตัวและการเจริญเติบโตของโลหะบริสุทธิ์ และโลหะผสม	บทเรียนที่	31
		เวลา	50 นาที

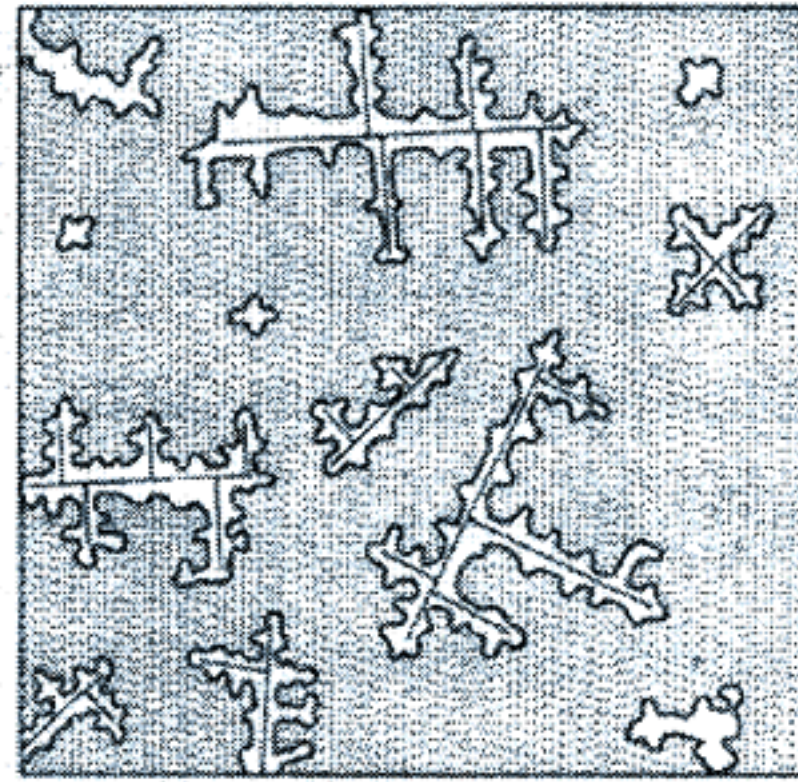
- จุดประสงค์** 311 อธิบายกราฟการเย็นตัวของโลหะและโลหะผสม
 312 อธิบายจุดกำเนิดของเกรนระดับนิวเคลียส
 313 อธิบายการแผ่กิ่งก้านสาขาและการต่อเกรน

การเกิดผลึก (Crystallization หรือ Solidification)

เมื่อโลหะบริสุทธิ์อยู่ในสถานะของเหลว แล้วปล่อยให้เย็นตัวกลายเป็นของแข็ง ช่วงเส้นกราฟจากของเหลวเป็นของแข็งนี้ เรียกว่า ช่วงการเกิดผลึก โดยมีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดการแข็งตัวเกิดขึ้นที่ระดับอุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง ดังรูป เหตุผลที่บริเวณนี้มีอุณหภูมิคงที่ เราสามารถอธิบายได้ในระดับอะตอมดังนี้ อะตอมในโลหะไม่ว่าจะมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวหรือแก๊สจะมีพลังงานจลน์และพลังงานศักย์รวมกันอยู่ พลังงานจลน์จะเกี่ยวข้องกับความเร็วของอะตอม ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ยิ่งอุณหภูมิสูงพลังงานจลน์ก็ยิ่งมีมาก ส่วนพลังงานศักย์ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างอะตอม ยิ่งระยะห่างระหว่างอะตอมมาก พลังงานศักย์ก็จะยิ่งมาก



(a)



(b)



(c)



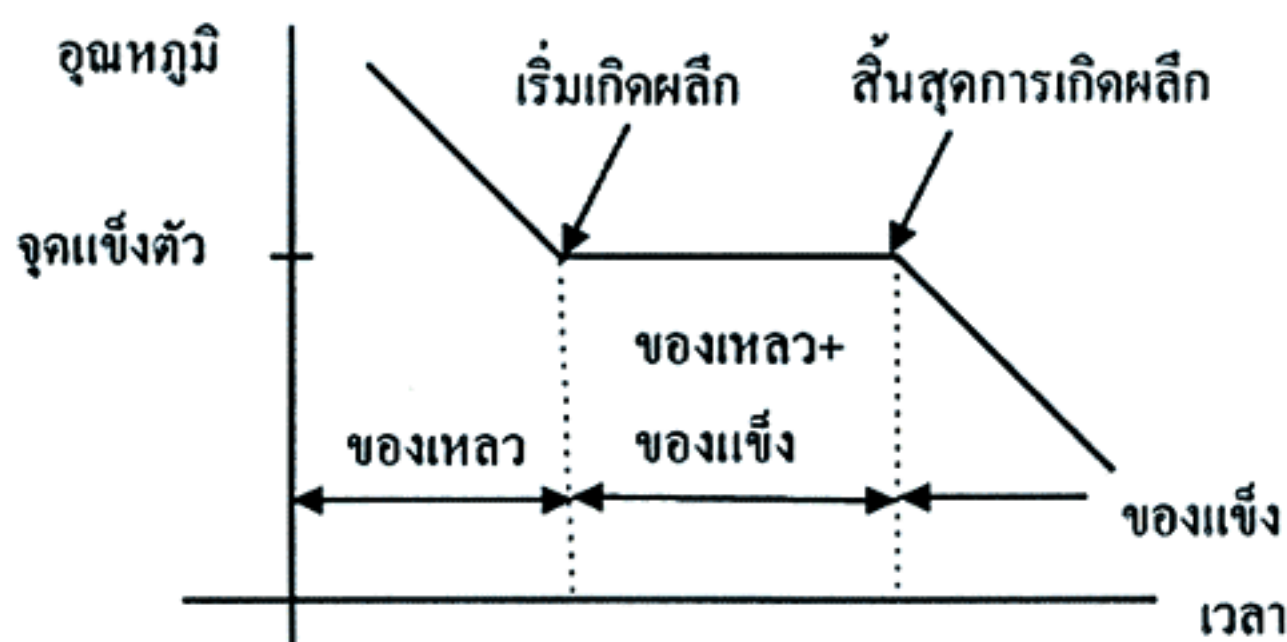
(d)

ภาพ การเติบโตของผลึก

การเติบโตของผลึกในน้ำโลหะจะมีลักษณะ ดังนี้

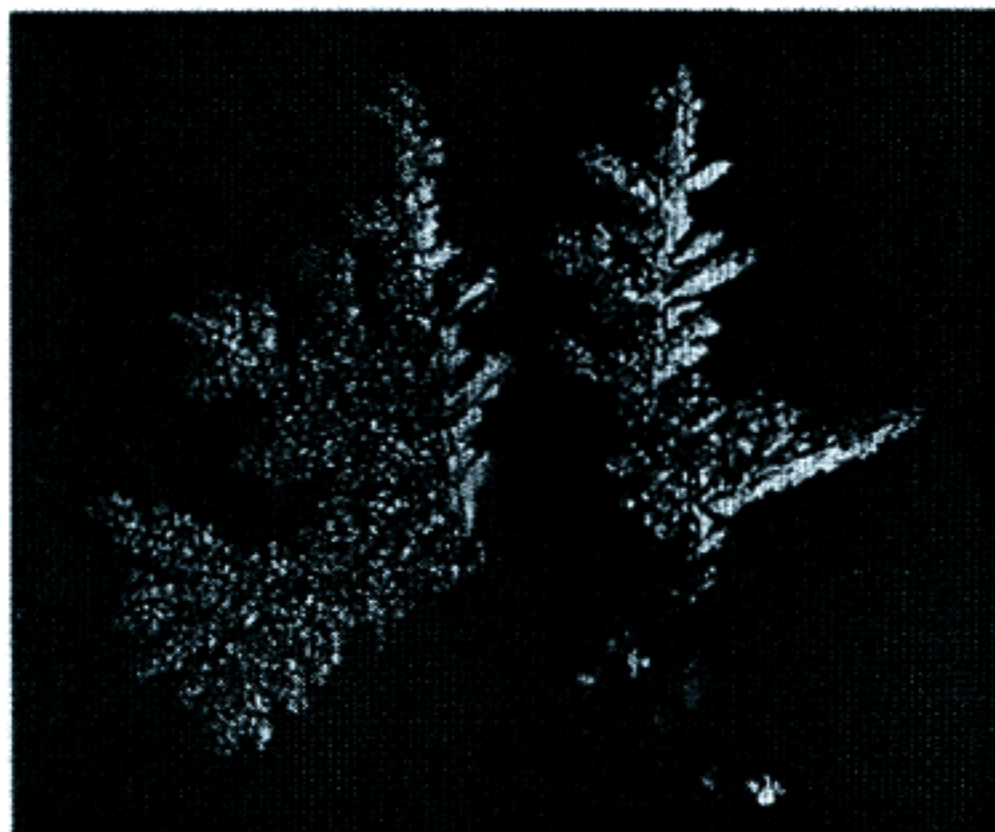
แรกสุดจะเกิดนิวเคลียสขึ้นในน้ำโลหะ ทฤษฎีอธิบายการเกิดนิวเคลียสมีหลายทฤษฎี อนุภาคของโลหะมีคุณสมบัติเป็นโคโพล เมื่อเย็นตัวลงพลังงานจลน์ของอนุภาคจะลดลงด้วย เมื่ออนุภาคเข้าใกล้กันจะดึงดูดซึ่งกันและกัน เกาะตัวเป็นนิวเคลียส เริ่มยึดเหนี่ยวกันจนเป็นโครงผลึกที่เรียกว่า dendrite หรือ crystal skeleton

เมื่อแกนโคโรทเหล่านี้จะเติบโตต่อไปจนชนซึ่งกันและกัน ด้านที่ผลึกชนกันจะหยุดเติบโต ส่วนด้านที่เป็นของเหลวยังคงเจริญเติบโตจนกระทั่งไปชนกับผลึกอื่น นั่นคือหน่วยเซลล์ภายในผลึกบริเวณหนึ่ง ๆ จะเรียงตัวในทิศทางเดียวกันอย่างสม่ำเสมอ แต่ละบริเวณเหล่านี้เรียกว่า grain หรือ crystalite อะตอมของโลหะในแต่ละเกรนจะยึดเหนี่ยวกันหนาแน่นมาก ขอบสัมผัสของแต่ละเกรนจึงมีลักษณะคดเคี้ยว เส้นแบ่งเขตแดนระหว่างแต่ละเกรนเรียกว่า grain boundary

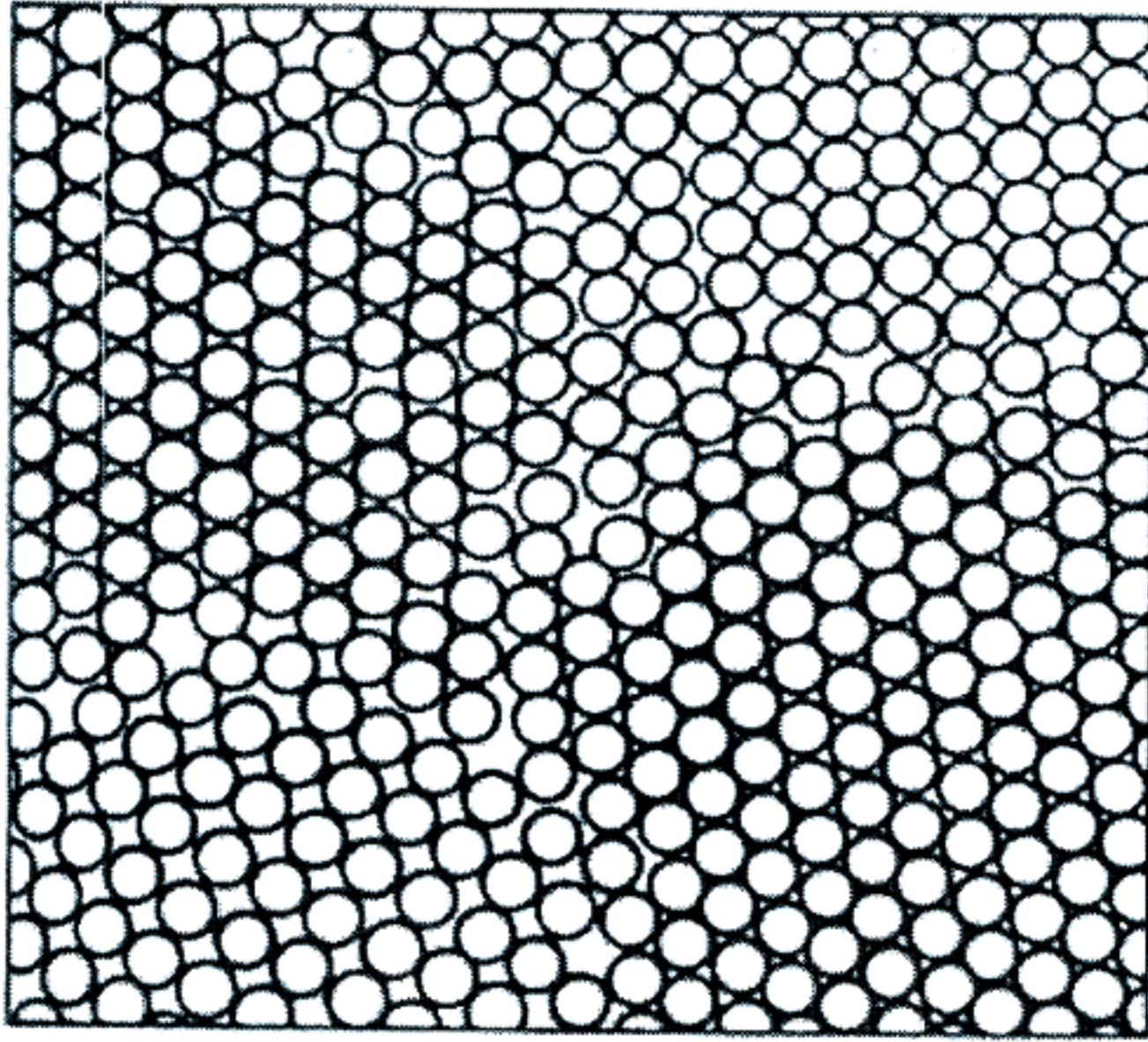


ภาพ กราฟการเย็นตัวของโลหะบริสุทธิ์

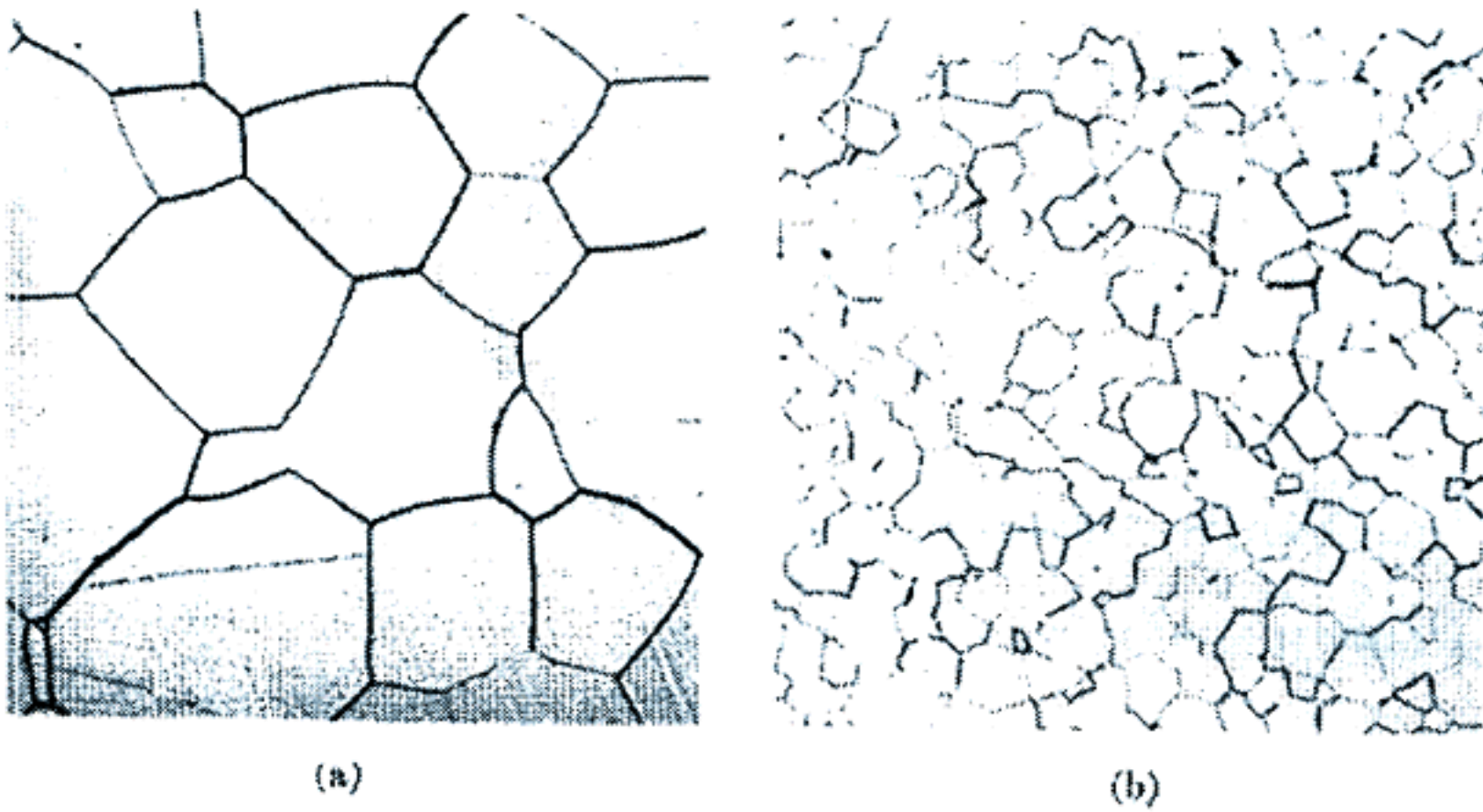
สำหรับกราฟการเย็นตัวของโลหะบริสุทธิ์ บริเวณที่เริ่มเกิดผลึกและสิ้นสุดการเกิดผลึกจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงของพลังงานจลน์ มีแต่การเปลี่ยนแปลงของพลังงานศักย์ อะตอมจะเริ่มจัดตัวเข้าใกล้กัน ลดพลังงานศักย์ระหว่างอะตอมลง ดังนั้น กระบวนการการแข็งตัวมันจะปลดปล่อยพลังงานออกมาส่วนหนึ่ง ซึ่งเรียกกันว่า ความร้อนแฝงของการแข็งตัว เมื่อของเหลวแข็งตัวจนหมดแล้ว ระยะห่างระหว่างอะตอมคงที่ พลังงานศักย์ก็จะคงที่ด้วย ต่อจากนั้นพลังงานจลน์ก็จะเริ่มลดลง ดังนั้น ในกราฟจะเห็นว่าอุณหภูมิของโลหะลดลง



ภาพ dendrite ในน้ำโลหะของแมกนีเซียม



ภาพ แสดงขอบรอยต่อของเกรน จะเห็นว่าอะตอมจัดเรียงตัวไม่ค่อยเป็นระเบียบ



ภาพ แสดงขอบรอยต่อของเกรนของ

(a) โมลิบดีนัม x250 (b) Mgo x250

วิธีสอนและกิจกรรม	บรรยายและซักถาม	
สื่อการสอน	หนังสืออ้างอิง	5,8,21
	เอกสารประกอบ	เอกสาร โรเนียว
	วัสดุโสตทัศน	อุปกรณ์การเกิดผลึก
งานที่มอบหมาย	ทดลองสร้างผลึกในห้องปฏิบัติการ	
การวัดผล	ตรวจสอบและให้คะแนน	

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ)ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คดีปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

