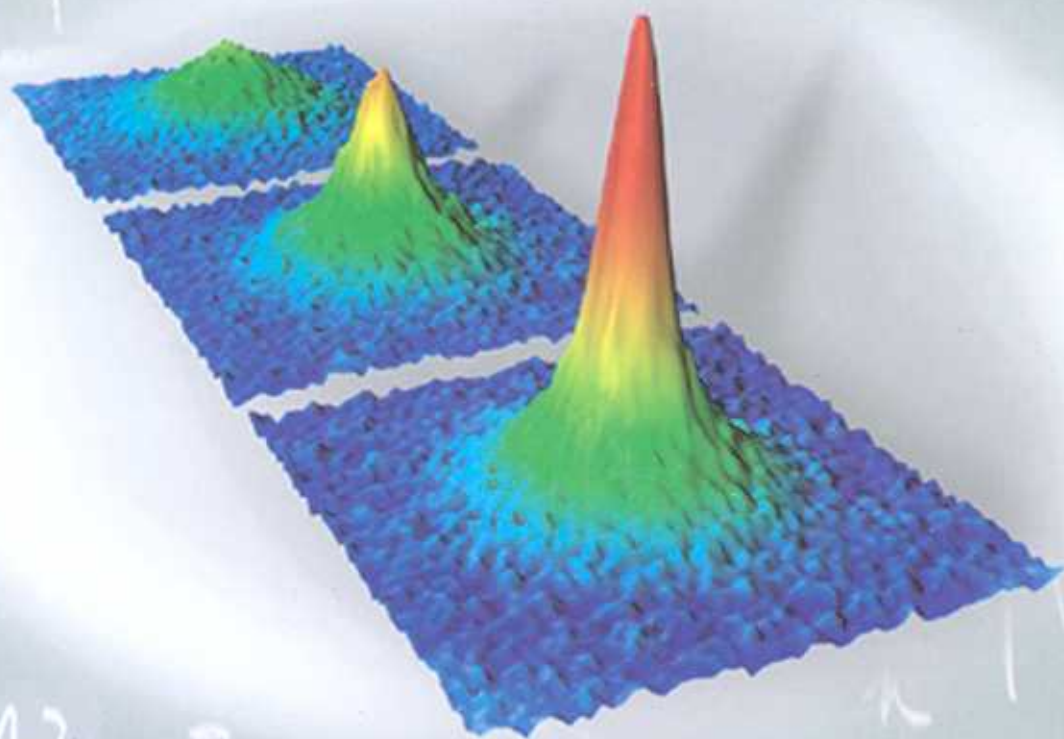


Thai Journal of Physics

วารสาร

ฟิสิกส์ไทย

วารสารสำหรับผู้ที่รักและสนใจในแวดวงฟิสิกส์ ISSN 0857-1449



Fermionic condensate

ทำไม นักเรียนไม่ยากเรียนฟิสิกส์?

ดูเย็นแม่เหล็ก

แมงป่องหาเหยื่อได้อย่างไร?



ปีที่ 21 ฉบับที่ 1
มิถุนายน - สิงหาคม 2547



สาส์นจากนายกสมาคมฟิสิกส์ไทย

สวัสดีครับเพื่อนสมาชิกและผู้รักและสนใจฟิสิกส์ทุกท่าน

"วารสารฟิสิกส์ไทย" ที่อยู่ในมือท่านนี้ เป็นฉบับแรกของปี 2547 และเป็นฉบับแรกที่ทำโดยคณะกรรมการสมาคมฟิสิกส์ไทยชุดใหม่ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สมศรี สิงขรัตน์ เป็นบรรณาธิการ ท่านคงได้สัมผัสภาพลักษณ์และเนื้อหาใหม่ซึ่งเป็นไปตามนโยบายของพวกเรา "ฟิสิกส์สำหรับทุกคน" วารสารฟิสิกส์ไทย จะออกเป็นราย 3 เดือน ติดตามได้ต่อไปนะครับ

นอกจากนี้ เรายังมีความตั้งใจจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างพวกเราชาวฟิสิกส์ให้กระชับแน่นยิ่งขึ้น ด้วยการส่ง "จดหมายข่าวฟิสิกส์" ของสมาคมฯถึงประตูบ้านท่านทุกๆเดือน สำหรับจดหมายข่าวนี้ได้รับการสนับสนุนสนับสนุนในการจัดทำจากศูนย์ปฏิบัติการเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ ผู้รับหน้าที่บรรณาธิการคือ ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิ์กุล ก็หวังว่าจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้พวกเราที่กระจัดกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆของประเทศ ได้รับรู้การดำเนินงานและข่าวสารของสมาคมฯได้ทันเหตุการณ์ยิ่งขึ้น

การพบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านวิชาการในแวดวงนักฟิสิกส์เป็นสิ่งที่จำเป็นมากสำหรับการพัฒนา ดังนั้นสมาคมฯจึงตั้งใจจะจัดประชุมประจำปีของสมาคมฯทุกปี และโดยได้เล็งเห็นว่าฟิสิกส์นั้นเป็นสากล ไม่มีพรมแดนของความรู้ เราจะพยายามจัดการประชุมประจำปีให้ตรงกับการประชุมระดับนานาชาติ เพื่อให้ชาวฟิสิกส์ไทยได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนและสร้างมิตรกับนักฟิสิกส์จากส่วนอื่นของโลก ปีนี้เรากำหนดจัดการประชุมประจำปีที่เชียงใหม่โดยจัดร่วมกับ 2nd International Workshop on Particle Beams & Plasma Interaction on Materials และ 2nd Asia Symposium on Ion & Plasma Surface Finishing ในเดือนพฤศจิกายน ช่วงงานล่องกระทงยี่เป็งพอดี ผมขอเชิญพวกเรามาสันทนาการฟิสิกส์ล่องกระทงและสัมผัสกับวัฒนธรรมล้านนาร่วมกัน

ผมมีข่าวจะแจ้งว่า เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ.2547 เราได้มีการประชุมกรรมการสมาคมฟิสิกส์ไทยชุดใหม่เป็นครั้งแรก ที่ห้องประชุมภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นับเป็นเวลา 20 ปีพอดี หลังจากที่ได้มีการก่อตั้งสมาคมฯ เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ.2527 และนับได้ 72 ปีพอดีเช่นกัน หลังจากมีการค้นพบอนุภาคนิวตรอนโดย เซอร์เจมส์ แชดวิก นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ เดือนมีนาคมปีนี้ จึงเป็นเดือนที่ค่อนข้างมีความหมายสำหรับผู้ที่อยู่ในแวดวงฟิสิกส์ไทย กรรมการของสมาคมฯทุกคนมีจิตตมุงมั่นที่จะร่วมมือร่วมใจกันผลักดันให้สมาคมฯได้จัดกิจกรรมเชิงวิชาการที่ต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เพื่อให้สมาคมฯเป็นกระบอกเสียงและตัวแทนของพวกเราทุกคน

ผมและกรรมการสมาคมฯ ตั้งใจจะผลักดันไปเยี่ยมท่านถึงที่ทำงานที่อยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ เพื่อจะได้ช่วยกันพัฒนาการเรียนการสอนและการวิจัยฟิสิกส์ไทย ให้สามารถนำมาพัฒนาประเทศไทยที่รักยิ่งของพวกเราได้อย่างเป็นรูปธรรม

ด้วยความปรารถนาดียิ่ง



(ศาสตราจารย์ ดร. ถิรพัฒน์ วิลัยทอง)
นายกสมาคมฟิสิกส์ไทย

สารบัญ

- 2 : สารสนจากนายกสมาคมฯ
 - 3 : สวัสดิ์
 - 4 : สรุปข่าว
 - 7 : ประสพการณ์ฟิสิกส์ : ฤดูร้อนปี 2003 ที่ DESY
 - 10 : เรื่องเด่นประจำฉบับ : *Fermionic condensate*
 - 12 : ขอนแนะนำ : กลุ่มฟิสิกส์ทฤษฎีทำโพธิ์
 - 14 : ขอแถมด้วยคน : ทำไมนักเรียนไม่อยากเรียนฟิสิกส์ ?
 - 16 : เรียนเล่นฟิสิกส์ : วัตรเคมีโลก (1)
 - 18 : ทางตำราฟิสิกส์ : พลังงานในกลศาสตร์นิวตัน
 - 21 : ฟิสิกส์ของวัสดุ : ตู๋เย็นแม่เหล็ก
 - 23 : นาโนสาระ : นาโนอนาคต
 - 24 : โลกชีวฟิสิกส์ : แมงป่องจับเหยื่อได้อย่างไร ?
 - 26 : ดิน ฟ้า เวลา ดาว : ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ (1)
- รูปปก :

ภาพแสดงผลการทดลองของ Deborah Jin ที่แสดงถึงการเกิด *Fermionic condensate* ของโปแตสเซียมอะตอมในสภาวะเย็นยิ่งยวด (-242.780°C)

สวัสดิ์

ฟิสิกส์เป็นเรื่องของธรรมชาติ ผู้ที่หลงใหลในวิชาฟิสิกส์จึงเข้าใจดีกว่าใครว่า สรรพสิ่งล้วนมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสภาวะ อาจด้วยเหตุนี้กระมัง ตลอดระยะเวลา 2 ทศวรรษที่ผ่านมา วารสาร Thai Journal of Physics มีการเปลี่ยนแปลง รูปโฉมไปเรื่อยๆ ดังเช่นที่ ท่านกำลังสัมผัสอยู่ในขณะนี้ ก็เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปโฉมอีกครั้งแล้ว คราวนี้มีชื่อไทยด้วยคือ "วารสารฟิสิกส์ไทย" ซึ่งแปลตรงๆ มาจากชื่อ ภาษาอังกฤษที่ได้มีการขออนุญาตไว้แล้วและใช้ ต่อเนื่องกันมาตั้งแต่ต้น แถมยังมีคณะทำงานชุดใหม่ เมื่อเป็นครั้งแรกที่เราได้พบกัน จึงขอถือโอกาสฝากเนื้อฝากตัวและแสดงความปรารถนาดีมายังท่านผู้อ่านทุกท่าน ทางทีมงานจะพยายามสุดความสามารถที่จะทำให้น่าอ่าน น่าติดตาม ทั้ง 28 หน้ามีคุณค่ามากที่สุด

ฉบับนี้ลองดูผลงานจากการรวมทีมชนิดใหม่ถอดด้าม ถ้ายังไม่ถูกใจประการใดกรุณายกมาว่าแต่ตรงใจกัน เราชาวฟิสิกส์เป็นพวก "ผู้ก็ู้หนักๆ อีกก็อีกแต่ใจ" (จากเพลง "ลูกข้ามัน" ของคุณจรัล นโนเพื่อ) มิใช่หรือ ส่งข้อคิดเห็นมาได้เลยตามที่อยู่ด้านล่าง ทางทีมงานยินดีต้อนรับเสมอ และพร้อมแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น และจะตั้งใจยิ่งกว่านั้น ถ้าท่านจะกรุณาส่งข่าวสารหรือบทความมาร่วมด้วย ช่วยกันให้เป็นที่ครื้นเครง คนกันเองรบกวนไม่มากหรอก เรื่องหนึ่งๆ ขอขาวไม่เกิน 2 หน้ากระดาษ A4 (รวมรูปด้วย) เท่านั้น - นะจะบอกให้

พบกันใหม่ฉบับหน้า : กันยายน 2547

"The world cares very little about what a man or a woman know ; it is what the man or woman is able to do that counts."

B. T. Washington

กองบรรณาธิการ กองชัย ตายนสันติ, ขาญกิจ คันฉ่อง, รัตติกาล ชื่นนิรัญ, ศิรามาศ ไกมลจินดา, สมชาย เกียรติกุลชัย, สุภาพบุพันธ์ หัวหน้ากองบรรณาธิการ สมศรี สิงขรัตน์ ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ กลชาญ อนันตสมบุรณ์, นานิต รุจิโรดม ฝ่ายภาพ มิญช์ เมธิสุวกุล, ราเชนทร์ เจริญกุล เลขานุการกองบรรณาธิการ กฤติยา โอสถาพันธุ์ พิมพ์ที่ หน่วยพิมพ์เอกสาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ติดต่อกองบรรณาธิการ กองบก. ทัพย์ สมาคมฟิสิกส์ไทย ตู้ปณ. 217 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50202 วารสารฟิสิกส์ไทย เป็นวารสารราย 3 เดือน มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่สาระ - ข่าวสาร และเป็นสื่อสัมพันธ์ในมวลหมู่สมาชิกและผู้สนใจในแวดวงฟิสิกส์ ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลและประสบการณ์เกี่ยวกับฟิสิกส์ในวงกว้างที่สร้างสรรค์ โดยความคิดเห็นและทัศนะที่ปรากฏอยู่ในบทความต่างๆ เป็นเฉพาะของผู้เขียนแต่ละท่าน สมาคมฟิสิกส์ไทยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

คณะกรรมการสมาคมฟิสิกส์ไทย ประจำปี 2547 - 2548 ที่ปรึกษา ดร. วิโรจน์ ตันตราภรณ์, รศ. ดร. วิจิตร เล็งทะพันธ์, ศ. ดร. วิรุฬห์ สายคณิต, ศ. ดร.สุทัศน์ ยกส้าน, ผศ. ดร. วุทธิพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ นายกสมาคมฯ ศ. ดร. ธีรพัฒน์ วิสัยทอง อุปนายก รศ. ดร. ชัยวิทย์ ศิลาวินนาโม, รศ.ดร. วิจิต ศรีตระกูล เลขานุการ ดร. ศุภกิจ สุวรรณขจร รองเลขานุการ ดร. รัฐชาติ มงคลนาวัน ทรัพย์ภูมิ ผศ. กานดา สิงขรัตน์ นายทะเบียน ผศ. ดร. อีวรรณ บุญวรรณ ประชาสัมพันธ์ ผศ.ดร. รัชภักย์ จิตต์อารี บรรณาธิการ วารสารฟิสิกส์ไทย รศ. ดร. สมศรี สิงขรัตน์ บรรณาธิการจดหมายข่าวฟิสิกส์ ดร. ประบุร สงศิริฤทธิกุล กรรมการ ประธานสาขาฟิสิกส์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยฯ (ผศ. ศิลปชัย บุรณพานิช), รศ. ดร. จิตติ หนูแก้ว, รศ. ดร. พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ, รศ. ดร. นิกร มังกรทอง, รศ. ดร. วิรพงษ์ แสงวรรณ, ผศ. วันชัย สุ่มเล็ก, ผศ. ดร. พิภู วนิชวิภาติ, คุณรจนา ชินพิทักษ์, คุณสุวิ เพชรภู, คุณเลรี เรืองดิษฐ์, ดร. นรินทร์ กาบบัวทอง, คุณวันชัย อรรณวนิช, คุณวัชร ศิสสะมาน

สรุปข่าว

SHAW PRIZE FOUNDATION LTD



Sir Run Run Shaw

การคืนกำไรของเศรษฐีเมืองนอก

ท่านที่อาศัยอยู่บนดาวเคราะห์สีน้ำเงินดวงนี้นานกว่าครึ่งศตวรรษ เมื่อประมาณ 30 ปีมาแล้ว คงเคยสนุกสนานกับการดูหนังจีนกำลังภายใน ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตโดยบริษัท ขวี่บราเดอร์ เมื่อเวลาผ่านไป กิจกรรมผลิตภาพยนตร์ของบริษัทก็เปลี่ยนไป อย่างว่า การเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นธรรมดา แต่ดูเหมือนว่า เจ้าของบริษัท คือ Sir Run Run Shaw จะเป็นมหาเศรษฐีติดอันดับของฮ่องกงอยู่เสมอ

เมื่อไม่นานมานี้ได้ให้ตัวแทนออกมาประกาศการก่อตั้งมูลนิธิ Shaw Prize ซึ่งมีวัตถุประสงค์ว่า "ที่ผ่านมาก สังคมนี้ก้าวหน้าไปได้ด้วยความพยายามที่ไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อยของบุรุษและสตรีที่มีอัจฉริยภาพสูงหลายต่อหลายคน รางวัลชอว์ เกิดขึ้นมาเพื่อสรรเสริญนักบุกเบิกเหล่านี้ เป็นการให้กำลังใจบุรุษและสตรีที่ทำงานทุ่มเทเพื่อความเจริญก้าวหน้าของ อารยธรรมของมนุษยชาติ"

ในช่วงแรก รางวัลชอว์จะมอบให้แก่นักวิทยาศาสตร์ใน 3 สาขาด้วยกันคือ ดาราศาสตร์, คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สุขภาพและการแพทย์ โดยจะให้ทุกปี สาขาละ 1 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เริ่มประเดิมครั้งแรกประมาณเดือนมิถุนายนปีนี้ (ดูเพิ่มเติมที่ <http://www.shawprize.org>)

เมื่อไหร่หนอจะมีข่าวท่านองนี้จากเศรษฐีเมืองไทย บ้าง (ระหว่างนี้อ่านข่าวด้านบนขวามือโป๊พลงๆ ก่อน - เอวังก็มีด้วยประการฉะนี้)

การจัดอันดับสุดยอดมหาวิทยาลัย

จากการรวบรวมและวิเคราะห์สถานภาพทางวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยต่างๆ ประมาณ 2,000 แห่งทั่วโลก โดย Nian Cai Liu และคณะแห่ง Institute of Higher Education ของมหาวิทยาลัย Shanghai Jiao Tong ในประเทศจีน ซึ่งพิจารณาจากตรรกะนี้ชี้วัด 5 ตัวด้วยกัน อันได้แก่ 1) จำนวนนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัลโนเบล 2) จำนวนนักวิทยาศาสตร์



จาก นพ. มรัตน์ (26 มีนาคม 2547)

จองแล้ว3คัน'มายบัค'100ล้าน
เศรษฐีไทยควักซื้อก่อนเปิดตัว

ผลสำรวจพบว่า บริษัท เชมเปอร์ ไบรอนมี ประสงค์ไทย จำกัด เป็นบริษัท ที่มีจุดที่เก็งกำไรจากตลาดหุ้นไทย (May 2007) ราคาหุ้นประมาณ 100 ล้านบาท จากปัญหาคะแนนต่ำจากข่าว โดยจะมีผลต่ออันดับของหุ้นในตลาดหลักทรัพย์ไทย 21 ล้าน หุ้น โดยบริษัทจะนำเงินไปใช้พัฒนาโครงการต่างๆ ในประเทศไทย และจะมีการเปิดตัวรถยนต์คันใหม่ในช่วงปลายปี 2547

ที่มีชื่อเสียงโด่งดังใน 21 สาขา 3) จำนวนผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสาร Nature และ Science 4) จำนวนผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่อยู่ใน Science Citation Index และ Social Science Citation Index และ 5) ผลงานทางวิชาการต่อบุคลากร ทำให้สามารถจัดอันดับมหาวิทยาลัยเหล่านี้ได้ดังต่อไปนี้

อันดับที่	มหาวิทยาลัย	ประเทศ
1	Harvard	US
2	Stanford	US
3	Caltech	US
4	UC Berkeley	US
5	Cambridge	UK
6	MIT	US
7	Princeton	US
8	Yale	US
9	Oxford	UK
10	Columbia	US
11	Chicago	US
12	Cornell	US
13	UC San Francisco	US
14	UC San Diego	US
15	UC Los Angeles	US
16	Washington Seattle	US
17	Imperial College London	UK

สรุปข่าว

18	<i>Pennsylvania</i>	US
19	<i>Tokyo</i>	Japan
20	<i>University College London</i>	UK
21	<i>Michigan Ann Arbor</i>	US
22	<i>Washington St Louis</i>	US
23	<i>Toronto</i>	Canada
24	<i>Johns Hopkins</i>	US
25	<i>ETH Zurich</i>	Switzerland

นำสังเกตว่าการใช้ตรรกษียึดแบบนี้ไม่มีมหาวิทยาลัย
ในเยอรมันนีและฝรั่งเศสติดแม่ 1 ใน 25 อันดับแรก (ดูเพิ่มเติม
ที่ ed.sjtu.edu.cn/ranking.html)



ITER เป็นอีกโครงการระดับนานาชาติ ในความพยายามที่จะควบคุมการเกิดฟิวชั่น (fusion) ของพลาสมาให้ได้ โดยมีเป้าหมายสูงสุดอยู่ที่การทำเป็นเตาปฏิกรณ์ปรมาณูเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าที่ไม่สร้างปัญหาเรื่องขยะกัมมันตรังสีหรือภาวะเรือนกระจกในอีก 30 -50 ปีข้างหน้า ITER เป็นโครงการที่ต่อเนื่องมาจากโครงการ JET (Joint European Torus) ที่เริ่มต้นโดยกลุ่มประเทศในเครือ EU เมื่อ พ.ศ. 2526 เตา Tokamak ของโครงการ ITER จะใหญ่กว่าของ JET จึงแน่นอนว่าย่อมแพงกว่ามาก (โครงการ ITER ต้องการงบประมาณอย่างน้อย 5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ) สหรัฐอเมริกาเคยถอดใจถอนตัวออกจากโครงการมาแล้วครั้งหนึ่ง เมื่อปี 2541 แต่ตอนนี้ขอกลับเข้าร่วมโครงการใหม่ ปัจจุบันกลุ่มประเทศที่ร่วมกันทำโครงการ ITER มี EU, ญี่ปุ่น, จีน, เกาหลีใต้, รัสเซีย, แคนาดา และน้องใหม่หน้าเก่าคือ USA ขณะนี้ยังเถียงกันไม่เสร็จว่าจะสร้างเตา Tokamak ตัวใหม่ที่ใดระหว่างญี่ปุ่นกับยุโรป

โครงการเพิ่มศักยภาพในการคำนวณ (UltraScale Scientific Computing Capability) ถูกให้ความสำคัญในลำดับถัดมา ก็เพราะเกิดความเกรงใจว่าความสามารถทางด้านนี้ของอเมริกาชักจะเป็นรองญี่ปุ่นไปแล้ว ผู้ที่เกี่ยวข้องหวังว่างบประมาณที่ได้รับการจัดสรรครั้งนี้จะช่วยเพิ่มศักยภาพทางการคำนวณขึ้นกว่าเดิมประมาณ 100 เท่า

ส่วนโครงการวิจัยเกี่ยวกับพลังงานมืด จะทำร่วมกับองค์การ NASA ในชื่อโครงการว่า Joint Dark Energy Mission (JDEM) เพราะต้องมีการส่งระบบตรวจวัดออกไปนอกโลก ทั้งนี้เพื่อพยายามหาคำตอบของปัญหาที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งของวงการวิทยาศาสตร์ คือ ทำไมเอกภพจึงขยายตัวอย่างมีอัตราเร่ง

ในด้านนาโนเทคโนโลยียกสหรัฐอเมริกาเหนือเริ่มต้น ขยับตัวเป็นเรื่องเป็นราวเสียที โดยทางรัฐสภาของสหรัฐอเมริกาได้ผ่านพระราชบัญญัติการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีสำหรับศตวรรษที่ 21(The 21st Century Nanotechnology Research and Development Act) และประธานาธิบดีบุชก็ได้ลงนามไปแล้ว ซึ่งจะมีผลทำให้ National Nanotechnology Initiative (NNI) มีผลบังคับใช้เป็นกฎหมาย พระราชบัญญัตินี้จะส่งผลให้มีโครงการนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Nanotechnology Program) ซึ่งจะเป็นแหล่งสนับสนุนทุนวิจัยประสานงานด้านการวิจัยและพัฒนา จัดตั้งศูนย์วิจัยแบบ สหสาขา

ในหลายๆแห่ง และก่อตั้งศูนย์การประดิษฐ์วัสดุนาโน (Center for Nanomaterials Manufacturing) รวมทั้งการเร่งให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังได้มีการจัดตั้งศูนย์เตรียมความพร้อมด้านนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Nanotechnology Preparedness Center) เพื่อที่จะศึกษาผลกระทบด้านสังคม จริยธรรม กฎหมาย การศึกษาและแรงงานของนาโนเทคโนโลยี เพื่อให้นำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาของนาโนเทคโนโลยี

งบประมาณที่เป็นผลสืบเนื่องจากพระราชบัญญัตินี้มีมูลค่ารวม 3.7 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (ประมาณ 148,000 ล้านบาท) สำหรับช่วง 4 ปีนับจากปี พ.ศ. 2548 นักวิเคราะห์เชื่อว่า จะสามารถช่วยลดให้อเมริกาขึ้นมาทัดเทียมประเทศคู่แข่งอื่นๆ เสียที เพราะเขาจริงเขาจกกันเหลือเกิน เช่น ญี่ปุ่น ซึ่งเมื่อปีที่แล้วทุ่มงบประมาณทางด้านนี้ถึง 1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ เป็นตัวเลขที่พอๆ กับของกลุ่มประเทศ EU ส่วนประเทศจีนก็พยายามตามติดโดยการทุ่มงบประมาณทางด้านนาโนเทคโนโลยีถึง 300 ล้านดอลลาร์สหรัฐทุกปี

ประเทศแคนาดาก็ไม่ยอมน้อยหน้า ได้ให้ McGill University ที่เมืองมอนทรีออล จัดตั้งศูนย์วิจัยนาโนเทคโนโลยีขึ้นมาใหม่ มีเนื้อที่ห้องปฏิบัติการ 750 ตร.เมตร ในงบประมาณ 5.5 ล้านยูโร สำหรับนักวิจัย 10 คน เพื่อทำการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับ cantilever-based chemical sensor สำหรับการตรวจวัดโมเลกุลแต่ละตัว, atomic-scale conductor, อุปกรณ์ nanophotonic เพื่อการสื่อสารโทรคมนาคมที่ใช้แสง, อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับอุปกรณ์ไร้สายและระบบการตรวจวิเคราะห์ทางชีวการแพทย์ (ดูรายละเอียดแผนงานของ DOE ที่ www.science.doe.gov)



Princess Maha Chakri Sirindhorn of Thailand reminded participants that "there is no single formula for development."

(จากนิตยสาร CERN COURIER ฉบับ January/February 2004 หน้า 14)

ฤดูร้อนปี 2003 ที่ DESY

ชัยวัฒน์ เต็งศิริวัฒนา

นอกจากภาพประทับใจที่ประชาชนชาวไทยจะได้เห็น พระองค์ท่านเสด็จพระราชดำเนินในท้องถื่นรุกรันดารอยู่เนืองๆ แล้ว พระองค์ท่านยังเสด็จเยือนห้องปฏิบัติการวิจัยทางฟิสิกส์อีกด้วย เพื่อเป็นศิริมงคล เป็นกำลังใจ และเป็นความสนใจของ ชาวฟิสิกส์ไทยทั้งมวล จึงขออัญเชิญภาพประทับใจของ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ดังปรากฏมาบันทึกไว้ในวารสารฟิสิกส์ไทยฉบับปฐมฤกษ์นี้ เป็นภาพขณะที่พระองค์ท่านทรงเข้าร่วมประชุมที่สถาบัน CERN เมื่อวันที่ 8 - 9 ธันวาคม 2546 (CERN เป็นห้องปฏิบัติการวิจัยทางด้านฟิสิกส์ของอนุภาคมูลฐานที่ใหญ่ที่สุดในโลก ซึ่งเกิดจากการร่วมลงขันกันของกลุ่มประเทศในเครือ EU)

ก่อนหน้านี เมื่อวันที่ 21 สิงหาคม 2545 พระองค์เสด็จพระราชดำเนินเยือนสถาบันเดซี (DESY) ห้องปฏิบัติการวิจัยทางด้านฟิสิกส์ของอนุภาคมูลฐานที่ใหญ่ที่สุดของประเทศเยอรมันนี (ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2502) ในวโรกาสนี้ทางสถาบันเดซีได้ทูลเกล้าฯ ถวายความร่วมมือทางวิทยาศาสตร์ โดยสนับสนุนให้นักศึกษาไทยได้เข้าร่วมโครงการฝึกปฏิบัติการวิจัย ภาคฤดูร้อนเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ที่จัดขึ้นโดยเดซีทุกปี ซึ่งนักศึกษา 2 คนแรกที่ผ่านการคัดเลือก ให้ได้รับโอกาสอันพิเศษนี้ คือ นางสาวสาธิตา ตปนิยากร จากสถาบันอณูชีววิทยาและพันธุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และนายชัยวัฒน์ เต็งศิริวัฒนา จากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งได้เดินทางไปถึงสถาบันเดซี เมื่อ 12 กรกฎาคม 2546 ปัจจุบัน

ทั้ง 2 ท่าน ได้เดินทางกลับมาแล้วด้วยความเรียบร้อย และเราได้ทราบมาว่าทางสถาบันเดซีพึงพอใจกับคุณภาพของเยาวชนไทย ทั้ง 2 มาก ซึ่งย่อมส่งผลดีกับน้องๆ รุ่นต่อไป

ทางกอง บก. ทิพย์ ขอถือโอกาสนี้ด้วยเช่นกัน ที่จะชวน **คุณชัยวัฒน์ เต็งศิริวัฒนา** มาแบ่งปันประสบการณ์น่าสนใจที่สถาบันเดซี ในบางแง่มุม เท่าที่หน้ากระดาษจะเอื้ออำนวยให้ ก่อนที่จะหาหน้าไปศึกษาต่อในต่างประเทศอีกนาน ผู้ที่สนใจในโครงการนี้สามารถหารายละเอียด เพิ่มเติมได้ที่ <http://www.nstda.or.th/hrd/desy/>

ขอเชิญสัมผัสประสบการณ์บางส่วนของคุณชัยวัฒน์ ได้ ณ บัดนี้

การดำรงชีพที่เดซี

ค่ายฤดูร้อนที่เดซีนั้นจัดขึ้นเป็นประจำทุกปี เพื่อให้นักศึกษาฟิสิกส์ที่สนใจงานวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคมูลฐานเข้ามาสัมผัสงานจริงในสถาบัน ในปี 2546 ที่ผ่านมานี้มีนักศึกษาทั้งสิ้น 74 คน เกือบทั้งหมดเป็นนักศึกษาในทวีปยุโรปจากแทบทุกประเทศ จากทวีปอื่นมีบ้างเช่น ประเทศเม็กซิโก จากเอเชียได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ มาเลเซีย และไทย นักศึกษาจากญี่ปุ่นและเกาหลีบางคนมาที่เดซีโดยผ่านความร่วมมือโดยตรงจากมหาวิทยาลัย

นักศึกษาค่ายฤดูร้อนทุกคนจะได้รับเงินจากสถาบันคนละ 900 ยูโรต่อเดือนเพื่อไว้เป็นค่าใช้จ่ายทุกอย่าง ทั้งสำหรับที่พัก อาหาร และค่าเดินทาง ภายในสถาบันเดซี มีห้องพักแบบ guesthouse สำหรับให้เช่า นักศึกษาส่วนใหญ่อาศัยในห้องพักแบบนี้ซึ่งมีอยู่หลายจุด สามารถทำอาหารรับประทานได้ภายในครัวกลางที่มีเครื่องครัวที่จำเป็นให้ ห้องน้ำเป็นห้องน้ำรวม มีห้องซักล้างและเครื่องซักผ้าให้ ในสถาบันเดซีมีโรงอาหารที่ขาย

ประสบการณ์ฟิสิกส์

อาหารมื้อเที่ยงราคาย่อมเยา นักวิจัยและนักศึกษาส่วนใหญ่ทานอาหารที่นี่ สำหรับตอนเย็นนั้น โรงอาหารจะปิด แต่จะมีร้านอาหารเปิดให้บริการแทน โดยมีราคาแพงกว่า นักศึกษาสามารถเลือกประกอบอาหารเย็นและเข้าทานเองได้โดยซื้อวัตถุดิบจากร้านค้าเล็ก ๆ ที่อยู่ไม่ไกลทางด้านหน้าสถาบัน เดินเท้าใช้เวลาประมาณ 10 นาที รวมทั้งซื้อของใช้อื่นๆ ได้

เนื่องจากสถาบันเดซีมีขนาดใหญ่มาก มีจำนวนนักวิจัยและห้องวิจัยมากมาย ทางสถาบันจึงจัดโปรแกรมพาเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ระหว่างวันว่างในค่ายเสมอ ๆ เราจึงได้มีโอกาสเห็นห้องวิจัยในสถาบันแทบทุกหน่วย ได้เห็นเครื่องมือทั้งที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อน

วันเสาร์และอาทิตย์เป็นวันว่าง เราสามารถเล่นกีฬาที่สนามภายในสถาบันหรือสปอร์ตคลับใกล้ ๆ จัดปาร์ตี้หรือไปเที่ยวชายหาด เดินเที่ยวในย่านต่าง ๆ ของเมืองฮัมบูร์ก หรือไปเที่ยวต่างเมือง ผมได้มีโอกาสไปเที่ยวหาเพื่อนนักเรียนทุนรัฐบาลไทยในต่างเมือง ทำให้ได้รู้จักประเทศเยอรมันมากขึ้น เห็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ช่วยเหลือคนไทยด้วยกันในต่างแดน ได้รู้จักเพื่อนเพิ่มขึ้นและหวังว่าจะได้ทำงานที่เกิดประโยชน์ร่วมกันในอนาคต

การทําวิจัยที่เดซี

นักศึกษาสามารถเลือกกิจกรรมที่จะเข้าร่วมได้จากใบสมัครว่าจะเป็นทางด้านทฤษฎีหรือการทดลอง เรื่องฟิสิกส์พลังงานสูงหรือซินโครตรอน ในสัปดาห์แรกของค่ายฤดูร้อน ปี 2546 นั้น (เริ่มต้นค่ายวันอังคารที่ 15 กรกฎาคม 2546) นักศึกษาทุกคนในค่ายจะได้ฟังบรรยายร่วมกัน เรื่องที่ฟังได้แก่ แนะนำฟิสิกส์อนุภาคมูลฐาน, เครื่องเร่งอนุภาคเบื้องต้น, เครื่องเร่งอนุภาคที่ใช้ตัวนำยิ่งยวด, Free Electron Laser หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่สองเป็นต้นไป การบรรยายจะแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือนักศึกษาที่เลือกทําวิจัยใน 4 เรื่องคือ ทฤษฎีของฟิสิกส์อนุภาคมูลฐาน, การทดลองของฟิสิกส์อนุภาคมูลฐาน, เครื่องเร่งอนุภาค และการคำนวณในฟิสิกส์พลังงานสูง กลุ่มนี้นักศึกษาจะได้ฟังบรรยายร่วมกันทุกวัน เข้าถึงเย็น เป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากนั้น นักศึกษาแต่ละคนจะแยกไปทำงานในห้องวิจัยในหัวข้อที่ตนเองเลือก การบรรยายในกลุ่มที่สอง เป็นของนักศึกษาที่เลือกเรื่องซินโครตรอน แยกออกมาต่างหาก โดยจะมีการบรรยายในวันอังคารและพฤหัสบดีช่วงเช้าเรื่อยไปทุกสัปดาห์จนจบค่าย เวลาที่เหลือสำหรับทำงานกับอาจารย์ที่ปรึกษาและทำงานใน beamline



รูปที่ 1 ชุดทดลองที่ติดตั้งอยู่ภายในสถานีทดลอง L, Hasylab. ของตนเอง

การบรรยายหลังจากฟังในห้องแล้ว นักศึกษาสามารถไป download lectures ได้จากเว็บไซต์ค่ายฤดูร้อน ของสถาบัน ได้มีโอกาสใช้เครื่องมือทดลองจริง ๆ ตอนเครื่องเร่งอนุภาคทำงานจริง แม้มีโอกาสทำให้ระบบหยุดทั้งหมด แต่ก็ให้โอกาสนักศึกษาได้ลองทํางานจริง ห้องทำงาน และห้องสมุดเปิดให้นักศึกษามีโอกาสเข้าใช้ตลอด 24 ชั่วโมง ได้มีโอกาสฟังบรรยายจากศาสตราจารย์ที่ได้รับรางวัลโนเบลที่มาเยี่ยมที่สถาบัน

ผมเข้าร่วมวิจัยใน Beamline L ซึ่งงานที่ทำคือใช้เทคนิค X-ray Fluorescence Analysis ของสถานีนี้นี้เพื่อวิเคราะห์หาชนิดและความเข้มข้นธาตุบางชนิดโดยเฉพาะธาตุที่เป็นอันตราย เช่น Cd ว่ามีในชั้นสีทาบ้าน 18 ตัวอย่างหรือไม่ ผลจากการทํางานตลอดค่ายเป็นที่น่าพอใจ แม้จะไม่สามารถวิเคราะห์ได้โดยเสร็จสมบูรณ์แต่ก็ได้เรียนรู้เทคนิควิธีการในสถานีนี้อย่างครบถ้วน เช่น วิธีการคำนวณเพื่อหาค่าความเข้มข้น การหา lower limit of detection เรียนรู้แนวทางทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการแปลผล spectrum นอกเหนือจากสถานี L แล้วค่ายฤดูร้อนยังเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ใช้เวลาสัปดาห์หนึ่งเพื่อทดลองในสถานีอื่นด้วย ซึ่งผมได้ใช้สถานี A1, E4 และ X1

สถานีทดลองนี้ดูแลโดย Dr.Gerald Falkenberg และ Dr.Karen Rickers มีนักวิจัยจากต่างที่มาใช้สถานีทดลองทุกวัน โดยอาจารย์ทั้งสองท่านนี้ก็ต้องจองเวลาใช้ของตัวเองล่วงหน้าด้วยเช่นกันจึงจะได้ข้อมูล spectrum ทั้ง 18 ตัวอย่างนี้ สถานีทดลองนี้สามารถส่งคอมพิวเตอร์ให้ขยับมอเตอร์เลื่อนตำแหน่งและเก็บข้อมูลของการทดลองได้อัตโนมัติแทนคนอย่างต่อเนื่องได้ตลอดทั้งคืน



รูปที่ 2 ถวายรายงานสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เกี่ยวกับสถาบันเดซี ณ ศูนย์วิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ, นครราชสีมา หลังจากเดินทางกลับมาแล้ว

สิ่งที่ได้รับ

การที่ได้มีโอกาสเข้าไปสัมผัสสถาบันวิจัยระดับชาติที่มีความก้าวหน้าสูงนั้นเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง ได้เห็นแนวทางการทำงานที่ประสบความสำเร็จซึ่งได้ผ่านการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ มีนักวิจัยที่เชี่ยวชาญจำนวนมาก และเครื่องมือทดลองรอบตัวมีความพร้อมใช้งานและได้รับการดูแล ได้มีโอกาสเห็นเครื่องมือทดลองระดับแนวหน้า เป็นสิ่งที่สร้างแรงบันดาลใจให้แก่เยาวชน ให้ได้เรียนรู้เพิ่มประสบการณ์ได้อย่างมาก ด้วยศักยภาพของคนเราที่มีพื้นฐานอยู่ที่ความเท่าเทียมกัน และสามารถพัฒนาได้นั้น ผมอยากเห็นและเชื่อว่าสถาบันวิจัยในเมืองไทยของเรานั้นจะค่อยๆ พัฒนาก้าวไปสู่จุดนั้นได้อย่างไม่ไกลเกินจริง



ภาพถ่ายทางอากาศของสถาบันเดซี เส้นประ 2 วงที่เห็นซ้อนอยู่ในรูป คือ แนววงโคจรได้ดินซึ่งเป็นที่อยู่ของเครื่องเร่งอนุภาค 2 เครื่องที่มีชื่อย่อว่า HERA กับ PETRA กลุ่มอาคารที่อยู่ภายในวงแหวน PETRA คือ ห้องปฏิบัติการวิจัยต่างๆ และศูนย์บัญชาการของสถาบันเดซี และเครื่อง PETRA นี้เองที่ถูกเปลี่ยนเป็นเครื่องเร่งอนุภาคเพื่อผลิตแสงซินโครตรอน

Fermionic Condensate

สดชื่น วิบูลย์เดช*

ป่าวใหญ่ต้อนรับปีใหม่ 2547 ของวงการฟิสิกส์เห็นจะไม่มีข่าวใดเกินข่าวทีมนักฟิสิกส์ที่ห้องปฏิบัติการ JILA (Joint Institute for Laboratory Astrophysics) แห่งมหาวิทยาลัยโคโลราโดที่โบลเดอร์ ค้นพบสถานะใหม่ของสสารที่เรียกว่า **fermionic condensate** นักฟิสิกส์เชื่อว่ารูปแบบใหม่ของสสารนี้จะช่วยให้เข้าใจภาพนำยิ่งยวดและสภาพของไหลยิ่งยวดได้ดียิ่งขึ้น

ทีมนักวิจัยซึ่ง นำโดย **เดบอราห์ จิน** และผู้ร่วมงาน **ซินดี้ รีกัล** นักศึกษาปริญญาเอกจากมหาวิทยาลัยโคโลราโด กับ **มาร์คุส เกรนเนอร์** นักวิจัยโพลีเทคนิคเดอรัล ทำ condensate จากคู่ของอะตอมเฟอร์มิโอนิกที่เย็นจัด ในงานแถลงข่าวเมื่อ **วันที่ 28 มกราคม 2547** จินกล่าวว่า การค้นพบของพวกเขาจะนำไปสู่ความเข้าใจใหม่ที่ลึกซึ้งมากขึ้น ในเรื่องของฟิสิกส์ควอนตัม และปูทางไปสู่ตัวนำยิ่งยวดที่ทำงานที่อุณหภูมิห้องปกติ

ในโลกฟิสิกส์ของฟิสิกส์ควอนตัม อนุภาคทุกอย่าง รวมทั้งอะตอมด้วยถูกจัดแบ่งเป็นสองประเภท **โบซอน** และ **เฟอร์มิออน** (กลศาสตร์ควอนตัมพื้นฐาน) เรบอกได้ว่า อนุภาคใดเป็นโบซอนหรือเฟอร์มิออนโดยพิจารณาจากสปินของมัน อนุภาคซึ่งมีสปินเป็นเลขจำนวนเต็ม (0, 1, 2 ฯลฯ ในหน่วยของ $\hbar/2\pi$) คือ **โบซอน** ขณะที่อนุภาคซึ่งสปินเป็นเลข จำนวนครึ่ง (1/2, 3/2, 5/2 ฯลฯ) เป็น **เฟอร์มิออน** กฎเกณฑ์นี้ไม่มีข้อยกเว้นของโบซอนหรือเฟอร์มิออน แต่เป็นข้อเท็จจริงของธรรมชาติ ผลพวงจากทฤษฎีสัมพัทธภาพ และกลศาสตร์ควอนตัม ผู้ที่มองเห็นข้อเท็จจริงนี้เป็นคนแรกคือ **เพาลี** ซึ่งกล่าวถึงข้อเท็จจริงนี้ไว้ใน **หลักการกีดกันของเพาลี**

โดยธรรมชาติอาจกล่าวได้ว่าโบซอนเปรียบเสมือนแมว ที่มาจากพิมพ์เดียวกัน ซึ่งนำไปสู่ปรากฏการณ์ Bose-Einstein condensation ปรากฏการณ์ที่เป็นผลพวงจากการที่โบซอน ทำสิ่ง



Deborah Jin, Markus Greiner และ Cindy Regal

ที่เหมือนกันทุกอย่าง ขณะที่เฟอร์มิออนซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานของสสารทั้งหลายที่พบอยู่ในปัจจุบัน เปรียบเสมือน นักคิดอิสระโดยธรรมชาติ เฟอร์มิออนไม่เคยทำสิ่งเดียวกัน ซึ่งเป็นไปตามหลักการกีดกันของเพาลี กล่าวคือ อนุภาคที่เหมือนกันทุกประการ (อนุภาคควอนตัม) ที่มีสปินเป็นเลขจำนวนเต็ม เช่น โฟตอน โพซอน อะตอมฮีเลียม - 4 สามารถครอบครองสถานะเดียวกันได้ ขณะที่การทดลอง แสดงว่าจะไม่พบอนุภาคสปินเลขครึ่ง เช่น อิเล็กตรอน โปรตอน นิวตรอน นิวตริโน อะตอมฮีเลียม -3 อยู่ร่วมสถานะเดียวกันเลย การที่อนุภาคโบซอนสามารถอยู่ในสถานะพลังงานเดียวกันได้โดยไม่จำกัดจำนวน คือที่มาของปรากฏการณ์ตัวนำยิ่งยวด ซึ่งเกี่ยวข้องกับทฤษฎีคูเปอร์ BCS และ Bose - Einstein condensation (BEC) ตามคำทำนายของไอน์สไตน์ ส่วนเฟอร์มิออนนั้น ไม่สามารถเกิด condensation โดยตัวเองได้

อย่างไรก็ตาม หากเฟอร์มิออนสองตัวสามารถจับคู่กันได้ ก็จะเกิดเป็นโบซอน และเกิด condensation ได้ เช่นเดียวกับสิ่งที่เกิดขึ้นกับอิเล็กตรอนในสภาพนำยิ่งยวด จึงเป็นความหวังของนักฟิสิกส์ทดลองที่จะทำให้เกิดการจับคู่ของเฟอร์มิออนที่อุณหภูมิต่ำมาเป็นเวลานาน การศึกษาทางทฤษฎีได้ข้อสรุปว่ากำลังของการจับคู่ใน fermionic condensate จะอยู่ในเงื่อนไขเดียวกับ

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวนำยิ่งยวดที่อุณหภูมิห้อง เมื่อปรับมวลและความหนาแน่นให้เหมาะสม ข้อสรุปนี้ทำให้นักฟิสิกส์มีความหวังเพิ่มขึ้นว่า **ฟิสิกส์พื้นฐานที่เรียนรู้ผ่าน fermionic condensate จะช่วยให้การออกแบบตัวนำยิ่งยวดที่อุณหภูมิห้องมีความเป็นไปได้ในที่สุด**

Fermionic condensation หรือรูปแบบที่พบใหม่ของสสารนี้จัดอยู่ในกลุ่มของ Bose - Einstein condensate (BEC) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของสสารที่อะตอมทั้งหมดเหมือนกันทุกประการและประพฤติตัวเสมือนหนึ่งว่ามันเป็นซูเปอร์อะตอม ขนาดใหญ่หนึ่งอะตอม ไอน์สไตน์เป็นคนแรกที่ทำนายถึงการดำรงอยู่ของ condensate นี้เมื่อ พ.ศ. 2467 ที่อุณหภูมิต่ำมาก อะตอมจะช้าลงมากจนเปรียบเสมือนว่าไม่มีพลังงานเลย และเมื่อทำให้อะตอมกลายเป็น condensate แล้ว ก็จะไม่มีความแตกต่างระหว่างอะตอมแต่ละตัวได้เลย อะตอมเหล่านี้จะประพฤติตัวเกือบคล้ายฝูงแกะในสนาม เมื่ออากาศอุ่น แกะจะกระจายออก บางตัวอาจจะวิ่งไปมา แต่บางตัวก็อาจจะนิ่งเฉยแทบจะไม่เคลื่อนไหว เมื่ออากาศเย็น แกะจะอยู่ด้วยกันเป็นกลุ่ม และเคลื่อนที่ไปด้วยกัน การที่อะตอมจะประพฤติตัวอย่างไรที่อุณหภูมิใกล้จุดศูนย์สัมบูรณ์นั้นขึ้นอยู่กับโมเมนตัมเชิงมุมที่เป็นสมบัติเดิมของตัวอะตอมเอง หรือที่เรียกว่าสปินของอะตอมโบซอนจำนวนมาก จะลงเอยจับกลุ่มอยู่ในสถานะพื้น (สถานะควอนตัมที่มีพลังงานต่ำสุด) ได้ เมื่ออุณหภูมิของระบบต่ำลงถึงค่าหนึ่ง กระบวนการนี้ หรือที่รู้จักกันในชื่อของ Bose-Einstein condensation คือหัวใจของสภาพนำยิ่งยวด-การที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวกลางได้โดยไม่มีมีความต้านทานไฟฟ้า

ส่วนเฟอร์มิออนมีสปินเป็น $1/2$, $3/2$, $5/2$ และต่อไป เฟอร์มิออนประพฤติตัวตามหลักการกีดกันของเพาลีซึ่งหมายความว่าเฟอร์มิออนหลายตัวจะอยู่ในสถานะควอนตัมเดียวกันไม่ได้ อิเล็กตรอนมีสปินเป็น $1/2$ และจัดอยู่ในกลุ่มของเฟอร์มิออน ดังนั้นก่อนจะเกิด Bose condensate อิเล็กตรอนต้องจับกันเป็นคู่ ที่เรียกว่าคูเปอร์ตามทฤษฎี BCS ของสภาพนำยิ่งยวดเสียก่อน

ทีมนักวิจัยที่ JILA ทำให้เป็นก๊าซซึ่งประกอบด้วยอะตอมโปแตสเซียมและเป็นเฟอร์มิออนจำนวนหนึ่งในกล่องซึ่งเป็นสุญญากาศสูงมาก (ultrahigh vacuum chamber) เย็นตัวลง



ถึงอุณหภูมิใกล้ศูนย์สัมบูรณ์ เข้าสู่ย่าน quantum degeneracy และควบคุมอันตรกิริยาระหว่างอะตอมโดยใช้สนามแม่เหล็กและแสงเลเซอร์ เพื่อให้เกิด resonance ทีมนักวิจัยสามารถ "มองเห็น" คู่อะตอมเฟอร์มิออนที่ติดุดกันได้โดยใช้เทคนิคพิเศษฉายคู่อะตอม K-40 ลงบนโมเลกุลที่ละคู่ซึ่งช่วยให้วัดการกระจายโมเมนตัมของคู่อะตอมเฟอร์มิออนได้ โดยวิธีการดังกล่าว จะสามารถเปรียบเทียบผลเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิเริ่มต้นของก๊าซกับอุณหภูมิเฟอร์มิสำหรับการปรับสนามแม่เหล็กบนด้านที่เป็น BCS และ BEC ของ resonance ได้

Fermionic condensate มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับสิ่งที่เกิดขึ้นในตัวนำยิ่งยวด แต่อย่างไรก็ตามควรต้องตระหนักว่าอะตอมของโปแตสเซียม-40 หนักกว่าอิเล็กตรอนมาก และก๊าซที่นักวิจัยใช้ก็หนาแน่นน้อยกว่าของแข็ง และดังนั้นอะตอมจึงติดุดกันรุนแรงกว่าคู่ของอิเล็กตรอน **ถ้าเมื่อใดก็ตามที่เราสามารถทำให้คู่ของอิเล็กตรอนในตัวนำยิ่งยวดติดุดกันด้วยกำลังรุนแรงเช่นนี้ได้ เราก็จะมีตัวนำยิ่งยวดที่อุณหภูมิห้อง**

Fermionic condensate คือตัวอย่างใหม่ของพฤติกรรมควอนตัมอันน่าตื่นตาตื่นใจ ปรากฏการณ์นี้แสดงเฟสของสสารที่อยู่ระหว่างตัวนำยิ่งยวดและ Bose-Einstein condensation และบ่งชี้ถึงศักยภาพที่น่าตื่นตาตื่นใจในการศึกษาสภาพนำยิ่งยวดและปรากฏการณ์ของไหลยิ่งยวดภายใต้เงื่อนไขที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนเลย อาจกล่าวได้ว่า ผลงานนี้คือเครื่องมืออันใหม่ที่จะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์จะใช้เพื่อทำความเข้าใจกับฟิสิกส์พื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังปรากฏการณ์สภาพยิ่งยวดต่อไป

กลุ่มฟิสิกส์ทฤษฎีท่าโพธิ์ "ความฝันกับเวลา"

"ก้าวคลานของเด็กน้อยบนถนนอันยาวไกลเส้นนี้" (2539)

"ฝันกลางวันของคนรุ่นใหม่" (2541)

บุรินทร์ กำจัดภัย*

สิบปีที่แล้ว ในคืนวันที่ 1 มกราคม 2537 ขณะรับประทานอาหารเช้าในร้านอาหารหอพักนักศึกษาชาย 6 กลุ่มนักศึกษาชั้นปีที่ 3-5 ระดับปริญญาตรีสาขาฟิสิกส์, ศึกษาศาสตร์-ฟิสิกส์, วิศวกรรมไฟฟ้า, รัฐศาสตร์, คอมพิวเตอร์ และ ธรณีวิทยา จำนวน 7 คนที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้รวมตัวกันเป็นกลุ่มอดทนการณทางสังคมขึ้นเพื่อต่อต้าน ระบบอาวุโสตกขี้นในหมู่นักศึกษาและมุ่งเน้นกิจกรรมวิชาการ เชิงสหวิทยาการ ภายใต้ชื่อกลุ่ม *Free Energy Group* ซึ่งได้ถูกแบ่งเป็นกลุ่มย่อยภายในหลายกลุ่มตามความสนใจ อาทิ เช่น อภิปราย, แ่งคิดเชิงประวัติศาสตร์และชีวิตจาก นิยายจีนกำลังภายใน, คัมภีร์พระไตรปิฎก, หมากจุ๊ก, การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์, การเมือง และ ฟิสิกส์ สำหรับฟิสิกส์นั้น หนังสือ *A Brief History of Time* ของ Hawking ที่แปลโดย นิพนธ์ ทรายเพชร เป็นหนังสือที่เป็น ศูนย์กลางประเด็นการพูดคุย

ในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มมีนักศึกษาจากหลาย สาขาวิชาเข้าร่วมแม้จะไม่ได้ศึกษาวิชาการด้านนั้นเป็นวิชาเอก ไม่นานหลังจากนั้นกลุ่มย่อยฟิสิกส์ได้เรียกตัวเองว่า *"ฟอรัมฟิสิกส์ทฤษฎีระดับนักศึกษา (The Students' Forum for Theoretical Physics: SFTP)"* โดยมีแรงบันดาลใจจากแบบอย่างของฟอรัมวิทยาศาสตร์ทฤษฎีแห่งคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ ห้องปฏิบัติการวิจัยเซรามิกส์ ซูเปอร์คอนดักเตอร์ของภาควิชาฟิสิกส์เชียงใหม่ ได้สนับสนุนให้ใช้ห้องเพื่อเป็นสถานที่ศูนย์รวมของฟอรัม อดทนการณของสมาชิกในขณะนั้น คือการศึกษาต่อระดับสูงและมีอาชีพเป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัยใหม่ๆ ในส่วนภูมิภาคเพื่อสร้างทีมวิจัยทางฟิสิกส์ร่วมกัน

ในปี 2539 สมาชิกบางส่วนของฟอรัม SFTP สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีและได้รับการบรรจุเป็น อาจารย์ที่ภาควิชา



ฟิสิกส์มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยการร่วมกับอาจารย์ฟิสิกส์รุ่นเยาว์ที่มหาวิทยาลัยนเรศวร *กลุ่มฟิสิกส์ทฤษฎีท่าโพธิ์ (The Tah Poe Group of Theoretical Physics: TPTP)* ก็ได้ถูกก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2539 และได้เริ่มเปิดรับนิสิตที่มหาวิทยาลัยนเรศวรเข้าเป็นสมาชิกทำโครงการในระดับปริญญาตรีและจัดสัมมนาขึ้นเป็นครั้งแรก หลังจากนั้นไม่นาน SFTP ก็ได้ถูกรวมเข้ากับ TPTP จนในปี 2541 ก็ไม่มีสมาชิกเหลือที่เชียงใหม่อีก เนื่องจากสำเร็จการศึกษา ในช่วงปี 2539-2541 ได้มีนิสิตทำโครงการระดับปริญญาตรี กับกลุ่ม TPTP สำเร็จการศึกษาไปจำนวน 3 คน ปัจจุบัน ศิษย์เก่าเหล่านี้กำลังศึกษาระดับปริญญาโทและเอกทางฟิสิกส์ทฤษฎี และมี 1 คนได้รับการบรรจุเป็นอาจารย์ที่มหาวิทยาลัยนเรศวรเพื่อร่วมทีมในระยะยาว

ในช่วงปี 2541 ถึง 2547 คณะอาจารย์ของกลุ่มเกือบทั้งหมดได้ไปศึกษาต่อระดับปริญญาโทและเอกที่ประเทศอังกฤษ การติดต่อสื่อสารของสมาชิกกลุ่มในช่วงนี้ได้ทำโดยทางอินเทอร์เน็ตและเว็บไซต์ ในปี 2543 กลุ่มฯ ได้สร้างโฮมเพจรวมถึงค่าภาควิชาฟิสิกส์ และกลุ่มดาราศาสตร์ทั่วประเทศไทย ในปี 2544 สมาชิกของกลุ่มได้จัดบรรยายพิเศษ 2 วันในหัวข้อทางจักรวาลวิทยาที่มหาวิทยาลัยนเรศวร และหลังจากนั้นในปี 2545 กลุ่มได้จัด *The First Tah Poe School on Cosmology* ที่มหาวิทยาลัยนเรศวร รวมถึงสร้างสถาบันอิสระที่เรียกว่า *The Tah Poe*

*อาจารย์ (ดร.) ประจักษ์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ขอบเน่า

Academia สำหรับให้ประกาศนียบัตรสำหรับผู้ที่ยอดผ่านเกณฑ์ การสอบวิชาฟิสิกส์แขนงต่างๆ ที่ **Academia** จัดขึ้นโดยมุ่งหวัง จะสร้างเกณฑ์มาตรฐานสำหรับนักฟิสิกส์รุ่นเยาว์ของประเทศ ในช่วงนี้กลุ่มเริ่มได้รับความร่วมมือจากนักฟิสิกส์ในต่างประเทศ เป็นครั้งแรกในปี 2546 มีการจัดงาน The Second Tah Poe School on Cosmology และ The First Thai Physics and the Universe Symposium ที่มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ซึ่งมุ่งให้นักฟิสิกส์รุ่นเยาว์ ได้มีโอกาสฝึกฝนผลงานเป็นภาษาอังกฤษในสาขาฟิสิกส์ทฤษฎี และดาราศาสตร์ งานครั้งนี้ได้มีนักฟิสิกส์รุ่นเยาว์ทั้งในประเทศ และประเทศอื่นในเอเชียเข้าร่วม โดยได้รับการสนับสนุนจาก ทบวงมหาวิทยาลัยและ ICTP ประเทศอิตาลี

วันนี้กลุ่มฟิสิกส์ทฤษฎีทำโพธิ์มีลักษณะเป็นเครือข่าย การทำงานโดยได้มีสมาชิกเพิ่มขึ้นทั้งในระดับอาจารย์ และ นักศึกษาในหลายสถาบันการศึกษา อาทิเช่น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จุฬาฯ ขอนแก่น สงขลานครินทร์ มหิดล สุรนารี และมหาสารคาม เข้าร่วมกลุ่มในลักษณะสมาชิกภายนอก ที่มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อันเป็นบ้านของกลุ่ม มีการแบ่งออกเป็นสองหน่วยวิจัยคือ หน่วย วิจัยทฤษฎีสสารควบแน่น และ หน่วยวิจัยฟิสิกส์รากฐานและ จักรวาลวิทยา สมาชิกที่มหาวิทยาลัยนครสวรรค์จำแนกได้เป็น

• **คณาจารย์ 4 คนได้แก่**

1. ดร. บุรินทร์ กำจัดภัย หัวหน้ากลุ่ม
2. ดร. ชัญญู ศรีชีวิน
3. นายอลงกรณ์ ชัดวิลาส
4. นายราชัญ แรงดี

• **คณาจารย์สมทบ 2 คนได้แก่**

1. ผศ. ดร. ชโนภาส พาโคกหม
2. รศ. จริญญา พรหมสุวรรณ

• **นักศึกษาทอพอโลยี 5 คน**

• **นักเรียนเตรียมทฤษฎี 9 คน**

• **นักศึกษามทบ 3 คน**

นักเรียนเตรียมทฤษฎี เป็นนิสิตฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 1-3 ที่ผ่านการสอบสัมภาษณ์จากกรรมการของกลุ่ม และได้รับการสนับสนุน ห้องและโต๊ะทำงานรวมทั้งได้รับการสอนทักษะและวิชาเสริมทาง ทฤษฎี โดยจะมีได้แค่ 9 คน เมื่อถึงปลายชั้นปีที่ 3 แล้วนักเรียน

เตรียมทฤษฎีจะต้องสอบ ข้ามฟากห้องเพื่อเป็นนักศึกษาทอพอ โลยี หากสอบไม่ผ่าน ก็จะหมดสภาพสมาชิก นักศึกษาทอพอ โลยีจะเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท หรือปริญญาโท ที่ทำโครงการวิจัยหรือค้นคว้าอิสระกับอาจารย์ในกลุ่ม ตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นไปกลุ่มจะรับนักศึกษาทอพอโลยีระดับปริญญาตรี โดยการสอบคัดเลือกจากนักเรียนเตรียมทฤษฎีเท่านั้น

กลุ่ม TPTP ได้ดำเนินการจัดสัมมนา 2 ชุดด้วยกันคือ TPTP Seminar Series ซึ่งจัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเป็นการ สัมมนาของคณาจารย์และนักศึกษาในกลุ่ม บางครั้งอาจมีผู้ บรรยายจากภายนอกมาพูดเป็นครั้งคราว สัมมนาชุดที่สองคือ TESCO-Lotus XPert High Score Seminar Series ซึ่งเป็นการ จัดเสวนาโต๊ะกลม โดยมุ่งเน้นไปในเรื่องวัฒนธรรมวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของวิทยาศาสตร์ ต่อสังคม เสวนานี้เปิดให้บุคคล ทั่วไปเข้าร่วมและ **ได้รับการสนับสนุนอาหารว่างจากห้าง TESCO-Lotus สาขาพิษณุโลก**

กลุ่มฟิสิกส์ทฤษฎีทำโพธิ์ยังอยู่ในระยะเริ่มต้น และสมาชิก ยังเป็นอาจารย์รุ่นเยาว์ ดังนั้นกลุ่มฯ ยังต้องการความช่วยเหลือ ชี้แนะทางวิชาการจากนักวิทยาศาสตร์อาวุโส ในการสร้างผลงาน วิจัยทางทฤษฎี แนวทางงานวิจัยของกลุ่มในปัจจุบันคือในสาขา จักรวาลวิทยาพหุแผ่น (Brane Cosmology) และสาขาทฤษฎีสสาร ควบแน่นโดยวิธีฟังก์ชันกรีน และการอินทิเกรตตามทางของ โฟนแมนน์ ในอีก 2-3 ปีข้างหน้าสมาชิกบางส่วนของอดีตฟอรัม SFTP เมื่อสิบปีที่ผ่านมา จะสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาเอก กลับมาร่วมสานงานทางด้านทฤษฎีสสารควบแน่นและทฤษฎี สัมพัทธภาพ อนาคตและทิศทางของกลุ่มคือการมุ่งเป็นกลุ่มวิจัย ในระดับนานาชาติ การพัฒนาฟิสิกส์ศึกษา และการส่งเสริม ให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญของวิชาฟิสิกส์ต่อสังคม **ความฝันบนสเกล เวลานี้ยังไม่เสร็จสิ้น แต่ด้วยความหอมหวาน ของฟิสิกส์ ทำให้เรายังรักที่จะเดินต่อไปร่วมกันบนถนนสายยาว เส้นนี้**



ทำไม นักเรียน ไม่อยากเรียนฟิลิกส์

กลชาญ อนันตสมบูรณ์*

ท่านทราบหรือไม่ว่า ผลการสอบวิชาฟิลิกส์ของข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย (เอนทรานซ์) มีนักเรียนสอบผ่าน (เกิน 50%) อยู่เพียงราว 15-20 % (ข้อมูลจากปี 2544-2546) และนักเรียนส่วนใหญ่ (>50 %ของทั้งหมด) จะได้คะแนนอยู่ราว 20-30 % ตัวเลขเหล่านี้ บอกอะไรแก่เรา (นักฟิลิกส์) ข้อสอบที่ใช้สอบเป็นแบบเลือกข้อถูก.... หมายความว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ฟิลิกส์เลย เสมือนกับไม่เคยเรียนเคยอ่านมาเลยใช่หรือไม่.....เพราะทำคะแนนได้พอๆ กับการหลับตากาข้อถูกเท่านั้น เคยมีการทดลอง ของนักจิตวิทยากับลิงชิมแปนซี พบว่า ลิงชิมแปนซี จะทำข้อสอบแบบเลือกข้อถูกได้คะแนนประมาณ 30 % โดยเฉลี่ย !!!!

ผู้เขียนเคยเก็บข้อมูล ความชอบและไม่ชอบ วิชาเรียนของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากกลุ่มตัวอย่างในสถาบันการศึกษาที่ผู้เขียนทำงานอยู่ พบว่า ร้อยละร้อยละ นักเรียนถูกสอบถาม ไม่ชอบวิชาฟิลิกส์ เมื่อถามต่อไปถึงสาเหตุ(ต่างๆ) ที่ไม่ชอบ พบว่า ร้อยละ 90 ตอบว่า เพราะเรียนไม่รู้เรื่อง ที่เหลือ (อีก 10 %) ไม่ชอบครู ไม่ชอบท่องสูตร ฯลฯ

มีตัวอย่าง ข้อเท็จจริงอื่น ๆ อีกมาก ที่ชี้ว่า วิชาฟิลิกส์ในประเทศไทย คงอาการน่าเป็นห่วง มากขึ้นเรื่อย ๆ และคงต้องช่วยกันหาสาเหตุ ที่เป็นรากเหง้าแห่งปัญหากัน อย่างจริงจังเสียที

ผู้เขียนขอเสนอสาเหตุแห่งปัญหา ตามประสบการณ์ที่บ่มเพาะมา 20 กว่าปี เป็นประเด็น ๆ ดังนี้

1. ปัญหาจากหลักสูตร มีการปรับปรุงหลักสูตรวิชาฟิลิกส์ในระดับมัธยม รวมสองครั้ง ตั้งแต่ปี 2520 เป็นต้นมา แต่การปรับปรุงดังกล่าว เป็นการปรับเพิ่ม คือเพิ่มเอาเนื้อหา ระดับมหาวิทยาลัยปี 1 เพิ่มเข้าไปเท่านั้น เป็นนัยว่า เนื้อหาที่เคย

เรียนอยู่เดิม น้อยไป ต้องเพิ่มเข้าไปอีก เพื่อให้นักเรียนเกลียดวิชาฟิลิกส์มากขึ้น และ ก็ได้ผลจริง ๆ !!!!

บางท่านอาจแย้งว่า มีการปรับปรุงเทคนิคการสอน โดยเน้นการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีการจัดการอบรมครูผู้สอนกันทั่วประเทศ.....ก็คงต้องกลับไปพิจารณาผลการสอบเข้ามหาวิทยาลัยและผลการสำรวจความชอบไม่ชอบวิชาเรียน ที่ผู้เขียนนำเสนอไว้ตอนต้นว่า สำเร็จหรือไม่

ตราบดีที่ยังไม่เปลี่ยนปรัชญาและจุดมุ่งหมายของการเรียนวิชาฟิลิกส์ ให้เข้าใจตรงกันเสียใหม่ว่า เรียนเพื่อทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นรอบตัวผู้เรียน และพยายามหาสูตรสำเร็จที่สามารถคาดเดาปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้น จนสามารถเอาไปใช้ประโยชน์ได้ ทุกวันนี้มีนักเรียนทุกคน (รวมทั้งครูผู้สอนด้วย) รับรู้ ว่า เรียนฟิลิกส์ คือการท่องจำสูตรตีปัญหาใจห้ย และพยายามเอาค่าต่างๆ ที่ใจห้ยให้มา ไปแทนให้ถูกทีในสูตรที่จำมา เพื่อให้ได้คำตอบที่ตรงกับเฉลยของครู จึงไม่แปลกเลยที่ยังมีคนขับรถจักรยานยนต์พุ่งออกมาจากซอยแล้วเกิดการถ่วงเทโม่เม่นตัมกับรถยนต์ที่วิ่งมา ไม่แปลกเลยที่ยังมีคนจำนวนมากพากันไปซื้อกันขวดแก้วเจียรนัย ราคาเป็นพัน สองพันบาท ด้วยเข้าใจว่าเป็นเพชรพม่าที่ขายแดนแถบแม่สาย ฯลฯ

การสอนฟิลิกส์ในทุกวันนี้ (และที่ผ่านมามาตลอด 20 กว่าปีตามประสบการณ์ผู้เขียน) จึงเป็นการสอนเทคนิคการเดาคความต้องการของผู้ออกข้อสอบ (ตีความใจห้ย) และฝึกฝนการเลือกแทนค่าตัวแปรในสูตรรูปร่างพิกลพิการต่าง ๆ (ที่เป็นภาษาอังกฤษโบราณ) โดยผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจถึงสาเหตุแห่งปรากฏการณ์ธรรมชาติ และการนำไปประยุกต์ ใช้ได้เลย เมื่อนักเรียนยังไม่เข้าใจสาเหตุของปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ แล้ว จะสามารถประยุกต์ใช้ (ทำใจห้ย หาค่าจากสูตรต่าง ๆ) ได้อย่างไร ?????

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ และผู้ช่วยอธิการบดี ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บอกแถมด้วยคน

2. ปัญหาจากครูผู้สอน เป็นที่ยอมรับกันว่า ประเทศไทยขาดครูฟิสิกส์ ...มีนักศึกษา ปี 1 คณะวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยทุกแห่งของไทย ก็คนที่เลือกเรียนฟิสิกส์เป็นอันดับหนึ่ง เมื่อสอบถามสาเหตุ จะได้คำตอบเหมือนกันว่า **เรียนยาก เงินเดือนน้อย หางานทำยาก**อีกต่างหาก ครูฟิสิกส์ในโรงเรียนมัธยม มีก็คนที่เรียนจบฟิสิกส์มาโดยตรง มีก็คนที่เข้าใจในเนื้อหาที่สอนอย่างถ่องแท้ (ไม่ใช่เพียงตำราสอน หรือท่องมาสอน)..... บางมหาวิทยาลัยเปิดรับนักศึกษา ปริญญาโท จากครุวิชาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาคาดแคลนครุวิชาศาสตร์ เรียกกันว่า **หลักสูตร 2** จับมาเรียนกัน 2 ปี 3 ปี จบออกไปหวังจะให้กลับไปสอนนักเรียนได้อย่างมีคุณภาพ.....ผลลัพธ์ที่ผู้เขียนสัมผัสดูเหมือนจะสวนทางกับความคาดหวัง.....**ย้อนกลับไปดูข้อมูล (ข้อเท็จจริง) ตอนต้นบทความ.....นั่นแหละคือผลงานที่เกิดขึ้นจริง.....!!!!!!**

เมื่อก่อนที่การใช้งานไมโครคอมพิวเตอร์จะเฟื่องฟู เช่นทุกวันนี้ สิ่งที่ครูฟิสิกส์ขาด และร้องขอกันมาตลอดคือ สื่อการสอน เพราะราคาแพง ไม่มีงบประมาณหรือมีน้อย โรงเรียนไม่สนับสนุน ทำให้การเรียนการสอนไม่สัมฤทธิ์ผล ทุกวันนี้ทุกโรงเรียนมีสื่อการสอน อุปกรณ์การทดลอง ครบถ้วน หรือเกือบครบถ้วน บางแห่งมีอุปกรณ์ชิ้นราคาแพงกว่าที่สถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษามีใช้เสียอีก แต่ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนก็.....(กลับไปดูที่ตอนต้น ของบทความอีกที)

ปัจจุบัน สื่ออิเล็กทรอนิกส์มาแรง เรียกกันว่า CAI บ้าง E Learning บ้าง ปัญหาการสอนฟิสิกส์ที่ล้มเหลว ก็อ้างว่าเป็นเพราะไม่มี E Learning วิชาฟิสิกส์ที่มีคุณภาพ ????

ข้อเท็จจริงคือ ไม่ว่าจะมีสื่อการสอนดีเพียงใดก็ตาม หากครูผู้สอนไม่เข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีก็ยากที่จะนำการเรียนรู้ของเด็กนักเรียนให้เข้าใจในสาระนั้นได้ ในแง่ของบทเรียน E Learning ก็เช่นกัน หากครูผู้สร้าง ไม่มีความรู้ในเนื้อหาน้อยอย่างลึกซึ้ง ก็ยากที่จะสร้างสื่อขึ้น ให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหา นั้น ๆ ได้อย่างแจ่มชัด

ประเด็นของ E Learning นั้นเป็นโจทย์ใหญ่ขึ้นมา และจะล้างผลาญงบประมาณจำนวนมากอย่างไรประโยชน์ ซึ่งจะขอไม่กล่าวถึงรายละเอียดในที่นี้

สรุปว่า ปัญหารากเหง้าในกรณีนี้ คือ **ครูไม่เข้าใจในเนื้อหาฟิสิกส์**ที่สอนอย่างแจ่มชัด ลึกซึ้ง เพราะต้องยอมรับความจริงกันว่า คนที่เข้าใจฟิสิกส์ในสาขาต่าง ๆ ลึกซึ้ง พวกนั้นไปเป็นนักวิจัย นักทฤษฎีฟิสิกส์ กันหมด เหลือผู้ที่ (ที่จริงก็ไม่ได้อยากเรียนฟิสิกส์) เรียนฟิสิกส์เพราะสถานการณ์บังคับ ไปเป็นครูฟิสิกส์ที่มีหน้าที่ปูพื้นฐานความรู้ในระดับรากฐานของประเทศ

ทำอย่างไร จะให้มีเหตุการณ์ กลับหัวกลับหาง ที่นักเรียนพากันแข่งเรียนฟิสิกส์ เรียนแล้วสนุกสนาน ทำหาย อยากศึกษาให้ลึกซึ้ง หาทางไปประยุกต์ใช้ ให้มากยิ่งขึ้น นักฟิสิกส์เก่ง ๆ ทั้งหลายทั่วประเทศไทย น่าจะหันหน้าเข้าหากัน ศึกษาวิเคราะห์ **หาสูตรสำเร็จ (ที่นักฟิสิกส์ชอบทำ) ที่จะแก้โจทย์ (solution) ที่วางไว้เป็นหัวเรื่องของบทความ** ถ้าทำได้สำเร็จ หรือแม้แต่บางส่วนก็จะช่วยให้ประเทศไทยพัฒนาก้าวหน้าตามได้เท่าทันประเทศอื่นๆ ได้สำเร็จ เพราะสำพังที่หามรุ่งหามค่ำทำ (วิจัย) กันอยู่ทุกวันนี้ หากขาดรากฐานสำคัญในระดับล่าง (เยาวชนรุ่นหลัง) ก็คงยากที่จะพัฒนาได้อย่างยั่งยืน

PEANUTS



จาก นสพ. Bangkok Post

วัดรักมีโลก (1)

สมชาย เกียรติกมลชัย

ณิวัสดิ์ครับท่านผู้อ่านวารสารฟิสิกส์ไทยทุกท่าน คอส์มันน์ "เรียนเล่นฟิสิกส์" ขอเปิดตัวเป็นครั้งแรกในฉบับนี้ โดยขอเป็นสื่อกลางสำหรับการเรียนรู้ฟิสิกส์ผ่านกิจกรรม กึ่งเรียน กึ่งเล่น หรือถ้าให้ทันสมัยก็ต้องใช้คำว่า "edutainment" อันที่จริงแล้ว ท่านผู้อ่านหลาย ๆ คนที่เป็นครู อาจารย์ อาจได้ประยุกต์ใช้การเรียนรู้จากของจริง ๆ เรียนรู้จากของในห้องเรียนหรือเรียนรู้จากการสาธิตทางฟิสิกส์มาบ้างแล้ว ซึ่งผู้เขียนอยากจะขอเปิดเวทีนี้เป็นสื่อกลาง สำหรับสมาชิกสมาคมและผู้สนใจได้มีโอกาสนำเสนอรูปแบบ กิจกรรมเรียนเล่นฟิสิกส์ที่เคยประสบพบมาเล่าสู่กันฟัง อีกทั้งเพื่อเราจะได้ช่วยกันส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงมากยิ่งขึ้น

ผู้เขียนอยากเน้นว่าการเรียนเล่นฟิสิกส์ ในความหมายที่ต้องการเน้นอันที่จริงก็มีความหมายใกล้เคียงกับกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่รู้จักกันดีอยู่แล้ว อันประกอบ ด้วยกระบวนการสังเกต ตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสรุปผล แต่เป็นที่น่าเสียดายว่านักเรียนไทยจำนวนมาก ไม่มีโอกาสได้ฝึกฝนกระบวนการดังกล่าวครบทุกขั้นตอน อาจเป็นเพราะกระบวนการวัดผลค่อนข้างยาก **อีกทั้งด้วยรูปแบบการสอบเอ็นทรานซ์ในปัจจุบันที่ให้นักเรียนต้องมุ่งการแก้โจทย์แก้ปัญหามากกว่าการคำนึงถึง "ที่มาของปัญหา"** อันที่จริงการแก้โจทย์เก่งๆ ก็ดี เพราะนักเรียนได้แสดงออกมา มีความพยายามในการเรียน แต่หากว่าเก่งแต่แก้โจทย์จนขาดทักษะทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่นก็จะเป็นผลเสียอย่างยิ่ง ในระยะยาว โดยเฉพาะนักเรียนที่ต้องการทำงานเป็นนักวิจัยหรือนักวิทยาศาสตร์ในอนาคต มีนักเรียนอีกจำนวนมากที่ใช้เวลาในการแก้โจทย์แบบเดิมๆ ซ้ำไปซ้ำมาและดูเหมือนว่าจะมี "สูตร" สำเร็จในการแก้โจทย์เพื่อลดเวลาการคำนวณลง ในสถานการณ์จริง ๆ ที่เราต้องเจอปัญหาที่อยู่รอบความเคยชิน ปัญหาที่แปลกออกไปจากเนื้อหาหมยมปลาย **"สูตรสำเร็จ"** ที่ท่องได้อาจไม่ช่วยแก้ปัญหาได้เลย หรือไม่เช่นนั้นนักเรียนก็จะเกิดความไม่แน่ใจว่าสูตรนั้นใช้ได้หรือไม่

โลกของฟิสิกส์ไม่ได้มีเฉพาะจุดมวล กล้องสี่เหลี่ยม ล้อกลิ้งไปมา เชือก แรงดึงหรือแรงอัดในสปริง การเคลื่อนที่ แบบ



ซิมเปิลฮาร์โมนิกที่เป็นฟังก์ชันแบบ sinusoidal ที่สมบูรณ์แบบเสมอไป สิ่งเหล่านี้เป็นเพียงสิ่งเล็กน้อย หนึ่งในล้านล้านสิ่งในชีวิตประจำวันที่เราพบเจอ ผู้เขียน คิดว่าถึงเวลาแล้วที่เราต้องเอา "ของจริง" มาให้นักเรียนดู เอา "ข้อบกพร่อง" ต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาในอดีตมาพูดคุยกันใหม่ เอา "ข้อสมมุติ" ต่าง ๆ ที่ทำให้ปัญหาแก้ได้ง่ายขึ้นออกไป เพิ่มการเรียนรู้ที่ สมจริงสมจังด้วยกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ครบ **ไม่เน้นปริมาณแต่นับคุณภาพ** ให้นักเรียนได้ **"ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์"** ที่มีมาตรฐานเพื่อเป็นเครื่องมือไปประยุกต์กับการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ อีกมากมายที่ไม่อาจยกมาพูดให้ฟังในชั้นเรียนได้ การจะทำเช่นนี้ได้ อย่างสมบูรณ์แบบจำเป็นที่ครูอาจารย์ผู้สอน จะต้องทำงานหนักขึ้นเพราะต้อง **"สำรวจตรวจสอบ"** เนื้อหาวิชาอย่างหนักและอย่างบูรณาการให้ได้กับชีวิตประจำวัน แต่ถึงกระนั้นในบางครั้งอาจมีบางประเด็นที่เราตอบคำถามเด็กนักเรียนไม่ได้ ซึ่งก็ถึงเวลาแล้วเช่นกันครับว่า มันไม่ใช่เรื่องน่าอาย ศิษย์ที่เก่งกว่าครูเป็นเรื่องน่ายินดี

ที่เกริ่นมาเสียยาว ก็เพียงแต่อยากให้ท่านผู้อ่านได้ตระหนักว่า เราน่าจะให้นักเรียนได้เรียนและทำของจริง "จริงๆ" เสียที **เพื่อเป็นตัวอย่าง** ผู้เขียนจะขอยกกิจกรรมหนึ่ง ซึ่งได้ใช้ระหว่างการเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุน พสวท. ระดับมัธยมศึกษา ณ อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2546 กิจกรรมนี้มีชื่อว่า **"การวัดรัศมีโลก"** อันที่จริงกิจกรรมนี้ไม่ได้เริ่มจากนักเรียน เพราะได้ถูกจัดเป็นหนึ่งในฐาน

ของแรลลีวิทยาศาสตร์ เป็นฐานที่ทำให้หาความสามารถเด็ก ๆ มากกว่าคร่ำบ่งจะแก้ปัญหาละพละหน้าที่มีให้หรือไม่ แต่สิ่งทีผู้เขียนต้องทำก่อนก็คือ ต้องแก้ปัญหานี้ให้ได้เสียก่อน แล้วจึงจะสามารถให้คำแนะนำการแก้ปัญหานี้ได้

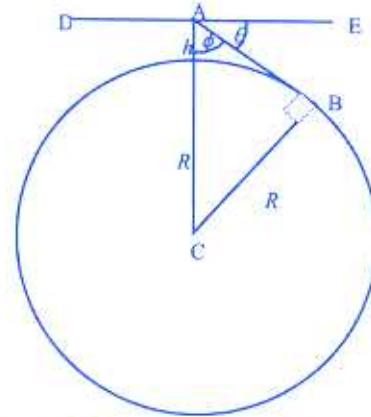
กิจกรรมนี้มีที่ม่ง่าย ๆ ก็คือ จากการย่นกินลมชมวิวที่ชายทะเลของอ่าวคุ้งกระเบน เมื่อมองไปไกลสุดตา เราจะเห็นถึงความสวยงามของท้องฟ้าและน้ำทะเล เห็นถึงความ ใหญ่โตของ โลกใบนี้ สิ่งหนึ่งที่ **สังเกต** เห็นก็คือผิวน้ำทะเลโค้ง ด้วยความอยากรู้อยากเห็นของผู้เขียนจึงเกิดประกายของการ**ตั้งปัญหา**ว่า เราจะทำอย่างไรจึงจะวัดขนาดของโลกนี้ได้ อันที่จริงอาจมีบางท่านแย้งว่าก็ในเมื่อเราทราบแล้วว่า โลกนี้มีรัศมีประมาณ 5600 กิโลเมตรแล้วจะทำกิจกรรมนี้ไปเพื่ออะไร ผู้เขียนคงต้องแย้งกลับว่า ความสนุกของกิจกรรมนี้ไม่ได้อยู่ที่ **"รัศมีเท่าไร"** แต่อยู่ที่ **"วัดอย่างไร"** ซึ่งเมื่อเปิดโอกาสให้เด็กคิด ผู้เขียนเชื่อว่าเราจะได้เห็นแนวทางอีกมากมายที่มีทั้งที่เป็นไปได้ และล้มเหลว แต่สำหรับเด็ก ๆ นั้นคือความสนุก อีกทั้งกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมกลุ่ม เราก็จะฝึกให้เด็ก ได้ช่วยกันทำงานด้วย

สมมติฐานที่เรามี ณ เวลานั้นก็คือเราน่าจะใช้ความโค้งของผิวน้ำทะเลให้เป็นประโยชน์ โดยการพูดคุยปรึกษา กับ **อาจารย์ ดร. สมศักดิ์ โอฬารกิจเจริญ จากภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล** ซึ่งเป็นรุ่นพี่ของผู้เขียน ที่กำลังเข้าค่ายด้วยกัน เรา ก็ได้วิธีการทดลองที่ใช้อุปกรณ์การวัดง่าย ๆ (การวัดรัศมีโลกอาจจะทำได้หลายวิธีและผู้เขียน ก็เชื่อว่าท่านผู้อ่านอาจมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป) รูปแบบที่ได้คิดขึ้นอาศัยอุปกรณ์เพียง 4 ชิ้น ได้แก่ สายยางพลาตติกใสที่ใส่น้ำแล้วเกือบเต็มสาย ยาวประมาณ 20 เมตร เชือกฟางยาวประมาณ 40 เมตร ไม้เมตร 1 อัน และไม้บรรทัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

ท่านผู้อ่านเมื่ออ่านมาถึงบรรทัดนี้คิดว่า เราจะวัดรัศมีโลกได้อย่างไรด้วยอุปกรณ์ที่กำหนดมา

ลองหยุดอ่าน ณ ตำแหน่งนี้ ปิดวารสาร..... และลองคิดดูก่อนนะครับ.....ผมว่าท่านคิดได้.....

สิ่งที่ผู้เขียนและอาจารย์สมศักดิ์ได้สรุป ออกมาเป็นดังนี้ครับ แนวคิดหลักของการวัดรัศมีโลกก็คือ เมื่อเรายืนนิ่ง ๆ บนชายหาดสมมติว่าดวงตาอยู่ที่จุด A และสูง h จากระดับน้ำทะเล ให้วงกลมแทนผิวน้ำทะเล การที่เรายืนบนชายหาด ด้วยของเรา



กำลังยืนตั้งฉากกับผิวน้ำทะเล (ไม่เช่นนั้นเราคงเอนและล้มในที่สุด) เมื่อเรามองไกลออกไปเห็นเส้นขอบฟ้าอยู่ที่จุด B เส้นตรงที่เชื่อมจากตาเราไปขอบฟ้า (เส้นตรง AB) เป็นเส้นสัมผัสทรงกลมผิวน้ำทะเลที่จุด B พอดี จากสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ถ้าหากเราทราบ ค่ามุมที่เราหันมองขอบฟ้า θ และค่าความสูงของตาจากระดับน้ำทะเล h เราก็จะสามารถคำนวณ รัศมีโลกได้โดยใช้ความสัมพันธ์

$$\frac{R}{R+h} = \sin \phi$$

ซึ่งจัดรูปได้ว่า $R = \frac{h \sin \phi}{1 - \sin \phi}$ โดยที่มุม $\phi = \frac{\pi}{2} - \theta$

ถึงแม้สูตรที่ใช้จะดูง่ายเหลือเกินแต่อุปสรรคใหญ่ที่ตามมาก็คือ เราจะวัดค่ามุมกับ θ ได้อย่างไร นั่นเป็นงานอีกส่วนหนึ่ง ที่ท้าทายความสามารถของเด็กนักเรียน เราได้ทำการออกแบบการทดลองที่ใช้ของที่มีอยู่ในท้องถื่น หาได้ในละแวกอ่าวคุ้งกระเบนนั้น

ผมขอปิดคอสมันนี้แค่นี้ก่อนครับเพื่อเปิดโอกาส ให้ท่านผู้อ่านได้ลองคิดตามดูว่าจะออกแบบการทดลองวัดมุม θ เองอย่างไร ฉบับหน้าผมจะมาเล่าให้ฟังต่อว่าผมและอาจารย์สมศักดิ์ออกแบบการวัดอย่างไร

อยากจะขอเน้นย้ำครับว่ากิจกรรมนี้ใช้เวลาคิด และออกแบบการทดลองประมาณ 3 ชั่วโมงครับว่าจะ ได้เป็นสูตรที่ดูง่าย และการทดลองที่เรียบง่ายเช่นนี้ที่จะกล่าวต่อไปในฉบับหน้าสังสรรค์อันหนึ่งที่ได้ก็คือ ความเรียบง่ายของสิ่งที่ได้ข่างแปรผกผันกับความพยายามที่ใช้จริง ๆ ครับ (ฮา)



(กรุณาติดตามต่อฉบับหน้า)

ในการคำนวณลักษณะการเคลื่อนที่ของระบบวัตถุประกอบ ที่มีขนาดใหญ่หรือมีความซับซ้อน การคำนวณให้ได้ motion หรือปริมาณข้อ (1) เพื่อให้ทราบถึงการเคลื่อนที่ทั้งหมดของแต่ละวัตถุอย่างสมบูรณ์จริงๆ เป็นไปได้ยาก เพราะ

1. การวิเคราะห์แรงขึ้นกับโครงสร้างทั้งหมดของระบบประกอบมีความยาก เนื่องจากต้องวิเคราะห์ทุกความซับซ้อนของโครงสร้างระบบ และแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทาง การคิดผลรวมของแรงต่อวัตถุใดวัตถุหนึ่งภายในระบบจึงมีความยาก เพราะต้องทำการบวกแบบเวกเตอร์

2. ผล motion ที่ต้องการ และปริมาณความเร็ว, ความเร่งของระบบประกอบ มีทั้งขนาดและทิศทางที่เป็นการเคลื่อนที่ของแต่ละวัตถุภายในระบบซึ่งมีโครงสร้างซับซ้อน และได้ออกมาจากการแก้สมการการเคลื่อนที่ของทุกส่วนของระบบโดยตรง ดังนั้น จึงคำนวณออกมายาก

ลองพิจารณาปริมาณที่เรียกว่า พลังงาน ซึ่งมี 2 แบบ คือ พลังงานจลน์ (T) และพลังงานศักย์ (V) โดยที่ให้คำว่า "พลังงาน (E)" หมายถึง ผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ ปริมาณพลังงานมีคุณสมบัติพิเศษ คือ

1. พลังงานของระบบประกอบที่มีแรงอนุรักษ์ มีค่าอนุรักษ์

2. เป็นปริมาณสเกลาร์

3. ระบบกลศาสตร์พื้นฐาน คือระบบที่ประกอบด้วยอนุภาคที่มีอันตรกิริยาต่อกันด้วยแรงพื้นฐานจำนวนมาก เช่น ระบบแรงโน้มถ่วง และแรงไฟฟ้า เป็นระบบแรงอนุรักษ์ ทำให้ (ดู H. Goldstein (1980). *Classical Mechanics*. 2nd ed. Addison-Wesley. หน้า 5-11) :-

3.1 พลังงานของแต่ละวัตถุองค์ประกอบในระบบประกอบมีรูปฟังก์ชันขึ้นกับปริมาณพื้นฐานในข้อ (1) และ (2) โดยที่ข้อ (1) เป็นปริมาณที่สังเกตได้โดยตรงของแต่ละวัตถุ ข้อ (2) เป็นปริมาณที่เป็นสมบัติเฉพาะของตัววัตถุนั้นเอง

3.2 ปริมาณพลังงานของระบบประกอบ ประกอบขึ้นจากพลังงานของแต่ละวัตถุองค์ประกอบด้วยการบวกโดยตรง คือ $T + V = E = (T_1 + V_1) + (T_2 + V_2) + (T_3 + V_3) + \dots$ โดยที่ 1, 2, 3, ..., n หมายถึง ดัชนีที่ใช้ลำดับแต่ละตัววัตถุที่เป็นองค์ประกอบของระบบ ซึ่งง่ายกว่าการวิเคราะห์แรงรวมที่กระทำ

ต่อแต่ละวัตถุ

ดังนั้นปริมาณพลังงานจึงมีคุณสมบัติที่ดีที่สามารถ

ก. แสดงลักษณะเฉพาะของระบบได้ (ข้อ 3.1)

ข. คำนวณค่าได้จากเงื่อนไขเริ่มต้นของระบบ (ข้อ 3.1)

ซึ่งไม่ว่าระบบจะมีวิวัฒนาการอย่างไร ก็ยังมีค่าๆ เดิม เพราะค่าของมันอนุรักษ์ (ข้อ 1)

ค. การดำเนินการกับพลังงานทำได้ง่าย เพราะเป็นสเกลาร์ (ข้อ 2) และพลังงานรวมของระบบประกอบ สามารถประกอบขึ้นได้ง่าย จากการบวกพลังงานของแต่ละวัตถุองค์ประกอบโดยตรง (ข้อ 3.2)

ดังนั้น (โดยเฉพาะเหตุผลข้อ ก. และ ค.) จึงนิยมใช้ปริมาณพลังงานเป็นตัวแสดงสมบัติเชิงคุณภาพของระบบประกอบขนาดใหญ่แทนการคำนวณ motion จริงๆ ของระบบซึ่งทำได้ยาก โดยสำหรับระบบประกอบหนึ่งๆ ที่อ้างอิงการเคลื่อนที่ของมันเทียบกับผู้สังเกตคนหนึ่งๆ ขนาดของปริมาณพลังงานแสดงถึง "ระดับความรุนแรง" ของการเคลื่อนที่ภายในระบบ ดังนี้

พลังงานจลน์แสดงถึง มวลและอัตราเร็วของแต่ละวัตถุหรือส่วนย่อยๆ ของระบบรวมๆ กัน ถ้ามีค่ามาก แสดงว่าภายในระบบประกอบมีการเคลื่อนที่รวดเร็วมาก ด้วยขนาดโมเมนตัมรวมมาก ซึ่งแสดงถึง "ระดับความรุนแรงของเฉพาะด้านการเคลื่อนที่ที่ปรากฏจริงๆ (pure motion) ของวัตถุภายในระบบ" ณ ขณะเวลาหนึ่งๆ **พลังงานศักย์** แสดงถึงขนาดของแรงที่ส่วนย่อยๆ ของระบบกระทำต่อกัน ถ้ามีค่ามากก็แสดงถึงภายในระบบมีแรงกระทำต่อกันมาก นั่นคือแสดงถึง "ระดับความรุนแรงของแรงที่กระทำต่อกันภายในระบบ" ณ ขณะเวลาหนึ่งๆ เช่นกัน และเมื่อรวมทั้งสองเข้าด้วยกันก็แสดงถึง "ระดับความรุนแรง" ของการเคลื่อนที่ของวัตถุภายในระบบนั่นเอง

แม้การทราบค่าพลังงานไม่ได้แสดงถึง motion ของระบบ ณ ขณะใดๆ โดยตรง แต่ก็ทำให้ทราบลักษณะการเคลื่อนที่ของระบบได้คร่าวๆ คือ ในแง่ "ระดับความรุนแรง" และสามารถนำไปใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะ "ระดับความรุนแรง" ระหว่างระบบประกอบที่ต่างกันด้วย โดยผู้เขียนคิดว่าการเปรียบเทียบนี้ไม่เป็นปัญหาถ้าต้องการเปรียบเทียบเฉพาะค่าปริมาณพลังงานจลน์ เพราะพลังงานจลน์มีค่าเป็นได้อย่างเดียว (unique) แต่ถ้า

ต้องการเปรียบเทียบปริมาณพลังงานศักย์ ตลอดจนพลังงานรวม เนื่องจากพลังงานศักย์มีค่าไม่เป็นได้อย่างเดียว จะมีปัญหาว่า จะนิยามจุดอ้างอิง (zero level) ของพลังงานศักย์ของระบบประกอบหนึ่งๆ และระหว่างระบบประกอบอื่นๆ ที่มาเปรียบเทียบกันว่าอยู่ที่ไหน อย่างไร

จะเห็นว่าสำหรับระบบประกอบหนึ่งๆ เราสามารถให้จุดอ้างอิงของแต่ละพลังงานศักย์ย่อยๆ ของแต่ละวัตถุประกอบเป็นจุดใดก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นจุดเดียวกันในทุกวัตถุ ในการนิยามจุดอ้างอิงโดยทั่วไปเช่นนี้นั้นจะได้พลังงานศักย์ของแต่ละวัตถุ $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ที่อยู่ที่ตำแหน่ง P_i ต่างๆ ในรูปทั่วไปคือ $V_i(P_i) = f_i(P_i) + C_i$ โดยที่ $f_i(P_i)$ เป็นพจน์ที่ต้องมีตัวแปรตำแหน่งและ C_i เป็นพจน์คงที่ ดังนั้นผู้เขียนเข้าใจว่า (เป็นแค่การเปิดประเด็นชวนผู้อ่าน สืบค้นต่อ) เพื่อให้ง่าย จึงใช้วิธีกำหนดนิยามจุดอ้างอิงในลักษณะที่ทำให้พจน์ C_i จากทุกวัตถุประกอบที่เกิดขึ้นเป็นศูนย์ทั้งหมด ทำให้ได้พลังงานศักย์รวมประกอบขึ้นจากพจน์ที่ต้องมีตัวแปรอยู่เท่านั้น แล้วจึงใช้พลังงานศักย์รวมในรูปนี้เป็นตัวกลางในการเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ อย่างเช่น การเปรียบเทียบพลังงานศักย์รวมของระบบแรงโน้มถ่วงใกล้ผิวโลกประกอบ กับระบบ

ตัวสั้นฮาร์โมนิคอย่างง่ายประกอบ จะใช้พลังงานศักย์ในรูป $V = m_1gh_1 + m_2gh_2 + m_3gh_3 + \dots + m_ngh_n$ กับรูป $V = \frac{1}{2}k(x_1)^2 + \frac{1}{2}k(x_2)^2 + \frac{1}{2}k(x_3)^2 + \dots + \frac{1}{2}k(x_n)^2$ เป็นตัวเปรียบเทียบกัน ตามลำดับ โดยไม่ต้องคิดพจน์ค่าคงที่ใดๆ นอกจาก นี้พจน์ค่าคงที่ของพลังงานศักย์ที่เกิดขึ้นจากการเลือกจุดอ้างอิงดังกล่าวไม่มีผลต่อปริมาณที่สังเกตได้โดยตรงอย่าง motion ลองดูตัวอย่างในกลศาสตร์สถิติที่ใช้พลังงานศักย์ของระบบประกอบขนาดใหญ่ในรูปนี้เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของระบบเสมอ เช่น ดู K. Huang (1987), Statistical Mechanics, 2nd ed. John-Wiley. สมการ (10.1) หน้า 213 และดู F. Reif (1985), Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, McGraw-Hill. สมการ (7.7.1) หน้า 253

หมายเหตุ: คำว่า "ระดับความรุนแรง" ที่ผู้เขียนใช้เขียนเป็นคำจำกัดความที่ชัดเจนได้ยาก ต้องใช้การนิยามเอาจากรูปร่างของสมการนิยามพลังงานในรูปปริมาณพื้นฐาน (ซึ่งเป็นหนึ่งในปริมาณข้อ (3) ที่นิยามขึ้นจากปริมาณข้อ (1) และ (2) ก่อนหน้า) และเนื่องจากสมการมีความซับซ้อนจึงนึกได้เป็นภาพคร่าวๆเท่านั้น

THE FLINTSTONES



จาก นสพ. Bangkok Post

ตู้เย็นแม่เหล็ก

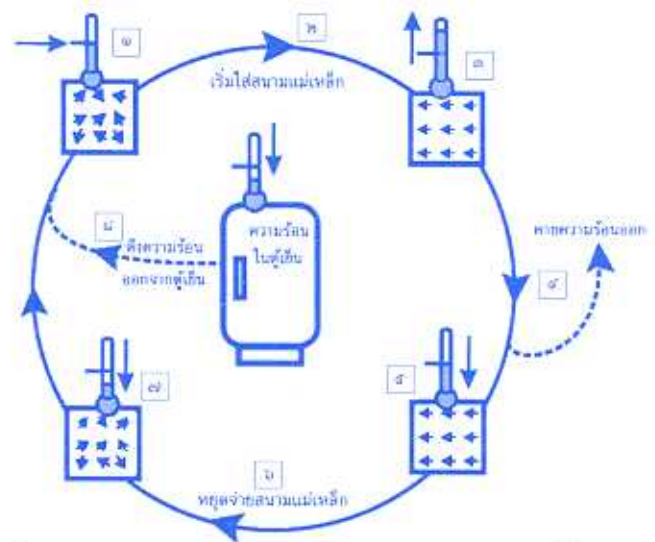
รัตติกร ยัมนิริญ และ ยงยุทธ เหล่าศิริถาวร*

ปี 1931 คริสตจักรฟิสิกส์ทุกท่านที่ให้ความสนใจกับความ เป็นไปของวัสดุศาสตร์ที่ถูกนับเป็นหนึ่งใน "ศาสตร์ในเชิงประยุกต์" ที่มีการนำฟิสิกส์มาผสมผสานเข้ากับศาสตร์อื่นๆ ได้อย่างลงตัว มาก และเกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างกว้างขวาง ผู้เขียน มีความยินดีเป็นอย่างยิ่ง (บวกกับความประหม่าเป็นอย่างมาก) ที่ทางกอง บก. วารสารฟิสิกส์ไทย ได้เปิดโอกาสให้มีการนำเสนอ เรื่องราวของวัสดุศาสตร์ในมุมมองของฟิสิกส์ในลักษณะของ การ "เล่าสู่กันฟัง"

เราคงจะเริ่มต้นจากเรื่องราวที่ใกล้ตัวก่อนในฉบับนี้ เอา เป็นว่าเริ่มจากในครัวเลยแล้วกัน ตู้เย็น เป็นเครื่องใช้ในครัวเรือน ที่มีความจำเป็นมาก โดยเฉพาะในหน้าร้อน ที่นับวันจะร้อนมาก ขึ้น ในอดีตนั้นตู้เย็นมีการใช้สารหล่อเย็นที่ทำลายชั้นโอโซน แต่ ก็ได้มีการพัฒนาจนดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ได้มีการรายงานถึงตู้เย็น ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้นด้วยการใช้ "แม่เหล็ก" เข้ามาช่วย ซึ่ง "ตู้เย็นแม่เหล็ก" (magnetic refrigerator) นี้ จะไม่มีการใช้สาร ที่ทำให้เกิดการทำลายชั้นโอโซน คือ CFC (chlorofluorocarbons) และสารที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก คือ HFC (hydro fluorocarbons) หรือ HCFC (hydrochlorofluorocarbons) และยังมีประสิทธิภาพที่อาจสูงถึง 60% เมื่อเปรียบเทียบกับที่ดี ที่สุดเพียง 40% สำหรับตู้เย็นระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ทั้งนี้ หลายท่านคงสงสัยแล้วว่า "ตู้เย็นแม่เหล็ก" นี้เป็นอย่างไร แต่อย่า ไปสับสนกับแม่เหล็กที่ใช้ติดรายการซื้อของ หรือโปสเตอร์ด รวมทั้งตัวการดูดฝุ่นระดับบนบานประตูตู้เย็นนะครับ

หลักการทางานของตู้เย็นประเภทนี้นั้นใช้ปรากฏการณ์ แม่เหล็กความร้อน (magnetocaloric effect) ซึ่งอาจจะเข้าใจง่าย ขึ้นโดยใช้แผนภูมิในรูปที่ 1 พร้อมกับคำอธิบายจากกฎข้อที่สอง ทางอุณหพลศาสตร์ (เทอร์โมไดนามิกส์) ซึ่งกล่าวถึงเอนโทรปี (entropy) หรือ ความไม่เป็นระเบียบ (disorder) ของระบบใดๆ จะต้องเพิ่มขึ้นตามเวลา นั่นคือจากรูปที่ 1 (1) ณ ที่อุณหภูมิ ตั้งต้นเท่ากับสิ่งแวดล้อมภายนอก สารแม่เหล็กซึ่งมีการจัดเรียงตัว ของโมเมนต์แม่เหล็ก (สภาพแม่เหล็ก, Magnetization) อย่างไม่

เป็นระเบียบ (2) จะถูกนำมาอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็ก (3) แล้ว จะเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ของโมเมนต์แม่เหล็กให้เป็นระเบียบ มากขึ้นตามทิศของสนามแม่เหล็กซึ่งเอนโทรปี หรือความไม่เป็น ระเบียบของระบบก็จะลดลง ดังนั้นผลที่ตามมาของกฎข้อที่สอง ระบบจะเกิดการชดเชยให้มีการเพิ่มขึ้นของความไม่เป็นระเบียบ โดยเกิดการเคลื่อนที่หรือการสั่นของอะตอมอย่างสุ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้น สรุปก็คือสนามแม่เหล็กที่ใส่เข้าไปจะทำให้ สารแม่เหล็กร้อนขึ้น (4) ความร้อนที่เพิ่มขึ้นนี้จะสามารถถูกกำจัด ออกไปสู่ภายนอกโดยการหล่อเย็นด้วยน้ำหรืออากาศ ซึ่งเมื่อผ่าน ขึ้นตอนนี้แล้ว (5) สารแม่เหล็กจะมีอุณหภูมิเท่ากับสิ่งแวดล้อม (6) หลังจากนั้นเมื่อหยุดให้สนามแม่เหล็กกับสารแม่เหล็ก (7) การ จัดเรียงตัวของโมเมนต์แม่เหล็กอย่างไม่เป็นระเบียบ จะเกิดขึ้น



รูปที่ 1 แผนภูมิหลักการทำงานของตู้เย็นแม่เหล็ก ลูกศรขึ้นและ ลงทางด้านข้างของเทอร์โมมิเตอร์ แสดงการเพิ่มขึ้นและลดลง ของอุณหภูมิตามลำดับ

อีกครั้ง ส่งผลให้อุณหภูมิของสารแม่เหล็กลดลงต่ำกว่าสิ่งแวดล้อม นั่นหมายความว่าเมื่อนำสารแม่เหล็กนี้ไปสัมผัสกับอากาศ ภายในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิสูงกว่าสารแม่เหล็ก (8) สารแม่เหล็กนี้ก็จะ ดูดความร้อนออกไปจากตู้เย็นได้ทำให้เกิดการคงความเย็นในตู้เย็น

*อาจารย์ (ดร.) ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นั่นเอง รวมขั้นตอนทั้งหมด(1-8)นี้ เป็นการทำงานครบรอบของ
ตู้เย็นแม่เหล็ก

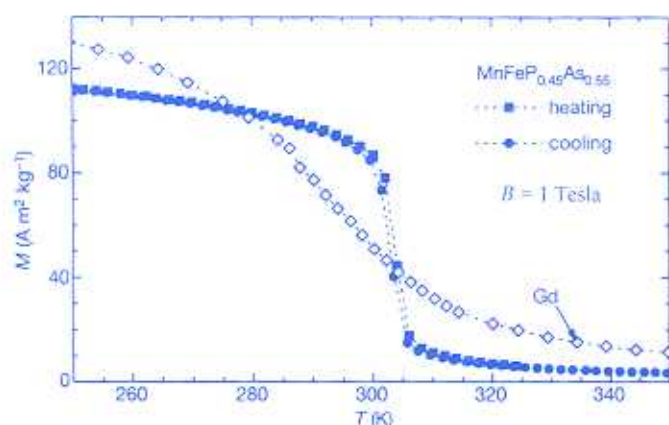
ฟังดูแล้วไม่น่าจะเป็นเรื่องใหม่ ทั้งนี้เพราะปรากฏการณ์
แม่เหล็กความร้อนก็ค้นพบมาแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2424 โดย E.
Warburg ซึ่งในความเป็นจริงแล้วก็ได้มีความพยายามที่จะพัฒนา
ตู้เย็นแม่เหล็กอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะใช้ประโยชน์จากข้อดีหลายๆ
อย่างของระบบที่ว่า แต่ก็ติดขัดอยู่หลายประการ จุดนี้ก็เลยเปิด
ช่องให้นักวิทยาศาสตร์เข้ามารับพระเอกขึ้นมาช่วยบ้าง
(วกมาเข้าเรื่องจนได้)

เนื่องจากความเป็นจริงที่ว่า ประสิทธิภาพของระบบการ
ทำความเย็นดังกล่าวมานั้นขึ้นอยู่กับขนาดของสนามแม่เหล็ก
และโมเมนต์แม่เหล็กของสารแม่เหล็กที่ใช้เป็นสำคัญ ทำให้งาน
วิจัยส่วนใหญ่มุ่งไปที่ธาตุที่เป็นโลหะหายาก ซึ่งจะมีโมเมนต์
แม่เหล็กสูงที่สุด โดยที่เด่นที่สุดก็คือ สารประกอบของธาตุ
แกโดลิเนียม (gadolinium) กล่าวคือ $Gd_5(Ge_xSi_{5-x})_4$ ($0.2 \leq x \leq 0.5$) ซึ่งก็ได้มีการทดลองให้เห็นแล้วว่า สามารถนำมาใช้ในระบบ
หล่อเย็นด้วยแม่เหล็ก โดยกลุ่มนักวิจัยที่นำโดย ดร. Vitalij
Pecharsky แห่งห้องปฏิบัติการเอมส์ (Ames Laboratory) และ
กลุ่มนักวิจัยจาก Astronautics Corporation of America ซึ่ง
เรื่องก็อาจจะจบลงแค่นั้น และเร็วนี้ก็อาจจะมียุคทองของตู้เย็น
แม่เหล็กออกมาให้เราได้เลือกซื้อจับจอง แต่ว่าข้ากอนครึบปัญหา
อยู่ที่ว่า สารประกอบดังกล่าวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของเอนโทรปี
ที่มากเพียงพอ ณ ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง (ซึ่งเป็นอุณหภูมิ
ของสิ่งแวดล้อมภายนอกตู้เย็น) จึงทำให้ยังไม่เหมาะสมที่จะนำมา

ใช้ในตู้เย็นแม่เหล็ก

อย่างไรก็ตาม ความหวังก็ยังไม่หมดไปนัก เมื่อกลุ่มวิจัย
จากมหาวิทยาลัย Amsterdam ที่นำทีมโดย ดร. Ekkes Bruck
ได้ค้นพบว่าสารประกอบของธาตุแมงกานีส (manganese) น่าจะ
เป็นทางเลือกใหม่ ซึ่งนอกจากจะเป็นธาตุที่มีค่อนข้างมากมาย
คาบดินในธรรมชาติแล้ว (ตรงกันข้ามกับสารประกอบของธาตุ
แกโดลิเนียม ที่ชื่อก็บ่งบอกว่าหายาก) ยังมีความน่าสนใจอยู่ที่ว่า
ถึงแม้ว่าโมเมนต์แม่เหล็กของธาตุแมงกานีสจะมีค่าเพียงแค่
ประมาณครึ่งหนึ่งของธาตุหายาก แต่กลับมีการเปลี่ยนแปลง
ของเอนโทรปี (ซึ่งแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแม่เหล็ก) ที่
มากกว่า และที่สำคัญที่สุด การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นที่บริเวณ
อุณหภูมิห้อง (ดังจะเห็นได้จากกราฟในรูปที่ 2 ซึ่งสภาพแม่เหล็ก
มีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ณ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
ใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง) ซึ่งด้วยเหตุผลเหล่านี้ ก็จะเป็นการเปิด
ช่องทางให้มีการพัฒนาตู้เย็นแม่เหล็กให้สามารถใช้งานได้ที่
อุณหภูมิห้อง โดยที่ไม่ต้องมีการใช้สนามแม่เหล็กที่แรงมาก ๆ
(ซึ่งอาจสร้างจากแม่เหล็กตัวนำยิ่งยวดที่มีต้นทุนสูง) ประกอบ
ในการทำงาน แต่อย่างไรก็ตาม ก็อย่าเพิ่งตั้งหน้าตั้งตารอที่จะ
ใช้ตู้เย็นแม่เหล็กให้ทันหน้าฝนนี้ะครับ เพราะทุกอย่างยังอยู่
ระหว่างการวิจัยและพัฒนา คงต้องรออีกนานพอประมาณ
หน้าฝนนี้คงต้องใช้ตู้เย็นแบบเก่าไปก่อนครับ

ฉบับหน้าเราจะมาพูดถึงเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์
ในห้องทำงานของหลายๆท่าน โดยจะมองถึงว่า ข้อจำกัดทาง
วัสดุศาสตร์ที่ทำให้ประสิทธิภาพและความเร็วของคอมพิวเตอร์
ที่ทุกท่านใช้กันอยู่ทุกวันกำลังเดินเข้าสู่ทางตัน และหลักการ
ทางฟิสิกส์ที่อยู่เบื้องหลังว่าทำไม? และนักวัสดุศาสตร์เค้าจะ
แก้ปัญหาที่ยังไง? แล้วอีก 3 เดือนพบกันครับ



รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบสภาพแม่เหล็ก (magnetization)
ที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของสาร $MnFeP_{0.45}As_{0.55}$ และ Gd
ภายใต้สนามแม่เหล็กขนาด 1 เทสลา (Tesla)

แปลและเรียบเรียงจาก O. Tegus, E. Bruck, K.H.J. Buschow
and F.R. de Boer, "Transition-Metal-Based Magnetic Re-
frigerants for Room-Temperature Applications," *Nature*,
Vol. 415 (2002) 150-152.

นาโนอนาคต

สุภาพ ชูพันธ์

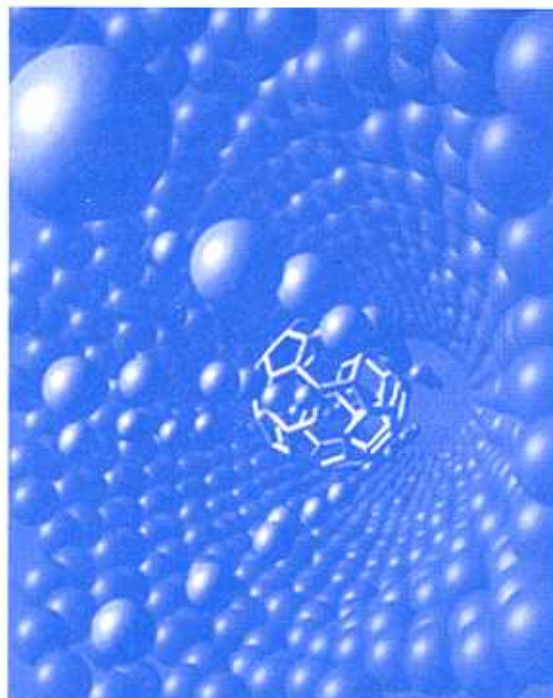
ใจวิไลดิษฐ์ เนื่องจากผมได้มีโอกาสไปร่วมงานการประชุม
 สมัชชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง “ทิศทางอนาคต
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน 10 ปี เพื่อการพัฒนา” ครั้งที่ 3
 เมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2547 ณ ศูนย์การแสดงสินค้านานาชาติ
 อิมแพคเมืองทองธานี ซึ่งงานนี้ ฯพณฯ นายกรัฐมนตรีได้มา
 เป็นประธานเปิดงาน ฉบับแรกนี้ผมจึงขออนุญาตเก็บตกข่าวคราว
 ความเคลื่อนไหวทางด้านนาโนเทคโนโลยี จากงานดังกล่าวมา
 เล่าสู่กันฟัง โดยเฉพาะผมจะขอนำบทสรุปจากการบรรยายพิเศษ
 และจากการที่ผมได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับ
 ศาสตราจารย์ Tomoji Kawai, Director of Nanoscience and
 Nanotechnology Center, ISIR-Sanken, Osaka University,
 Japan ซึ่งได้รับเชิญมาบรรยายพิเศษในหัวข้อเรื่อง Future Trends
 in Nanotechnology (แนวโน้มของนาโนเทคโนโลยีในอนาคต)

นอกจากการบรรยายพิเศษแล้วยังมีการประชุมกลุ่มย่อย
 เพื่อระดมความคิดเห็นแนวทางการพัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจ
 (cluster) 12 กลุ่ม ซึ่งแน่นอนว่าหนึ่งในนั้นคือ กลุ่มนาโนเทคโนโลยี
 ผมจะไม่ขอพูดถึงรายละเอียดในส่วนนั้น สำหรับผู้สนใจสามารถ
 เข้าไปดู สรุปผลการสัมมนา และเอกสารประกอบการสัมมนาได้
 ในเว็บไซต์ <http://www.nstda.or.th/stcongress/>

ก่อนอื่นผมขอพูดถึงถึงความหมายของนาโนเทคโนโลยี
 พูดง่ายๆ สั้นๆ นาโนเทคโนโลยีคือเทคโนโลยีทุกอย่างที่อยู่ใน
 ระดับ 0.1-100 นาโนเมตร นาโนเทคโนโลยีจึงครอบคลุมถึง
 ทั้งฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ทำให้นาโนเทคโนโลยีมีศักยภาพใน
 การนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางมาก

การบรรยายพิเศษนี้เริ่มต้นพูดถึงนาโนเทคโนโลยีใน
 ประเทศญี่ปุ่นว่าเริ่มมีการวางแผนอย่างเป็นแบบฉบับในปี 2544
 โดยการให้ทุนสนับสนุนของรัฐบาลรวมกันปีละประมาณ 65-70
 พันล้านเยน (24-26 พันล้านบาท)

นาโนเทคโนโลยีสามารถแบ่งตามลำดับการพัฒนา ได้
 เป็น 3 รุ่น (generation) กล่าวคือ รุ่นแรกหมายถึงนาโนเทคโนโลยี
 ที่ใช้อยู่ในวงการอุตสาหกรรมอยู่แล้ว เช่น ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
 ในคอมพิวเตอร์ หรือในโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งถือว่าเป็นนาโน
 เทคโนโลยี เพราะว่าชิ้นส่วนประกอบมีขนาดในระดับ 0.1-100



นาโนเมตร เครื่องสำอางและครีมกันแดดที่ใช้อนุภาคนาโน
 หัวไม้กอล์ฟที่ใช้คาร์บอน 60 เป็นส่วนผสม เส้นใยผ้าของเสื้อผ้า
 ขันในที่ถูกเคลือบแบบนาโนซึ่งทำให้ผ้าดูดความชื้นได้ดี ช่วยให้
 สวมใส่สบายขึ้น หรือแม้กระทั่งการเคลือบวิตามิน E ลงบน
 เส้นใยผ้า เพื่อช่วยบำรุงผิวไปในตัว นอกจากนี้ทางด้านอาหาร
 ยังมีสารอาหารที่ถูกสกัดให้มีขนาดอนุภาคนาโน เพื่อทำให้ร่างกาย
 สามารถดูดซึมนำไปใช้ได้ดียิ่งขึ้น เป็นต้น

รุ่นที่สอง เป็นนาโนเทคโนโลยีที่จะสามารถนำไปประยุกต์
 ใช้ได้ในอีก 3-6 ปี เทคโนโลยีในรุ่นนี้ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับ
 เครื่องตรวจวัดการรับสัมผัสทั้งห้า (five sense sensor) ซึ่งสามารถ
 นำมาใช้ในหุ่นยนต์ และใช้ในการเชื่อมต่อกับมนุษย์ (human
 interface) เช่นการควบคุมเครื่องปรับอากาศโดยปรับอากาศจาก
 การวัดสภาพผิวหนังของคนโดยตรงหรือวัดจากอุณหภูมิผิวกาย
 สำหรับเทคนิคการเตรียมแม่แบบ (pattern formation) ด้านนาโน
 ที่น่าจะเป็นคู่แข่งของ lithography คือ ink jet system, และ
 nanoprinting ซึ่งมีข้อดีในแง่ของราคาถูก

ส่วน รุ่นที่สาม หมายถึงนาโนเทคโนโลยีที่จะสามารถ
 นำไปประยุกต์ใช้ได้ไปอีก 20 ปี เช่นทางด้านการสร้างส่วนประกอบ
 ร่างกายมนุษย์ (human body building) ประดิษฐ์เป็นเครื่อง

ตรวจวัดการรับสัมผัสทั้งห้า อวัยวะเทียม และกระดูกเทียม ซึ่งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ นอกจากนี้ยังมีทางด้านไบโอชิพ (ไบโอชิพคือการนำสารชีวภาพ (bio-material) มาทำเป็นอุปกรณ์ลงบนไมโครชิพ) และอุปกรณ์นาโนชีวภาพ (bio-nanodevices) ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางในการออกแบบงานวิจัยยา (drug design research) การตรวจและวินิจฉัยทางการแพทย์ (medical inspection and diagnosis) การตรวจสอบวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัยของอาหารทั้งในบ้านและในโรงงาน

วิทยาการได้สรุปว่านาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่มีอิทธิพลกับทุกสาขาวิชา และมีความสำคัญต่อความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีชีวภาพ สิ่งแวดล้อมและพลังงาน นาโนเทคโนโลยีมีลักษณะเฉพาะ คือเป็นตัวเร่งอุตสาหกรรมในปัจจุบัน กล่าวคือเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาเสริมเทคโนโลยีในปัจจุบันโดยเฉพาะในทางวัสดุศาสตร์ และจะเป็นตัวสร้างอุตสาหกรรมใหม่ เนื่องจากจะเป็นความรู้พื้นฐานในการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆซึ่งไม่เคยมีมาก่อนเลย

ท้ายสุดนี้วิทยาการได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีในประเทศไทยว่า ประเทศไทยควรเน้นทำผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมูลค่า โดยพยายามหาผลิตภัณฑ์ที่เป็นจุดแข็งของประเทศ แล้วนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ให้เกิดมูลค่าเพิ่ม เช่น ทางด้านการเกษตร อาหารและสิ่งทอ เป็นต้น ซึ่งนาโนเทคโนโลยีควรจะอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีดั้งเดิมที่ประเทศไทยมีอยู่ ไม่ควรไปแข่งขันกับประเทศอื่นในด้านเทคโนโลยีขั้นสูง เช่นนาโนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น นอกจากนี้การพัฒนานาโนเทคโนโลยีควรให้ความสำคัญกับการสร้างให้เกิดความเชื่อมโยงทางวิชาการ (science linkage) เน้นการแลกเปลี่ยนทางวิชาการทั้งข้อมูลและความรู้

ดูเหมือนว่าต่อไปในอนาคตนาโนเทคโนโลยีจะเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ คล้ายกับไมโครเทคโนโลยีที่เข้ามาอยู่ร่วมในชีวิตประจำวันของเราจนแทบจะขาดไม่ได้ไปแล้ว

...คุณพร้อมแล้วหรือยัง...

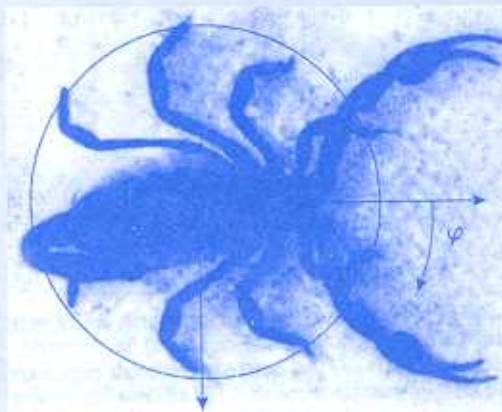
(ข้อมูลของวิทยาการสามารถดูได้จากเว็บไซต์ <http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/kawai-lab/english/homee.htm>)



โลกชีวฟิสิกส์

แมงป่อง รู้ตำแหน่งเหยื่อได้อย่างไร?

สมศร สิงขรัตน์



รูปที่ 1

สวัสดีครับท่านผู้อ่าน เมื่อดูตลอดทั้งเล่มแล้ว ท่านคงสังเกตได้ว่า วารสารฟิสิกส์ไทยเล่มใหม่นี้เน้นเนื้อหา "เชิงประยุกต์" ใน 3 ด้านด้วยกัน คือ วัสดุศาสตร์ นาโนเทคโนโลยี และชีวฟิสิกส์ (Biophysics) โดยทางกองบก. มีความเชื่อว่าศาสตร์ทั้ง 3 นี้จะมีบทบาทที่สำคัญมากในอนาคต แต่เมื่อดูลึกลงไปจะพบว่าล้วนต้องมิวสิกฟิสิกส์เป็นรากฐานคอยค้ำจุนอยู่

ผมได้รับมอบหมายให้มาดูแลส่วน "ชีวฟิสิกส์" แต่โปรดอย่าคิดว่าผมมาทำหน้าที่เป็น "พ.อ." จริงๆแล้วคงเป็นได้แค่เพียง "นักการ" เพราะไม่ได้มีพื้นเพทางด้านนี้ จึงขอเชิญชวนเพื่อนผองน้องพี่ที่สนใจและ/หรือว่าเรียนมาทางนี้โดยตรง ได้โปรดช่วยส่งบทความมาแทรกเสริมโดยด่วน ระหว่างนี้ผมจะช่วยปิดกวาดเตรียมที่เตรียมทางไปพลางก่อน โดยฉบับปฐมฤกษ์นี้อยากจะขอนำเรื่องการศึกษาแมงป่อง โดยนักฟิสิกส์มาเล่าสู่กันฟัง

แมงป่องเป็นสัตว์ประเภทเดียวกับแมงมุมที่ระบบตายังไม่เจริญนัก แต่กลับชอบออกหากินตอนกลางคืน ซึ่งอันที่จริงก็มีเหตุผลอยู่ โดยเฉพาะกับสายพันธุ์ที่ถูกนำมาศึกษาในเรื่องนี้นั้นคือเป็นแมงป่องอาศัยอยู่ที่ทะเลทรายโมอาเว (Mojave) ในรัฐแคลิฟอร์เนียของสหรัฐอเมริกา ตอนกลางวันผิวทวารร้อนได้ถึง 60°C จึงชอบหลบอยู่ในรูลึกประมาณ 30 ซม. แล้วค่อยขึ้นจากรูออกมาหากินตอนกลางคืนยามอากาศเย็นสบายกว่า แต่ก็มีมิติคือ แณมตายังไม่ดีอีกต่างหาก แล้วจะปฎิบัติอย่างไรว่าเหยื่อ

อยู่ทางไหน

จากการศึกษาของคณะวิจัยหลายกลุ่มสรุปได้ว่า สมมุติ
มีแมลงซีปะขาวหรือเหยื่อบินมาเกาะที่พื้นทางด้านขวา (คือทำมุม
 $\phi = 90^\circ$) ของแมงป่องห่างออกไปไม่เกิน 50 ซม. การเคลื่อนไหว
ของเหยื่อจะทำให้เกิดคลื่นกล 2 ชนิด คือ volume wave ซึ่ง
เป็นคลื่นตามยาว มีความเร็ว $v_v \sim 150$ m/s และ Rayleigh wave
ซึ่งเป็นคลื่นกลในตัวกลางที่เป็นของแข็ง อนุที่ผิวของตัวกลาง
จะเคลื่อนที่เป็นวงรี นั่นคือมีภาพเป็นคลื่นตามขวางมากกว่า
เป็นคลื่นตามยาว (คลื่นเรย์ลีจึงต่างจากคลื่นน้ำอย่างไรกรุณาดู
ที่ <http://www.gmi.edu/~drussell/Demos/waves/wavemotion.html>
มีภาพเคลื่อนไหวเปรียบเทียบกับให้เห็นอย่างชัดเจน) ในกรณีของ
ทะเลทรายโมฮาเว คลื่นเรย์ลีจึงมีความเร็ว $v_R \sim 50$ m/s แมงป่อง
ใช้ปลายขาปล้องสุดท้ายหรือเท้าทั้ง 8 จับคลื่นทั้ง 2 นี้

โดยชนที่เท้ามีหน้าที่จับช่วงเวลาห่างระหว่างคลื่นทั้ง
2 ชนิด เพื่อบอกระยะห่างของเหยื่อ ส่วนข้อมูลเรื่องทิศทางของ
เหยื่อจะใช้อวัยวะรับความรู้สึกหรือเซนเซอร์ชนิดที่ 2 เรียกว่า
basitarsal compound slit sensilla (BCSS) ซึ่งเป็นต่อมอยู่ตรง
บริเวณข้อพับของขาปล้องสุดท้าย เมื่อคลื่นเรย์ลีจกระพือผ่าน
ทรายได้เท้า ส่วนเท้าจะทำหน้าที่เป็นเหมือนคันไถกดต่อม BCSS
ซึ่งจะไปกระตุ้นให้เซลล์ประสาทหรือนิวรอน (neuron) ที่อยู่ใกล้ๆ
ส่งสัญญาณไปที่สมอง กลไกส่วนนี้ไวมาก สามารถจับการเคลื่อนไหว
แม้เพียง 0.1 นาโนเมตรได้อย่างสบาย

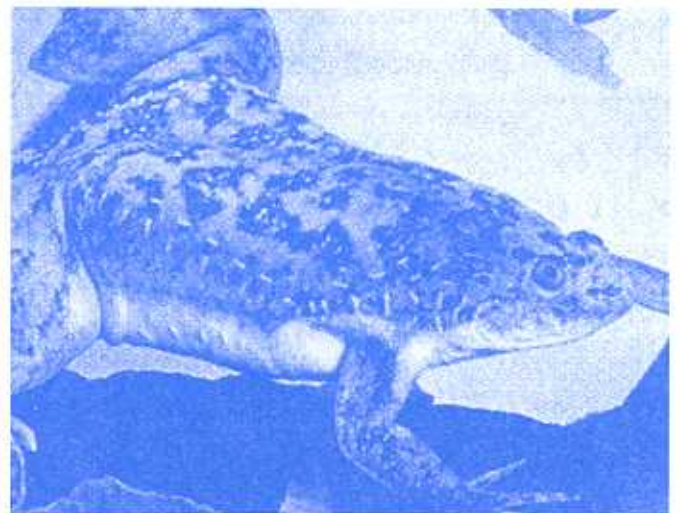
คณะนักวิจัยของภาควิชาฟิสิกส์แห่งมหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีมิวนิก ประเทศเยอรมันนี้ นำโดย Leo van Hemmen
ได้ประสบความสำเร็จในการสร้างแบบจำลอง neural model
อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง นิวรอนส่งสัญญาณดังกล่าวกับ
ระบบนิวรอนควบคุมที่สมอง กล่าวโดยสรุปได้ว่าเมื่ออยู่ในท่า
เตรียมพร้อม เท้าทั้งแปดของแมงป่องจะแตะผิวทรายกระจายกัน
แปดจุดที่มุม $\pm 18^\circ, \pm 54^\circ, \pm 90^\circ$ และ $\pm 140^\circ$ รอบตัว
(มุม θ_1 ถึง θ_8) กินรัศมี (R) ประมาณ 2.5 ซม. (รูปที่ 1) เท้าที่
อยู่ใกล้กับเหยื่อมากที่สุด จะส่งสัญญาณไปที่ชุดนิวรอนควบคุมได้
ก่อน เมื่อคลื่นเรย์ลีเคลื่อนต่อไปถึงเท้าด้านตรงข้ามจะส่งสัญญาณ

ยับยั้งไปที่สมอง ช่วงเวลาแตกต่างของสัญญาณทั้งสองคิดตาม
สมการ
$$\Delta t = \frac{R}{v_R} [\cos(\phi - \theta_1) - \cos(\phi - \theta_8)]$$

จะถูกนำไปแปรความเป็นทิศทางของเหยื่อ แบบจำลองนี้สอดคล้อง
กับผลงานวิจัยของกลุ่มอื่นเป็นอย่างดี เช่น กลุ่มของ Philip
Brownell นักสัตววิทยาแห่ง Oregon State University เป็น
หลักฐานสำคัญแสดงให้เห็นว่าการทำงานร่วมกันของนิวรอน
ไม่กี่ตัวก็มีประสิทธิภาพที่สูงมาก ที่สามารถทำให้แมงป่องประสบ
ความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาคับข้องใจได้

เชื่อกันว่า neural model นี้จะสามารถนำไปใช้กับสัตว์
ชนิดอื่นได้ เช่น ปลา crayfish ซึ่งมีเซนเซอร์อยู่ที่หาง หรือ แมง
water boatman ซึ่งชอบลอยตัวอยู่บนผิวน้ำคอยล่าเหยื่อที่ทำให้
ผิวน้ำกระพือหรือกับ Xenopus laevis laevis ที่อาศัยอยู่ตาม
แหล่งน้ำแถบแอฟริกาใต้ (รูปที่ 2) ซึ่งมีปุ่มเซนเซอร์ประมาณ 180
ปุ่มอยู่บนผิวหนัง

Philip Brownell เคยกล่าวไว้ว่า "ธรรมชาติเป็นพวก
อนุรักษ์นิยม"



รูปที่ 2

ย่อดูจาก W. Sturzl, R. Kempter and J.L. van Hemmen,
"Theory of Arachnid Prey Localization," *Physical Review
Letters*, Vol. 84, No. 24 (2000) 5668-5671.

ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ (1)

ศิรามาศ ไกลจินดา

สวัสดีท่านผู้อ่านวารสาร "ทิพย์" ทุกท่านค่ะ ผู้เขียนได้รับมอบหมายให้ดูแลบทความในส่วนของ ฟิสิกส์ดาราศาสตร์ ซึ่งขอพ่วงเนื้อหาตามชื่อคอลัมน์ คือทั้งฟ้าและโลกเข้าไว้ด้วย ขอออกตัวก่อนว่า ผู้เขียนเป็นพวก"หน้าใหม่" ทั้งในวงการวิชาการและการเขียนบทความ เพราะฉะนั้น ผู้อ่านท่านใดที่มีข้อเสนอแนะ ดี ชมน ก็ขอให้ส่งข้อเสนอแนะ ดี ชม เหล่านั้น มาได้ที่กองบก.หรือทาง e-mail ของผู้เขียน (siramas@science.cmu.ac.th) ได้ทันที เพื่อให้ผู้เขียนจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไปค่ะ

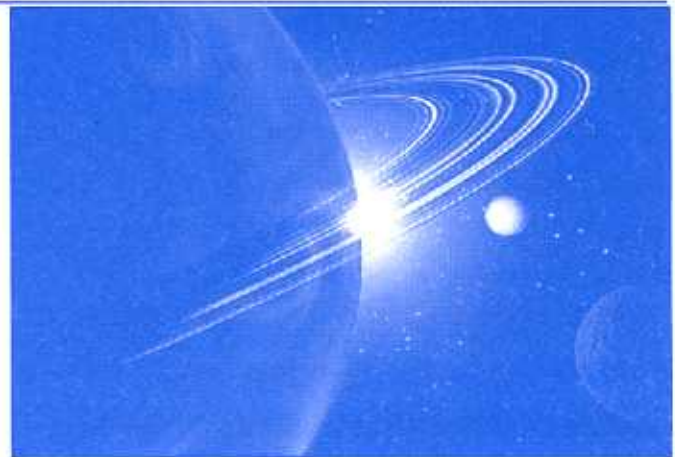
สำหรับฉบับนี้ จะขอว่ากันด้วยเรื่องของ

?? โลกอื่น ??

อย่าเพิ่งตกใจค่ะ ผู้เขียนไม่ได้หมายถึง นรก-สวรรค์ หรือมิติอื่นใดทั้งสิ้น ถึงแม้ว่าวารสารของเราจะมีชื่อเล่นว่า "ทิพย์" ก็ตาม ผู้เขียนหมายถึงดาวเคราะห์ที่โคจรรอบดาวฤกษ์ดวงอื่นนอกเหนือจากดวงอาทิตย์ หรือที่เรียกว่า ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ (Extrasolar planets) ค่ะ

ผู้อ่านเคยสงสัยกันบ้างมั๊ยค่ะว่า นอกจากดวงอาทิตย์แล้ว จะมีดาวฤกษ์ดวงอื่นที่มีดาวบริวารโคจรรอบหรือไม่ คำถามนี้ถูกตั้งขึ้นมาตั้งแต่สมัยกรีกโบราณเขียนะคะ แต่คำตอบก็เป็นเพียงแค่ น่าจะ ตลอดมาค่ะ

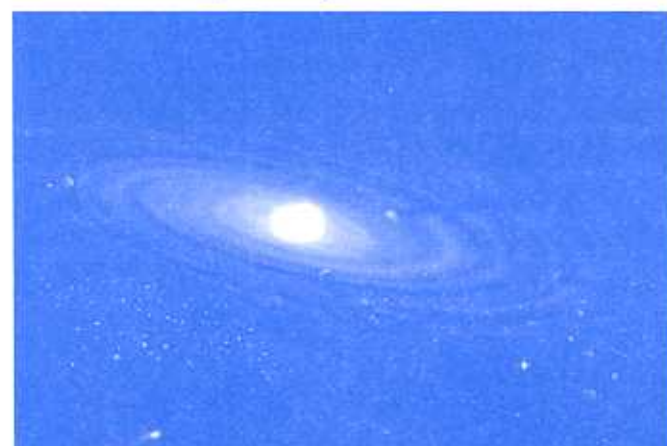
นักดาราศาสตร์พยายามค้นหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะมาเป็นเวลานาน จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1995 Michel Mayor และ Didier Queloz และทีมงานนักดาราศาสตร์ชาวสวิสเซอร์แลนด์ได้ค้นพบวัตถุที่มีมวลอยู่ระหว่างครึ่งหนึ่งถึงสองเท่าของ



มวลดาวพฤหัสบดีโคจรรอบดาวฤกษ์ที่ชื่อว่า 51 Pegasi ซึ่งเชื่อได้ว่าวัตถุนี้เป็นดาวเคราะห์ การค้นพบครั้งนี้ทำให้เกิดกระแสในงานวิจัยทางดาราศาสตร์เกี่ยวกับดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะจำนวนมาก พร้อมกับความหวังที่ว่าจะมีการค้นพบดาวเคราะห์ดวงอื่นที่มีสภาพใกล้เคียงกับโลก เพื่อว่าในอนาคตมนุษย์จะได้ย้ายถิ่นฐานไปอาศัยอยู่บนโลกอื่นได้บ้าง ไม่ต้องทนอยู่กับโลกสีน้ำเงินที่กำลังถูกทำลาย

สามเดือนหลังจากการค้นพบของ Mayor และคณะ ทีมนักดาราศาสตร์จาก San Francisco State University และ University of California, Berkeley นำทีมโดย Geoffrey W. Marcy และ Paul Butler ได้รับรองการค้นพบของ Mayor และคณะ และค้นพบดาวเคราะห์เพิ่มอีก 2 ดวง จวบจนปัจจุบัน มีการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะแล้วมากกว่า 120 ดวง!

สงสัยบ้างมั๊ยค่ะว่า นักดาราศาสตร์ "เห็น" ดาวเคราะห์เหล่านี้ได้อย่างไร ทั้งที่ดาวเคราะห์เหล่านี้อยู่ไกลมาก และแน่นอนว่ามีขนาดเล็กและไม่มีแสงสว่างในตนเอง ต้องใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่เท่าใดจึงจะส่องเห็นดาวเคราะห์เหล่านี้ได้ นักดาราศาสตร์ใช้วิธีสังเกตผลกระทบของดาวเคราะห์ที่มีต่อดาวฤกษ์ค่ะ ในฉบับหน้าเราจะมาดูกันว่า ผลกระทบนี้เป็นอย่างไร และจะสังเกตได้อย่างไร อย่าลืมติดตามนะคะ



ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะได้ที่

<http://planetquest.jpl.nasa.gov>

ปฏิทินดาราศาสตร์ไทย

ปฏิทินดาราศาสตร์สำหรับการสังเกตการณ์ในประเทศไทย

มิถุนายน

	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29
30					

กรกฎาคม

	1	2	3		
4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27
28	29	30	31		

สิงหาคม

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

กันยายน

	1	2	3	4		
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

2	11.20	ดวงจันทร์เต็มดวง	มิถุนายน 2547
8	11.53	ดาวศุกร์อยู่ที่ตำแหน่ง Inferior conjunction และเคลื่อนที่ผ่านหน้าดวงอาทิตย์ (transits)	
13	7.41	ดาวพุธอยู่ห่างจากดาวศุกร์ 1.35 องศา	
18	3.27	เดือนมืด	
21	7.57	อุกราภัย (Summer solstice) ดวงอาทิตย์ผ่านจุด Tropic of cancer	
2	18.09	ดวงจันทร์เต็มดวง	กรกฎาคม 2547
8	23.41	ดาวเสาร์อยู่ที่ตำแหน่ง Conjunction	
11	5.28	ดาวพุธอยู่ห่างจากดาวอังคาร 0.17 องศา	
17	18.24	เดือนมืด	
27	10.19	ดาวพุธอยู่ที่ตำแหน่ง Greatest eastern elongation ห่างจากดวงอาทิตย์ 27 องศา	
1	1.05	ดวงจันทร์เต็มดวง	สิงหาคม 2547
12		ฝนดาวตก Perseid	
16	8.24	เดือนมืด	
18	0.49	ดาวศุกร์อยู่ที่ตำแหน่ง Greatest western elongation ห่างจากดวงอาทิตย์ 46 องศา	
24	3.43	ดาวพุธอยู่ที่ตำแหน่ง Inferior conjunction	
30	9.22	ดวงจันทร์เต็มดวง	
9	20.57	ดาวศุกร์อยู่ที่ตำแหน่ง Greatest western elongation ห่างจากดวงอาทิตย์ 18 องศา	กันยายน 2547
14	21.29	เดือนมืด	
15	19.22	ดาวอังคารอยู่ที่ตำแหน่ง Conjunction	
22	6.38	ดาวพฤหัสบดีอยู่ที่ตำแหน่ง Conjunction	
22	23.20	สารทวิษุวัต (Autumnal equinox) ดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตก	
28	20.09	ดวงจันทร์เต็มดวง	
27	17.52	ดาวอังคารอยู่ห่างจากดาวพฤหัสบดี 0.2 องศา	
29	5.58	ดาวพุธอยู่ห่างจากดาวพฤหัสบดี 0.67 องศา	
29	19.23	ดาวพุธอยู่ห่างจากดาวอังคาร 0.85 องศา	

ภาพถ่ายดาราศาสตร์ประจำฉบับ

วัตถุท้องฟ้า ดวงจันทร์ เวลาบันทึก 20:39 น. วันที่ 5 เมษายน 2547
 ผู้ถ่าย ศิรามาส โกมลจินดา สถานที่ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จ.เชียงใหม่
 อุปกรณ์ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล Sony Cybershot P-71
 ผ่านกล้องสองตากำลังขยาย 7 เท่า
 ระยะเวลาเปิดหน้ากล้อง 1/320 วินาที รูรับแสง 5.6



ภาพถ่ายดวงจันทร์เต็มดวงโดยผู้เขียน ด้วยกล้องดิจิทัลอัตโนมัติ ผ่านกล้องสองตา ผู้เขียนไม่ได้มีฝีมือทางการถ่ายภาพทางดาราศาสตร์มากนัก จึงขอเชิญชวนให้ผู้อ่านที่สนใจและมีความสามารถในการถ่ายภาพวัตถุท้องฟ้า ส่งผลงานเข้ามาเพื่อเผยแพร่และแบ่งปันความรู้แก่ผู้อ่านท่านอื่นๆ โดยส่งภาพถ่ายพร้อมรายละเอียดการถ่ายภาพ(รวมทั้งคำบรรยาย) มาได้ที่ กองบก. หรือทาง e-mail: siramas@science.cmu.ac.th

พื้นหลัง: ภาพถ่ายจากกล้องฮับเบิล กาแล็กซีกังหัน NGC 7673

ขอเชิญร่วมประกวดคำคม ของ วารสารฟิสิกส์ไทย

คำคมที่ว่า “วารสารสำหรับผู้ที่รักและสนใจในแวดวงฟิสิกส์” ดังปรากฏอยู่ที่ปกหน้าเป็นเพียงตุ๊กตา (dummy)

ขอเชิญท่านผู้เยี่ยมชมฯ ในเชิงนี้ ส่งคำคมที่ดีกว่าในความยาวประมาณเท่าเดิม มาร่วมประกวดประชันกัน โดยส่งมาที่กองบก.

วารสารฟิสิกส์ไทย ตู้ปณ. 217 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่-50202

คำคมที่ถูกใจกองบก. ที่สุดจะได้รับการนำไปใช้แทนของเดิม ส่วนเจ้าของความคิดจะได้รับรางวัลเป็น (เชิญเลือกได้ 1 อย่าง)

- 1) สมาชิก นิตยสารसरसर (Reader's Digest) 1 ปี
- หรือ 2) สมาชิก นิตยสาร National Geographic ฉบับภาษาไทย 1 ปี
- หรือ 3) สมาชิก นิตยสาร ศิลปวัฒนธรรม 1 ปี

หมดเขต : 31 ตุลาคม 2547

(กรุณาเขียนชื่อ-ที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ติดต่อให้ชัดเจน)



สมาคมฟิสิกส์ไทย ♦ Thai Institute of Physics

ตู้ ปณ. 217 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่-50202

P.O. Box 217 Chiang Mai University, Chiang Mai-50202, THAILAND

สิ่งตีพิมพ์

หากไม่ถึงผู้รับ โปรดส่งคืน
สมาคมฟิสิกส์ไทย